

# Sistem Hidroponik Berbasis Panel Surya

Asrizal Deri Futra<sup>1</sup>, Mega Fenita<sup>2</sup>, Ade Ramadika<sup>3</sup>, Apriliyanto<sup>4</sup>, Anri Hiskia Sihombing<sup>5</sup>

\* Politeknik Negeri Batam

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Instrumentasi  
Batam Center, Jl.Ahmad Yani, Kepulauan Riau 29461, Indonesia  
E-mail, [deri@polibatam.ac.id](mailto:deri@polibatam.ac.id)

## Abstrak

Sistem hidroponik adalah teknik budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah, melainkan dengan pengairan akar, seperti pada sistem *Deep Flow Technique (DFT)*. Dalam sistem *DFT* konvensional, pompa air harus terus menyala, yang mengakibatkan pemborosan energi listrik dan biaya operasional yang tinggi. Selain itu, pengontrolan pertumbuhan tanaman hidroponik yang dilakukan secara manual membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar. Proyek ini bertujuan untuk mengembangkan sistem hidroponik yang lebih efisien dari segi energi dan biaya melalui penggunaan panel surya, serta pengendalian otomatis menggunakan sensor untuk memantau pertumbuhan tanaman. Metode yang digunakan dalam proyek ini adalah sistem hidroponik *DFT*, di mana air tergenang dalam pipa PVC sebelum dialirkan kembali ke tandon nutrisi setelah mencapai batas maksimal. Penggunaan panel surya untuk menggerakkan pompa air diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional, sehingga menghemat biaya energi. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi energi, kualitas pertumbuhan tanaman, keandalan sistem, efisiensi penggunaan waktu dan tenaga, serta manfaat ekonomis dari sistem ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem hidroponik dengan tenaga surya mampu meringankan biaya operasional dan meminimalkan waktu serta tenaga yang dibutuhkan dalam pengelolaan tanaman. Sistem ini juga terbukti andal dan efisien dalam berbagai kondisi lingkungan, serta memberikan penghematan biaya listrik yang signifikan dalam jangka panjang. Dengan demikian, penerapan sistem hidroponik *DFT* yang menggunakan tenaga surya dan pengendalian otomatis dapat menjadi solusi yang efektif dan berkelanjutan dalam budidaya tanaman hidroponik.

Kata kunci: Sistem hidroponik, *Deep Flow Technique (DFT)*, panel surya

## Abstract

*Hydroponic systems are a technique of cultivating plants without using soil, instead utilizing root irrigation, such as in the Deep Flow Technique (DFT) system. In conventional DFT systems, the water pump must run continuously, leading to energy waste and high operational costs. Additionally, manual monitoring and control of plant growth in hydroponic systems require significant time and effort. This project aims to develop a more energy-efficient and cost-effective hydroponic system by using solar panels and automated sensors to monitor plant growth. The method employed in this project is the DFT hydroponic system, where water is pooled in PVC pipes before being recirculated to the nutrient reservoir after reaching a maximum level. The use of solar panels to power the water pump is expected to reduce reliance on conventional electricity, thereby saving energy costs. Testing was conducted to evaluate energy efficiency, plant growth quality, system reliability, time and labor efficiency, and the economic benefits of this system.*

*The results of the testing indicate that the solar-powered hydroponic system can reduce operational costs and minimize the time and labor required for plant management. The system also proved to be reliable and efficient under various environmental conditions, and it provided significant long-term electricity cost savings. Therefore, the implementation of a solar-powered DFT hydroponic system with automated control can be an effective and sustainable solution for hydroponic plant cultivation.*

**Keywords:** Hydroponic systems, Deep Flow Technique (DFT), solar panels,

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di bidang pertanian pada saat ini semakin berkembang dengan pesat. Salah satu nya adalah perkembangan teknik budidaya tanam hidroponik, dimana teknik budidaya hidroponik dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan lahan yang sempit. Umumnya, teknik budidaya tanaman dengan hidroponik cocok diterapkan di daerah perkotaan. Sistem hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah, melainkan dengan menggunakan media air. Salah satu teknik budidaya hidroponik menggunakan metode DFT (Deep Flow Technique), dimana air yang bercampur dengan nutrisi akan disirkulasikan ke pipa-pipa hidroponik. Sistem sirkulasi air ini menggunakan pompa yang digerakkan menggunakan motor listrik. Dalam prosesnya, terdapat beberapa masalah dalam teknik budidaya hidroponik, diantaranya pemakaian sumber energi listrik yang cukup besar, sehingga biaya pengoperasiannya sangat mahal.

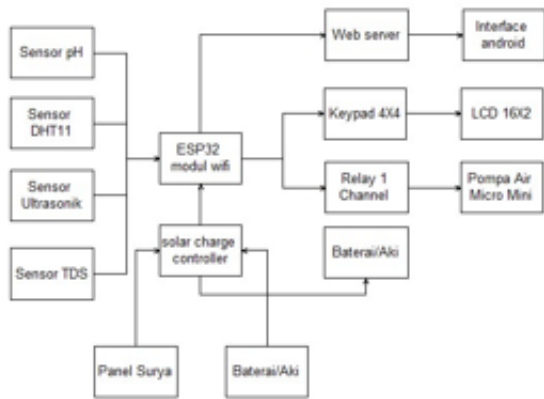
Selain itu, pemakaian energi listrik yang besar dapat diakibatkan dari pompa air yang terus menerus aktif, karena pemakaian motor listrik yang terus beroperasi maka pemakaian energi listrik juga akan semakin besar, jika motor atau pompa terus menerus bekerja juga maka usia atau daya pakai dari pompa akan cepat rusak. Maka untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan sistem kendali pompa pada sistem hidroponik yang bersumber dari energi matahari yang akan bekerja selama 24 jam yang dijalankan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yaitu dengan mengaplikasikan penggunaan panel surya dan digunakan untuk mengatur aliran sirkulasi air pada sistem hidroponik tersebut.

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Hidroponik telah dikembangkan oleh (David Setiawan, H.2020). Pada penelitiannya, mendapatkan solusi desain sistem pembangkit Tenaga Surya (Panel Surya) serta sistem kendali terhadap aliran air yang akan memasuk nutrisi ke tanaman hidroponik tersebut. Pada tahun 2020 telah dirancang sebuah proyek berjudul "Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Hidroponik" yang didalamnya terdapat penelitian yang membahas mengenai penanaman

hidroponik dengan menggunakan pompa DC yang dapat menghemat biaya karena tidak diperlukannya rangkaian inverter serta aman dari sengatan listrik, namun pada proyek ini masih terdapat kekurangan yaitu belum adanya sistem kendali nutrisi, akuisisi data sensor dan *Internet of Things* melalui acuan pembuatan alat terdahulu maka dirancanglah sebuah proyek berjudul "**Sistem Hidroponik berbasis Panel Surya**" yang menambahkan "Sistem kendali nutrisi, akuisisi data sensor dan *Internet of Things*" yang didalamnya menggunakan sensor pH, TDS, DHT11 dan HC-SR04T menggunakan sensor-sensor tersebut memudahkan dalam pemantauan nutrisi pada hidroponik. Aplikasi *android* digunakan agar memudahkan pengguna dalam memantau nutrisi secara jauh, dimana proyek ini telah mengontrol ppm dari nutrisi pada air dengan keluaran dari sensor TDS, dan akan diterapkan sistem IoT melalui aplikasi untuk memonitoring sensor-sensor yang digunakan pada alat. dari pemantauan jarak jauh,

## 2. Metode Penelitian

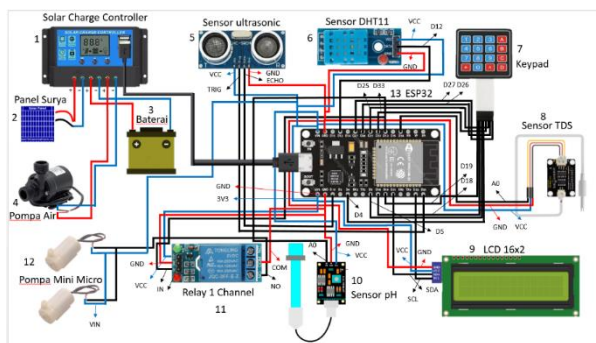
Penelitian dilakukan untuk membangun suatu sistem pengontrolan aliran nutrisi pada hidroponik dengan sumber dari energi matahari oleh panel surya. Energi yang bersumber dari cahaya matahari dikonversi menjadi energi listrik melalui panel surya 100wp, kemudian arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya masuk ke *solar charge controller* yang berfungsi sebagai perangkat pengisian baterai 12v 70ah dan sebagai perangkat power supply untuk menjalankan motor dc 12v. Untuk mengaliri air nutrisi hidroponik, digunakan sensor pH4502c untuk pengukuran tingkat keasaman air hidroponik, kemudian pengukuran nutrisi dengan menggunakan sensor TDS, pengukuran suhu dan kelembapan dengan menggunakan sensor DHT11, serta level air pada bak penampungan nutrisi dengan menggunakan sensor ultrasonik. Pengolahan data pada sensor dilakukan dengan menggunakan kontroler ESP32 dan di simpan pada web server yang kemudian dapat di tampilkan di interface aplikasi android. Selain itu ESP32 juga menjalankan pompa dc nutrisi ke bak penampungan.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

### 2.1 Perancangan Wiring Elektrikal

Dalam perancangan sistem elektrikal ini menciptakan wiring diagram yang terdiri dari dua bagian utama, yakni wiring panel surya dan wiring sensor-sensor dengan tambahan wiring *interface Android* untuk memantau pembacaan sensor. Sistem ini memanfaatkan sumber daya dari cahaya matahari yang diolah oleh panel surya menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan disalurkan ke aki 12V 70Ah melalui perangkat pengisian *solar charge controller*. Selain berfungsi sebagai pengisi aki, *solar charge controller* juga bertindak sebagai pengatur daya untuk motor DC 12V dan sebagai sumber daya untuk mikrokontroler ESP32. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya memastikan pengisian baterai yang optimal, tetapi juga menggerakkan motor DC dan menyediakan daya untuk fungsi monitoring oleh mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke antarmuka *Android*.

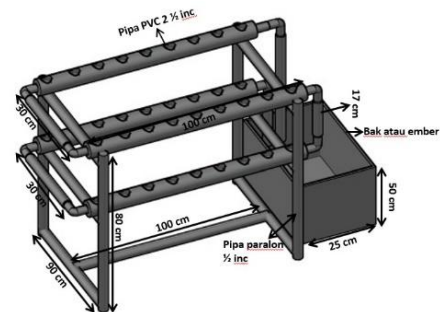


Gambar 2 Desain Elektrikal

### 2.2 Perancangan Desain Mekanikal

#### a. Desain Pipa Hidroponik

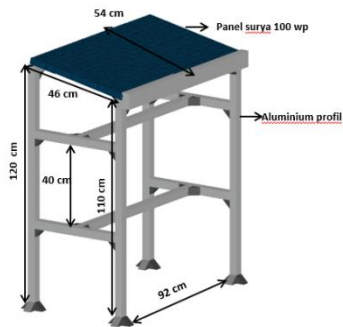
Dalam perancangan mekanikal fokusnya pada pembuatan mekanikal sistem hidroponik berbasis panel surya, menggunakan pipa PVC yang dirakit menjadi suatu struktur tempat tumbuhnya tanaman. Struktur ini dilengkapi dengan sebuah kotak panel yang berfungsi sebagai tempat baterai/aki dan mikrokontroler. Penggunaan pipa PVC berukuran 2 1/2 inch dengan delapan lubang yang tersebar di empat pipa memastikan ruang optimal untuk pertumbuhan tanaman. Berikut tampilan desain Pipa Hidroponik.



Gambar 3. Desain keseluruhan Hidroponik

#### b. Desain dudukan Panel Surya

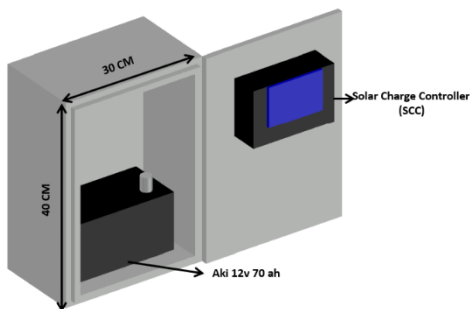
Penyangga panel surya dibuat menggunakan alumunium profil dengan tinggi tiang belakang 120 cm, tinggi tiang depan 110 cm, panjang 96 cm dan lebar 46 cm. keputusan menggunakan alumunium profil sebagai penyangga dipilih karena bahan ini memiliki kelebihan tidak mudah berkarat dan memiliki daya tahan yang lama. Desain panel surya yang dimiringkan bertujuan untuk mengurangi keterhambatan kinerja akibat endapan debu dan air hujan, menjadikannya lebih efisien dalam menghasilkan energi dari sinar matahari.



Gambar 4. Dudukan panel surya

c. Desain Panel Box

Selanjutnya, proses dilanjutkan dengan merancang desain panel box yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan aki. Panel box ini memiliki ukuran tinggi 40 cm, panjang 20 cm, dan lebar 15 cm. Desain panel box ini telah disusun sedemikian rupa untuk memberikan perlindungan optimal terhadap aki dari paparan air hujan dan sinar matahari yang berlebihan. Dengan demikian, diharapkan aki dapat terjaga kualitasnya dan memiliki umur pakai yang lebih panjang.

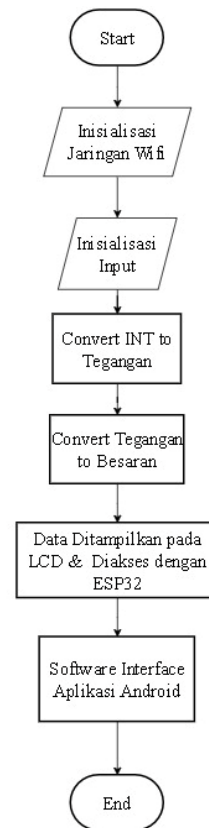


Gambar 5. Desain Panel Box

2.3 Perancangan Desain Software

Pada perancangan software dituangkan dalam bentuk diagram alir atau flowchart pada gambar 6. Proses yang pertama dilakukan adalah inisialisasi jaringan Wifi kemudian inisialisasi komponen input. Selanjutnya pada mikrokontroler ESP32 dilakukan konversi nilai analog ke digital agar nilai tegangan pada sensor dapat dibaca dan dikonversi menjadi nilai besaran sensor. Kemudian data-data tersebut akan disajikan pada LCD yang diakses dengan menggunakan ESP32. Software

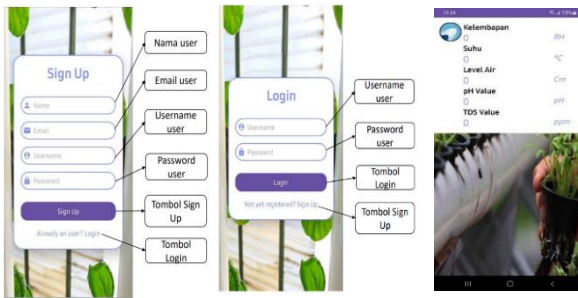
interface Aplikasi Android sebagai output akhir penampil data sensor.



Gambar 6. Flowchart Software interface aplikasi

Pada perancangan software ini digunakan aplikasi Android Studio, di mana pengguna diminta untuk memasukkan Nama, Email, Username, dan Password sebagai langkah awal dalam menggunakan aplikasi. Tombol "Sign Up" berfungsi untuk mendaftarkan akun ke dalam database. Jika pengguna sudah memiliki akun, dapat menggunakan tombol "Login". Pada menu Login user dapat memasukkan Username dan Password yang telah didaftarkan sebelumnya. tombol "Login" berperan untuk mengizinkan masuk ke dalam menu dashboard.

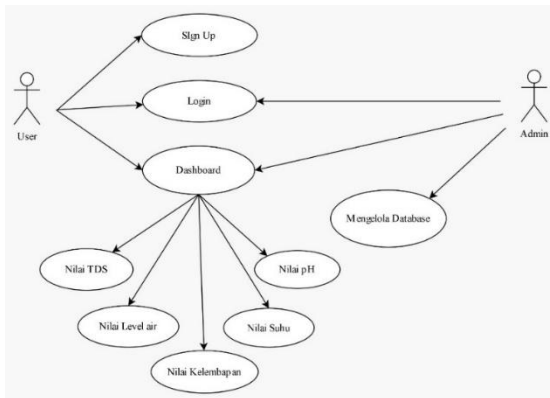
Jika pengguna belum pernah mendaftarkan akun, dapat menekan tombol "Sign Up" yang tersedia di bawah tombol "Login". Melalui antarmuka ini, aplikasi akan menampilkan nilai-nilai seperti pH, TDS, Suhu, Kelembapan, dan Level air.



Gambar 7. Mockup

Gambar di bawah merupakan use case diagram pada Aplikasi sistem hidroponik, adapun penjelasannya sebagai berikut ini:

- User*. Orang yang dapat mengakses dan menggunakan aplikasi, mulai dari login ke aplikasi hingga ke dashboard.
- Sign Up*. *Sign Up* merupakan langkah pertama yang dilakukan oleh *user*.
- Login*. Setelah mendapatkan akun, user harus melakukan login agar dapat mengakses ke dashboard aplikasi.
- Admin*. Orang yang dapat mengakses dan mengelola *database* serta menggunakan aplikasi.



Gambar 8. Use Case

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dalam pengambilan data, dilakukan pengujian terhadap komponen yang digunakan pada Sistem Hidroponik Berbasis Panel Surya, seperti pengukuran daya yang dihasilkan oleh panel surya. Kemudian melakukan pengelolaan data melalui *database Firebase* untuk pembacaan sensor DHT11, sensor pH4502c, sensor ultrasonik, dan sensor TDS, digunakan untuk melakukan pengukuran sambil

mengendalikan nutrisi pada sistem hidroponik. Seluruh akuisisi data sensor dilakukan melalui perangkat keras ESP32, yang dikonfigurasi dan dikembangkan sebagai perangkat lunak pendukung untuk seluruh proses uji coba.

#### 3.1 Pengukuran Daya pada Panel Surya

Pengukuran daya pada panel surya dilakukan pada 15 Januari 2024 untuk mengevaluasi dan mengukur kinerja panel surya dalam menghasilkan daya listrik. Dalam konteks ini, ada beberapa komponen yang terlibat dalam pengukuran, yaitu panel surya, *watt peak* aki (akumulator), dan pompa DC 12V. Hal ini membantu menentukan seberapa efektif panel surya dalam memenuhi kebutuhan daya sistem, terutama saat terjadi variasi intensitas cahaya matahari atau kondisi cuaca lainnya.

Pada pengukuran keluaran daya pada panel surya bertujuan untuk membuktikan daya yang di keluarkan dari panel surya 100 wp. Pengujian ini menggunakan alat watt meter dan *lux* meter yang memiliki fungsi yang berbeda, dimana watt meter berfungsi untuk menampilkan keluaran daya pada panel surya dan *lux* meter sebagai mengukur intensitas cahaya.

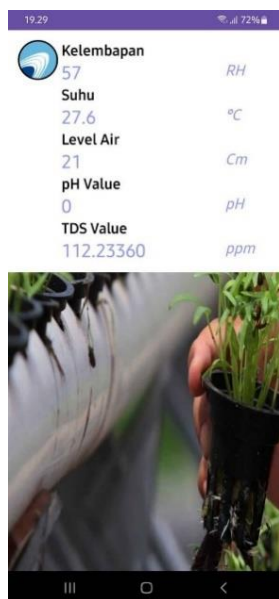
Berikut hasil data yang diambil pada tabel 4:

| No | Daya (w) | Lux Meter (Lux) | Jam   |
|----|----------|-----------------|-------|
| 1. | 9 w      | 1235            | 10.6  |
| 2. | 13,5 w   | 2315            | 10.35 |
| 3. | 12 w     | 2013            | 11.00 |
| 4. | 27,6 w   | 3986            | 11.20 |
| 5. | 21,4 w   | 3245            | 11.40 |
| 6. | 6,7 w    | 1078            | 12.00 |
| 7. | 8 w      | 1123            | 12.20 |

Tabel 4 Pengukuran Daya Panel Surya

#### 3.2 Sistem Monitoring Pada Handphone

Pada Pengujian Sistem Aplikasi Hidroponik, terutama fokus pada monitoring menggunakan *handphone*. Data hasil pengujian tersebut mencakup informasi dari nilai sensor. Aplikasi ini memiliki satu halaman *dashboard* yang menampilkan data dari hasil bacaan sensor pada alat dan dimasukkan ke dalam *Realtime Database Firebase*. Pada *dashboard* aplikasi terdapat nilai sensor seperti nilai suhu 27.6 °C, kelembapan 57 RH, TDS 112.23 ppm, pH 0, dan level air 21 cm. Dapat terlihat pada gambar 14 tampilan dari aplikasi yang telah di uji.



Gambar 9. Monitoring pada Handphone

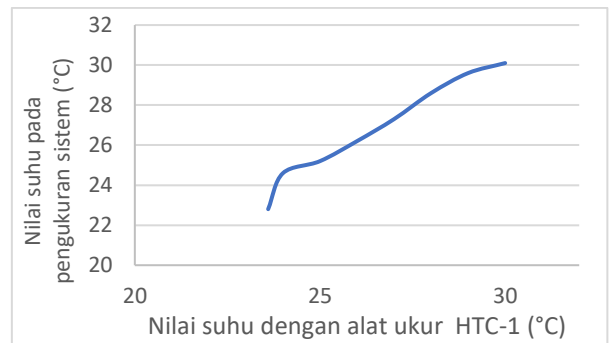
### 3.3 Akuisisi Data Sensor

#### 1. Data Pengujian Sensor DHT11

Dari tabel 7 hasil pengujian data sensor DHT11 dapat dilakukan dengan mempertimbangkan seberapa dekat nilai rata-rata dari hasil pengukuran sensor DHT11 dengan nilai referensi (HTC-1) yang dilakukan percobaan sebanyak 8 kali yang diambil setiap 10 menit. Persentase error memberikan gambaran tentang ketepatan sensor dalam mengukur suhu jika dibandingkan dengan nilai referensi yang diharapkan. Semakin minin persentase error, maka semakin akurat pengukuran pada sensor DHT11. Persentase error terlihat cenderung rendah, menunjukkan bahwa tingkat akurasi yang tinggi dalam pengukuran suhu.

| NO | Temperatur ruangan/HTC-1 | Percobaan Sensor (Serial Monitor) | Persentase Error |
|----|--------------------------|-----------------------------------|------------------|
| 1  | 23.6                     | 22.8                              | 3.51             |
| 2  | 24                       | 24.6                              | 2.44             |
| 3  | 25                       | 25.2                              | 0.79             |
| 4  | 26                       | 26.2                              | 0.76             |
| 5  | 27                       | 27.3                              | 1.10             |
| 6  | 28                       | 28.6                              | 2.10             |
| 7  | 29                       | 29.6                              | 2.03             |
| 8  | 30                       | 30.1                              | 0.33             |

Tabel 5 Pengujian Sensor DHT11



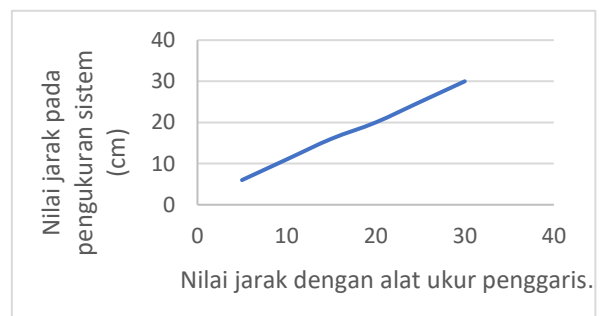
Gambar 10. Grafik Akuisisi data sensor DHT11

#### 2. Data Pengujian Sensor HC-SR04t

Berdasarkan hasil pengujian data sensor HC-SR04t dapat dilakukan dengan memanfaatkan perangkat pembanding, yaitu penggaris yang terpasang pada bagian wadah yang berukuran 36 cm. Percobaan dilakukan dengan mengikuti tinggi dari ember atau tandon yang akan digunakan.

| NO | Penggaris | Percobaan sensor | Persentase error |
|----|-----------|------------------|------------------|
| 1  | 5         | 6                | 16.67            |
| 2  | 10        | 11               | 9.09             |
| 3  | 15        | 16               | 6.25             |
| 4  | 20        | 20               | 0                |
| 5  | 25        | 25               | 0                |
| 6  | 30        | 30               | 0                |

Tabel 6. Pengujian Sensor HC-SR04t



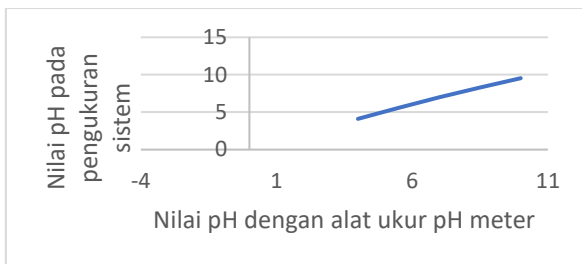
Gambar 11. Grafik Akuisisi data sensor HC-SR04t

#### 3. Data Pengujian Sensor pH4502C

Hasil pengujian sensor pH4502c yang mengukur tingkat keasaman atau kebasaan dalam suatu larutan dan dilakukan pengujian menggunakan perangkat pembanding, yakni pH meter, pengujian dilakukan 3 kali untuk menentukan ke akuratan nilai pH dengan sampel yang digunakan untuk pengujian sensor pH4502c, yakni 4,7, dan 1

| NO | pH sample | Percobaan sensor | Persentase error |
|----|-----------|------------------|------------------|
|    |           | v1               |                  |
| 1  | 4         | 4.11             | 2.68             |
| 2  | 7         | 6.99             | 0.14             |
| 3  | 10        | 9.54             | 4.82             |

Tabel 7. Pengujian Sensor pH4502c



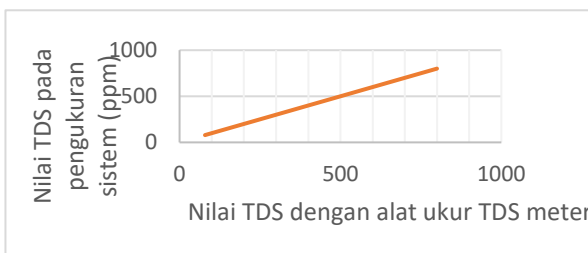
Gambar 12. Grafik Akuisisi data sensor pH4502c

#### 4. Data Pengujian Sensor TDS

Hasil pengujian sensor TDS yang mengukur tingkat kepekatan pada nutrisi dengan menggunakan alat pembanding yaitu TDS meter. Pengujian dilakukan 5 kali untuk menentukan keakuratan nilai TDS. Grafik pengukuran nilai TDS dengan alat ukur TDS meter terhadap nilai TDS pada pengukuran sistem disajikan pada grafik 18.

| NO | TDS METER | TDS SENSOR | Persentase Error |
|----|-----------|------------|------------------|
| 1  | 79        | 84         | 5.95             |
| 2  | 274       | 293        | 6.48             |
| 3  | 400       | 346        | 15.61            |
| 4  | 600       | 436        | 37.61            |
| 5  | 800       | 683        | 17.13            |

Table 8. Hasil Pengujian Sensor TDS



Gambar 13. Grafik Akuisisi data sensor TDS

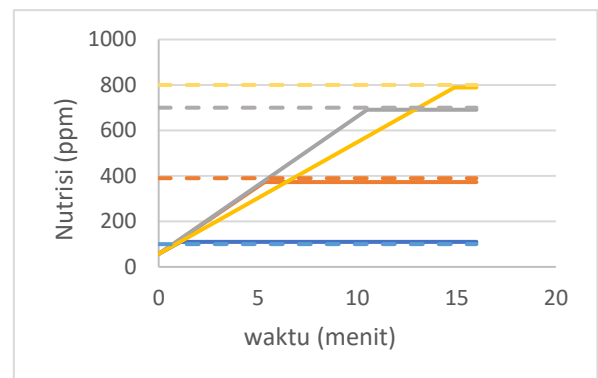
#### 5. Data Pengujian Kontrolling pada nutrisi

Hasil pengujian kontrol PPM nutrisi melalui keadaan awal air dimulainya pengujian dengan memiliki nilai

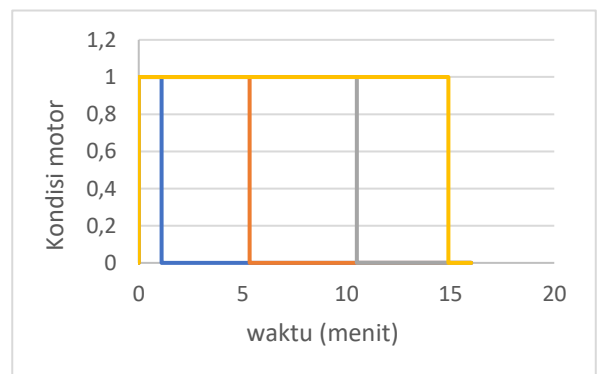
57, pengukuran waktu tercapai target dibutuhkan waktu mencapai *setpoint* 100 PPM adalah 1 menit 6 detik, pencapaian akhir untuk mengetahui sejauh mana sistem dapat mengontrol konsentrasi nutrisi dalam larutan hidroponik mencapai tingkat presisi yang diinginkan adalah 110 PPM, kondisi pompa menunjukkan apakah pompa dalam keadaan *ON* dan *OFF*. Pengujian kontrol PPM nutrisi dilakukan untuk, memastikan bahwa tanaman menerima nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan.

| Setpoint (PPM) | Waktu tercapai target | Keadaan awal Air | Kondisi Pompa |       | Pencapaian Akhir (PPM) | Persentase Error |
|----------------|-----------------------|------------------|---------------|-------|------------------------|------------------|
|                |                       |                  | awal          | Akhir |                        |                  |
| 100            | 1m 6 detik            | 57               | ON            | OFF   | 110                    | 10.00            |
| 390            | 5m 20 detik           | 57               | ON            | OFF   | 373                    | 4.36             |
| 700            | 10m 30 detik          | 57               | ON            | OFF   | 691                    | 1.29             |
| 800            | 14m 52 detik          | 57               | ON            | OFF   | 789                    | 1.38             |

Table 9. Hasil pengujian controlling



Gambar 14. Grafik Pengujian controlling



Gambar 15. Grafik Pengujian pada on off pompa

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Penggunaan tenaga surya sebagai sumber energi dapat meningkatkan efisiensi energi. Pada penggunaan panel surya dengan kapasitas 100wp, maka sistem jika diuji tanpa kondisi cahaya dapat dioperasikan selama 22 jam.
2. Monitoring jarak jauh dengan sistem ini, dilakukan untuk dapat memantau budidaya hidroponik melalui koneksi internet, untuk merespon perubahan kondisi tanaman secara *real-time*, dengan membuat sebuah aplikasi.
3. Dari hasil pengujian sensor melalui akuisisi data dapat mengetahui kualitas dari nutrisi yang diinginkan mulai dari pengukuran pH air, kelembapan lingkungan hidroponik, ppm dari nutrisi yang digunakan, dan level air pada ember.
4. Selain itu, dikembangkan dan dibuat sistem kendali otomatis untuk mengontrol nutrisi pada sensor TDS guna memastikan agar nutrisi sesuai dengan kondisi optimal bagi tanaman hidroponik.

#### Daftar Pustaka

- [1] Andi Riansyah, M. S. (2023). Penerapan Teknologi Smart Greenhouse Berbasis Photovoltaic dan IoT pada Budidaya Sayuran Hidroponik di Desa Pekalongan Jepara. In M. S. Andi Riansyah. Semarang: ABDIMAS UNIVERSAL.
- [2] Atmaja, F. D. (2009). Analisis Keseimbangan Panas pada Bak Penanaman dalam Sistem Hidroponik Deep Flow Technique (DFT).
- [3] Bafna, A. J. (2018). IoT Based Irrigation Using Arduino And Android On The Basis Of Weather Prediction. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 433-437
- [4] David Setiawan. H. (2020). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman. *Jurnal Teknik*, 208-215.
- [5] Fitria Hidayanti, M. I. (2019). Implementasi Panel Surya Sebagai Sumber Energi pada Sistem. *Jurnal Otomatis Kontrol Instrumentasi*, 95-107.
- [6] Luthfansyah Mohammad, S. M. (2021). Pengembangan Sistem Hidroponik Otomatis-Modern Berbasis Panel Surya dan Baterai. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTET)*.
- [7] Muhammad Al Husaini, A. Z. (2021). OTOMATISASI MONITORING METODE BUDIDAYA SISTEM HIDROPONIK DENGAN INTERNET OF THINGS(IOT) BERBASIS ANDROID MQTT DAN TENAGA SURYA. *JURNAL SOSIAL DAN TEKNOLOGI*, 786-787.
- [8] Nandy. (2020). *6 Macam Teknik Hidroponik / Sistem Hidroponik*. Retrieved from <https://www.gramedia.com/best-seller/teknik-sistem-hidroponik>
- [9] Rochimawati, I. (2016). PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA. *Jurnal Teknologi Industri*, 49-59.
- [10] Wulansari. (2022). Hidroponik – Pengertian, Sejarah, Kelebihan, Kekurangan, Jenis, Penerapan & Media Tanam. Retrieved from <https://rimbakita.com/hidroponik/https://rimbakita.com/hidroponik/>
- [11] Siliwangi, B. (2015). Perusakan Lingkungan Akibat Alih Fungsi Kawasan Hutan di Hulu Sungai Citarum Menjadi Kawasan Pertanian Dihubungkan dengan Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Jurnal Wawasan Yuridika*, 75-96.
- [12] Rochimawati, I. (2016). PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA. *Jurnal Teknologi Industri*, 49-59.