

## RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK NFT BERBASIS ARDUINO DENGAN SUMBER TEGANGAN PLTS

### DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN ARDUINO BASED NFT HYDROPONIC SYSTEM WITH PLTS VOLTAGE SOURCE

Stefany Margareta Martono<sup>1</sup>, Serli Liling Allo<sup>2</sup>, Sonny Rumlatur<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Sipil, Politeknik Saint Paul Sorong

<sup>2,3</sup>Teknik Elektro, Politeknik Saint Paul Sorong

[stefanym@poltekstpaul.ac.id](mailto:stefanym@poltekstpaul.ac.id), [serlililingallo@gmail.com](mailto:serlililingallo@gmail.com), [sonny.rmltr@gmail.com](mailto:sonny.rmltr@gmail.com)

#### Abstrak

Hidroponik adalah teknik membudidayakan tumbuhan dengan air yang telah ditambahkan nutrisi AB Mix. Sistem hidroponik yang digunakan dalam penelitian ini adalah NFT. Sistem ini menggunakan air yang dangkal dan tersirkulasi terus-menerus selama 24 jam menggunakan pompa sehingga tanaman bisa memperoleh air, nutrisi, dan oksigen yang cukup. Tidak selamanya pasokan listrik dari PLN selalu ada dan tidak selamanya sistem hidroponik dibuat di tempat yang tersedia listrik PLN oleh karena itu pada penelitian ini sumber tegangan berasal dari PLTS. Pada penelitian ini digunakan panel surya polikristal 50 Wp dan baterai 70 Ah. Untuk menghasilkan tanaman yang perkembangannya optimal maka dibutuhkan nutrisi dan pH yang tepat. Oleh karena itu digunakan sistem monitoring pH dan nutrisi berbasis arduino. Hasil pembacaan pH dan nutrisi ditampilkan pada layar LCD. Jika pembacaan level pH dan nutrisi di luar level yang telah ditentukan maka buzzer akan berbunyi. Untuk mengatur pH dan PPM air hidroponik agar sesuai dengan kebutuhan tanaman maka ke dalam air hidroponik perlu ditambahkan pengatur pH dan AB Mix. Dari percobaan, setiap penambahan 5 mL pH *down* ke dalam 20 L air hidroponik maka pH akan turun 0,27 sedangkan untuk setiap 5 mL larutan A dan 5 mL larutan B maka terjadi kenaikan PPM sebesar 50,89.

**Kata kunci : hidroponik, NFT, sensor pH dan TDS, arduino, PLTS**

#### Abstract

Hydroponics is a technique of cultivating plants with water that has been added with AB Mix nutrients. The hydroponic system used in this research is NFT. This system uses shallow water and is circulated continuously for 24 hours using a pump so that plants can get sufficient water, nutrients and oxygen. The electricity supply from PLN is not always available and the hydroponic system is not always made in places where PLN electricity is available, therefore in this research the voltage source comes from PLTS. In this research, a 50 Wp polycrystalline solar panel and a 70 Ah battery were used. To produce plants with optimal development, proper nutrition and pH are needed. Therefore, an Arduino-based pH and nutrition monitoring system is used. The results of pH and nutrient readings are displayed on the LCD screen. If the pH and nutrient level readings are outside the predetermined level, the buzzer will sound. To adjust the pH and PPM of hydroponic water to suit the needs of plants, you need to add a pH regulator and AB Mix to the hydroponic water. From the experiment, for every 5 mL of pH *down* added to 20 L of hydroponic water, the pH will decrease by 0.27, while for every 5 mL of solution A and 5 mL of solution B, there will be an increase in PPM of 50.89.

**Keywords : hydroponics, NFT, pH and TDS sensors, Arduino, PLTS**

## 1. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan salah satu sistem pertanian masa depan karena dapat dilakukan pada lahan luas di desa maupun pada lahan sempit di perkotaan. Hidroponik adalah teknik untuk membudidayakan tumbuhan tanpa menggunakan tanah melainkan air yang telah ditambahkan dengan nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan.

Ada beberapa sistem hidroponik namun dalam penelitian ini sistem yang digunakan adalah NFT (Nutrient Film Technique). NFT adalah tipe hidroponik yang menggunakan air yang dangkal dan tersirkulasi secara terus-menerus selama 24 jam menggunakan pompa sehingga tanaman bisa memperoleh air, nutrisi, dan oksigen yang cukup sehingga pertumbuhan menjadi optimal [1]. Adanya aliran air yang terus-menerus melewati akar tanaman membuat akar tanaman tidak mudah busuk [2]. Sistem hidroponik NFT dapat dirakit menggunakan pipa PVC dengan mengalirkan nutrisi dengan tinggi  $\pm 3$  mm pada perakaran tanaman .

Untuk menghasilkan tanaman yang perkembangannya optimal maka dibutuhkan pengaturan nutrisi dan pH yang tepat, misalnya untuk tanaman selada rentang nutrisi yang tepat adalah 560-840 ppm dan rentang pH untuk tanaman selada adalah 6,0 – 7,0. Jika nilai PPM nutrisi di bawah 560 ppm maka harus ditambahkan larutan nutrisi Mix A dan Mix B agar air nutrisi berada pada batas normal. Demikian juga dengan pH, jika nilai pH di bawah 6,0 maka perlu ditambahkan larutan PH Up untuk menaikkan pH, sebaliknya jika pH di atas 7,0 maka perlu ditambahkan larutan pH down untuk menurunkan pH [4].

Berdasarkan uraian-uraian di atas maka rumusan masalah sistem hidroponik tipe NFT adalah, “Bagaimana cara untuk mengatur pH dan nutrisi agar sesuai dengan kebutuhan tanaman dan bagaimana menjaga agar pasokan energi listrik dapat terjadi terus menerus untuk menyalakan pompa 24 jam per hari serta bagaimana sumber tegangan bagi sistem NFT jika dibuat di lahan yang tidak ada instalasi listrik PLN ?

## 2. DASAR TEORI DAN METODOLOGI

### 2.1 Dasar Teori

#### 2.1.1 Hidroponik NFT

NFT adalah salah satu jenis hidroponik khusus yang pertama kali dikembangkan oleh Dr. A.J Cooper di Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, Inggris pada akhir 1960 dan dikembangkan secara komersial pada awal 1970-an [5]. Adapun keuntungan menggunakan sistem hidroponik NFT antara lain, kebutuhan air dapat tercukupi, keseragaman serta tingkat konsentrasi nutrisi dapat disesuaikan dengan umur dan jenis tanaman sehingga membantu tanaman untuk tumbuh lebih cepat. Air dan nutrisi digunakan secara berulang setelah melewati tanaman sehingga lebih hemat [6]. Untuk dapat bertumbuh dengan baik maka tanaman hidroponik membutuhkan

pH dan nutrisi berupa larutan AB Mix tergantung pada jenis tanaman seperti ditunjukkan dalam tabel di bawah:

**Tabel 1. PH dan PPM untuk Sayuran Daun**

Nama Sayuran	pH	PPM
Artichoke	6.5 - 7.5	560 - 1260
Asparagus	6.0 - 6.8	980 - 1200
Bawang Pre	6.5 - 7.0	980 - 1260
Bayam	6.0 - 7.0	1260 - 1610
Brokoli	6.0 - 6.8	1960 - 2450
Brussell Kecambah	6.5	1750 - 2100
Endive	5.5	1400 - 1680
Kailan	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Kangkung	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Kubis	6.5 - 7.0	1750 - 2100
Kubis Bunga	6.5 - 7.0	1750 - 2100
Pakcoy	7.0	1050 - 1400
Sawi Manis	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Sawi Pahit	6.0 - 6.5	840 - 1680
Seledri	6.5	1260 - 1680
Selada	6.0 - 7.0	560 - 840
Silverbeet	6.0 - 7.0	1260 - 1610

### 2.1.2 Mikrokontroler Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino [7].



**Gambar 2.1 Board Arduino Uno**

### 2.1.3 Sensor pH

Merupakan suatu sensor yang dapat melakukan pengukuran tingkat kadar keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh cairan/larutan. Cara bekerja dari sensor pH air yang utama berada di

bagian sensor probe dengan material terbuat dari elektroda kaca, dimana pada elektroda kaca tersebut terdapat larutan HCL yang terdapat pada bagian ujung sensor probe, sensor probe tersebut akan mengukur besaran nilai ion  $H_3O^+$  pada suatu larutan sehingga dapat mengetahui kadar PH pada suatu larutan/cairan [8].



**Gambar 2.2 Sensor PH4502C**

#### **2.1.4 Sensor TDS**

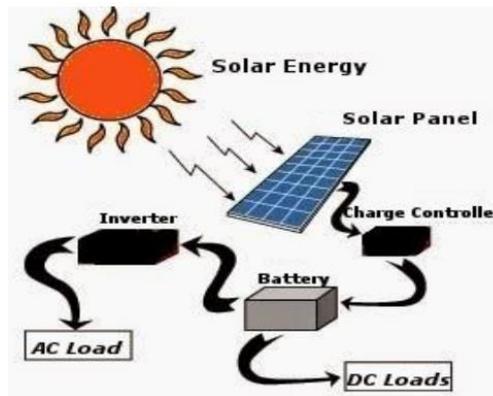
Sensor TDS mengukur jumlah total padatan terlarut seperti garam, mineral, dan logam di dalam air. Ketika jumlah padatan terlarut dalam air meningkat, konduktivitas air meningkat yang memungkinkan kita menghitung total padatan terlarut dalam ppm (mg/L) [9]. Satuan TDS umumnya dinyatakan dalam *parts per million* (ppm) atau milligram per liter (mg/L). Semakin rendah nilai ppm pada air maka semakin murni air tersebut.



**Gambar 2.3 Sensor TDS**

#### **2.1.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar matahari menjadi energi listrik[10]. Berikut ini adalah komponen-komponen dari PLTS:



Gambar 2.4 Komponen-komponen PLTS

Untuk perancangan panel surya digunakan rumus-rumus sebagai berikut: [11]

a. Kebutuhan panel surya

Di Indonesia, proses *photovoltaic* optimalnya hanya berlangsung 5 jam saja dan selama masa transmisi dari panel surya hingga pada akhirnya ke beban (alat elektronik), terdapat hingga 40% energi listrik yang hilang sehingga untuk menghitung kebutuhan panel surya digunakan rumus:

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \text{energi listrik beban} : 60\% : 5 \text{ jam} : W_p \text{ panel surya} \dots \dots \dots (2.1)$$

b. Kebutuhan baterai

Energi listrik pada baterai tidak 100% dapat digunakan karena pada saat melewati inverter potensi kehilangan energinya bisa sebesar 5%, sehingga kebutuhan baterai adalah:

$$\text{Jumlah baterai} = \text{Daya beban} : 95\% : \text{Kapasitas baterai} \dots \dots \dots (2.2)$$

2.2 Metode Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Hidroponik NFT

NFT adalah salah satu jenis hidroponik khusus yang pertama kali di kembangkan oleh Dr. A.J Cooper di Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, Inggris pada akhir 1960 dan di kembangkan secara komersial pada awal 1970-an [5]. Adapun keuntungan menggunakan sistem hidroponik NFT antara lain, kebutuhan air dapat tercukupi, keseragaman serta tingkat konsentrasi nutrisi dapat disesuaikan dengan umur dan jenis tanaman sehingga membantu tanaman untuk tumbuh lebih cepat. Air dan nutrisi digunakan secara berulang setelah melewati tanaman sehingga lebih hemat [6]. Untuk dapat bertumbuh dengan baik maka tanaman hidroponik membutuhkan pH dan nutrisi berupa larutan AB Mix tergantung pada jenis tanaman seperti ditunjukkan dalam tabel di bawah:

**Tabel 1. PH dan PPM untuk Sayuran Daun**

Nama Sayuran	pH	PPM
Artichoke	6.5 - 7.5	560 - 1260
Asparagus	6.0 - 6.8	980 - 1200
Bawang Pre	6.5 - 7.0	980 - 1260
Bayam	6.0 - 7.0	1260 - 1610
Brokoli	6.0 - 6.8	1960 - 2450
Brussell Kecambah	6.5	1750 - 2100
Endive	5.5	1400 - 1680
Kailan	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Kangkung	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Kubis	6.5 - 7.0	1750 - 2100
Kubis Bunga	6.5 - 7.0	1750 - 2100
Pakcoy	7.0	1050 - 1400
Sawi Manis	5.5 - 6.5	1050 - 1400
Sawi Pahit	6.0 - 6.5	840 - 1680
Seledri	6.5	1260 - 1680
Selada	6.0 - 7.0	560 - 840
Silverbeet	6.0 - 7.0	1260 - 1610

### 2.1.2 Mikrokontroler Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino [7].

**Gambar 2.1 Board Arduino Uno**

### 2.1.3 Sensor pH

Merupakan suatu sensor yang dapat melakukan pengukuran tingkat kadar keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh cairan/larutan. Cara bekerja dari sensor pH air yang utama berada di bagian sensor probe dengan material terbuat dari elektroda kaca, dimana pada elektroda kaca tersebut terdapat larutan HCL yang terdapat pada bagian ujung sensor probe, sensor probe

tersebut akan mengukur besaran nilai ion  $H_3O^+$  pada suatu larutan sehingga dapat mengetahui kadar PH pada suatu larutan/cairan [8].



**Gambar 2.2 Sensor PH4502C**

#### 2.1.4 Sensor TDS

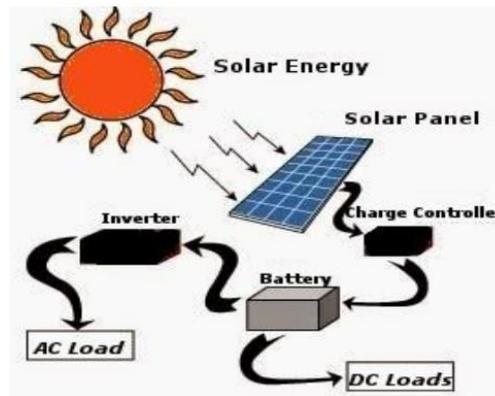
Sensor TDS mengukur jumlah total padatan terlarut seperti garam, mineral, dan logam di dalam air. Ketika jumlah padatan terlarut dalam air meningkat, konduktivitas air meningkat yang memungkinkan kita menghitung total padatan terlarut dalam ppm (mg/L) [9]. Satuan TDS umumnya dinyatakan dalam *parts per million* (ppm) atau milligram per liter (mg/L). Semakin rendah nilai ppm pada air maka semakin murni air tersebut.



**Gambar 2.3 Sensor TDS**

#### 2.1.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan sinar matahari menjadi energi listrik[10]. Berikut ini adalah komponen-komponen dari PLTS:



Gambar 2.4 Komponen-komponen PLTS

Untuk perancangan panel surya digunakan rumus-rumus sebagai berikut: [11]

c. Kebutuhan panel surya

Di Indonesia, proses *photovoltaic* optimalnya hanya berlangsung 5 jam saja dan selama masa transmisi dari panel surya hingga pada akhirnya ke beban (alat elektronik), terdapat hingga 40% energi listrik yang hilang sehingga untuk menghitung kebutuhan panel surya digunakan rumus:

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \text{energi listrik beban} : 60\% : 5 \text{ jam} : W_p \text{ panel surya} \dots \dots \dots (2.1)$$

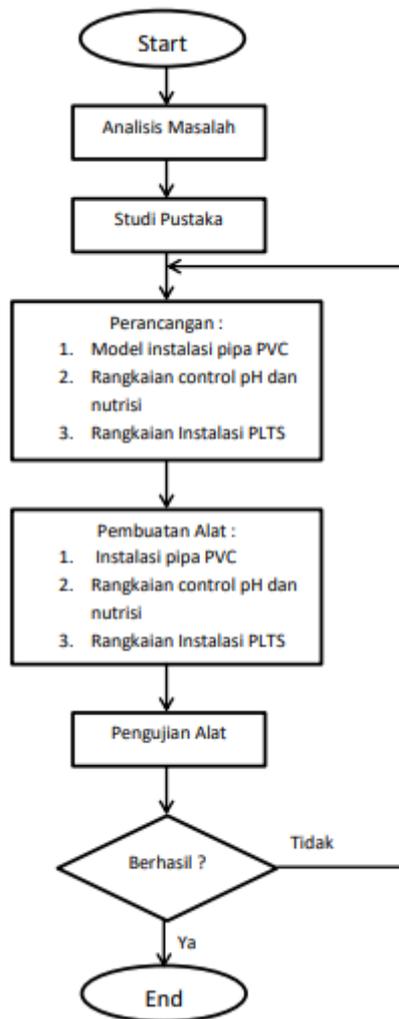
d. Kebutuhan baterai

Energi listrik pada baterai tidak 100% dapat digunakan karena pada saat melewati inverter potensi kehilangan energinya bisa sebesar 5%, sehingga kebutuhan baterai adalah:

$$\text{Jumlah baterai} = \text{Daya beban} : 95\% : \text{Kapasitas baterai} \dots \dots \dots (2.3)$$

**2.2 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dilakukan mulai dari analisis masalah pada sistem hidroponik NFT, studi pustaka, perancangan alat, pembuatan alat, dan pengujian alat seperti pada diagram alir di bawah:

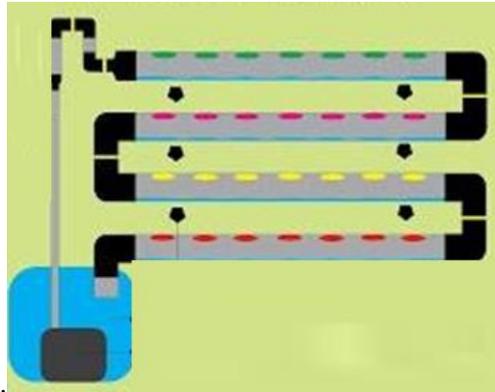


Gambar 2.5 Diagram Alir Penelitian

### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Pembuatan Konstruksi Hidroponik NFT

Desain hidroponik yang dibuat sesuai dengan gambar berikut :



**Gambar 3.1 Desain Konstruksi Hidroponik NFT**

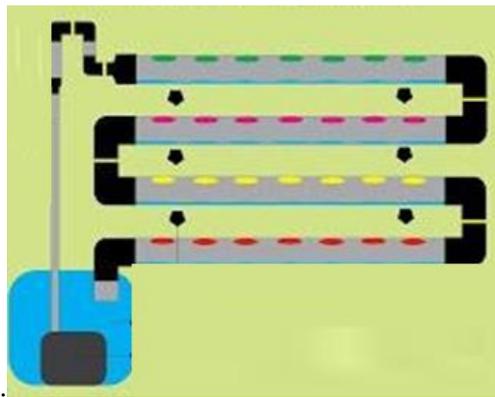
Berdasarkan desain di atas maka dibuat konstruksi hidroponik NFT dengan rangka dudukan untuk pipa paralon terbuat dari besi hollow 4 x 2 cm seperti pada gambar berikut:



**Gambar 3.2 Konstruksi Hidroponik NFT yang Dibuat**

#### 3.1. Hasil Pembuatan Konstruksi Hidroponik NFT

Desain hidroponik yang dibuat sesuai dengan gambar berikut :



**Gambar 3.1 Desain Konstruksi Hidroponik NFT**

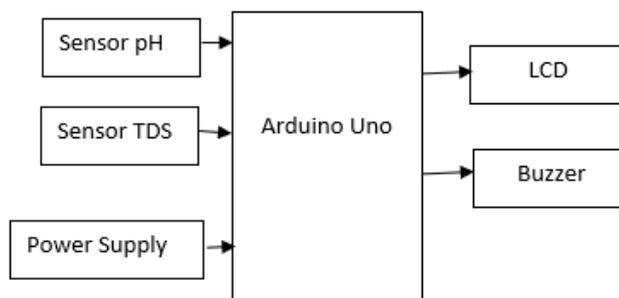
Berdasarkan desain di atas maka dibuat konstruksi hidroponik NFT dengan rangka dudukan untuk pipa paralon terbuat dari besi hollow 4 x 2 cm seperti pada gambar berikut:



**Gambar 3.2 Konstruksi Hidroponik NFT yang Dibuat**

### 3.2 Hasil Pembuatan Rangkaian Kontrol pH dan Nutrisi

Blok diagram untuk rangkaian kontrol pH dan Nutrisi sebagai berikut :



**Gambar 3.3 Blok diagram Rangkaian Kontrol pH dan Nutrisi**

Pada penelitian ini tanaman yang digunakan adalah selada dengan kebutuhan pH dan nutrisi berdasarkan Tabel 1 yaitu pH 6 – 7 dan kandungan nutrisi 560 – 840 ppm. Berdasarkan kebutuhan pH dan nutrisi tersebut maka dibuat program untuk mikrokontroler Arduino Uno dimana pembacaan pH dan PPM ditampilkan pada layar LCD dan buzzer akan berbunyi jika nilai pH atau PPM diluar nilai yang telah ditentukan. Jika hanya salah satu indikator yang kurang (hanya pH atau PPM) maka buzzer akan berbunyi beep satu kali setiap 200 ms sedangkan jika nilai pH dan PPM sama-sama di luar nilai yang dibutuhkan tanaman maka buzzer akan berbunyi beep dua kali setiap 200 ms. yang Berikut ini tampilan sistem kontrol pH dan PPM yang telah dibuat.



**Gambar 3.4 Hasil Pembuatan Kontrol pH dan PPM**

Nilai tegangan yang ditampilkan pada layar adalah nilai tegangan untuk setiap pembacaan nilai pH sesuai tabel berikut:

**Tabel 2. Hasil Percobaan Hubungan Nilai pH dan Tegangan**

No	Nilai PH	Tegangan (Volt)
1	7,31	2,55
2	7,20	2,40
3	6,90	2,45
4	6,43	2,36
5	6,11	2,35

Ketika nilai pH di luar nilai kebutuhan tanaman maka diperlukan penambahan larutan untuk menurunkan atau menaikkan pH (pH *down* dan pH *up*). Tabel berikut menunjukkan perubahan pH setiap penambahan 5 mL pH down (Asam Fosfat 10%) ke dalam 20 L air.

**Tabel 3. Hasil Percobaan Perubahan pH setiap Penambahan 5 mL pH *down***

No	Volume AB Mix (mL)		pH	Selisih
	Larutan A	Larutan B		
1	0	0	7,9	
2	5	5	7,3	0,6
3	10	10	6,9	0,4

4	15	15	6,7	0,2
5	20	20	6,5	0,2
6	25	25	6,3	0,2
7	30	30	6,2	0,1
8	35	35	6,0	0,2
<b>Rata-rata perubahan pH/5mL</b>				<b>0,27</b>

Berdasarkan percobaan di atas maka diperoleh untuk setiap penambahan larutan pH down sebanyak 5 mL ke dalam 20 L air maka nilai pH akan turun sekitar 0,27.

Sedangkan untuk nilai PPM, tergantung pada larutan AB Mix yang dimasukkan ke dalam air. Tabel di bawah ini menunjukkan nilai PPM untuk setiap 5 mL larutan AB Mix yang dimasukkan ke dalam air 20 Liter air yang akan digunakan untuk tanaman hidroponik.

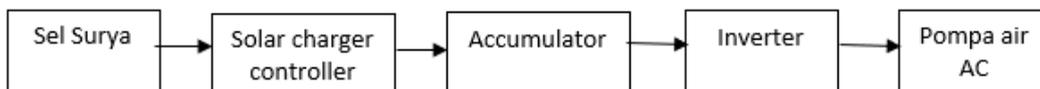
**Tabel 4. Hasil Percobaan Perubahan Nilai PPM setiap Penambahan AB Mix**

No	Volume AB Mix (mL)		PPM	Selisih
	Larutan A	Larutan B		
1	0	0	91	
2	5	5	155	64
3	10	10	222	67
4	15	15	263	41
5	20	20	315	52
6	25	25	366	51
7	30	30	417	51
8	35	35	462	45
9	40	40	504	42
10	45	45	549	45
<b>Rata-rata perubahan PPM/5mL</b>				<b>50,89</b>

Dari tabel di atas dapat dihitung nilai rata-rata perubahan PPM setiap penambahan 5 mL larutan A dan 5 mL larutan B sebesar: 50,89.

### 3.3. Hasil Instalasi Rangkaian PLTS

Rangkaian PLTS yang dibuat sesuai dengan blok diagram di bawah:



**Gambar 3.5 Blok Diagram PLTS**

Pada rangkaian PLTS ini beban yang digunakan adalah pompa air AC dengan daya 32 Watt. Karena pompa harus menyala terus-menerus maka kebutuhan energi listrik adalah:  $W = 32 \text{ Watt} \times 24 \text{ hour} = 768 \text{ Wh}$ . Pada penelitian ini sel surya yang digunakan adalah sel surya polikristal 50 Wp. Berdasarkan rumus (2.1) maka jumlah panel surya yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Panel Surya} &= \text{energi listrik beban} : 60\% : 5 \text{ jam} : W_p \text{ panel surya} \\ &= 768 \text{ Wh} : 60\% : 5 \text{ h} : 50 \text{ Wp} = 5,12 \text{ (dibulatkan menjadi 6)} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk kebutuhan baterai, dengan menggunakan rumus (2.2) dan kapasitas baterai 12 V 100 Ah diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah baterai} &= \text{Daya beban} : 95\% : \text{Kapasitas baterai} \\ &= 768 \text{ Wh} : 0,95 : (12 \text{ V} \times 70 \text{ Ah}) = 0,96 \text{ (dibulatkan menjadi 1)} \end{aligned}$$

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Setiap penambahan 5 mL pH *down* (Asam Fosfat 10%) pada 20 L air terjadi penurunan pH rata-rata 0,27.
2. Penambahan setiap 5 mL larutan A dan 5 mL larutan B pada 20 L air untuk tanaman hidroponik maka terjadi kenaikan PPM rata-rata sebesar 50,89.
3. Jumlah Panel surya 50 Wp yang dibutuhkan untuk mencatu beban AC 32 Watt selama 24 jam per hari adalah 6 buah.
4. Jumlah baterai 12 V 70 Ah yang dibutuhkan untuk mencatu beban AC 32 Watt per hari adalah 1 buah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Singgih, Muhammad, Kusuma Prabawati dan Dhiyaul Abdulloh. 2019. “*Bercocok Tanam Mudah dengan Sistem Hidroponik NFT*.” Jurnal Abdikarya, vol 03, no. 1: 21-24.
- [2] Huda, Irfan, Hery Setyawan, A. B. Nugroho. 2020. “*Perancangan Sistem Hidroponik dengan Metode NFT*.” Skripsi, Universitas Muhammadiyah Jember.
- [3] Rosanti, Dewi, dkk. 2019. “*Pelatihan Teknologi Hidroponik dengan Sistem NFT Bagi Siswa SMA Negeri 2 Kabupaten Rejang Lebong Bengkulu*.” JICE, vol. 1, no. 1: 34-39
- [4] Ratna Wati, Dewi dan Walidatush Sholihah. 2021. “*Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino*.” Skripsi, IPB
- [5] FTMM, “*Sistem NFT Otomatis Menggunakan Arduino*”. Tanggal diakses 1 April 2023. <https://ftmm.unair.ac.id/sistem-hidroponik-nft-otomatis-menggunakan-arduino>.
- [6] Humas, ITK. “*Pemanfaatan Lahan Sempit dengan Sistem Hiroponik NFT*”. Tanggal diakses 1 April 2023. <https://itk.ac.id/pemanfaatan-lahan-sempit-dengan-sistem-hidroponik-nft>
- [7] Khumaidi, Agus. “*Mikrokontroler Arduino*”. Tanggal diakses 1 April 2023. <https://lecturer.ppns.ac.id/aguskhumaidi/2019/09/05/mikrokontroler-arduino>.
- [8] B. Perteka, N. Piarsa, and K. S. Wibawa. “*Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis Internet of Things*.” J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi), vol. 8, no. 3 (2020): 197–210.
- [9] Nerd tutorial. “*Arduino with TDS Sensor (Water Quality Sensor)*.” Tanggal diakses 3 April 2023. <https://randomnerdtutorials.com/arduino-tds-water-quality-sensor>.
- [10] Rahmawati, Y and Sujito. 2019. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- [11] <https://www.gesainstech.com/2021/05/cara-menghitung-kebutuhan-plts-skala.html> (diakses tanggal 20 Oktober 2023).