

## PENGATUR NUTRISI PADA SISTEM *NUTRIENT FILM TECHNIQUE* (NFT) MODEL TANAM HYDROPONIC TENAGA SURYA

**Niken Pramudita Sari**

Progam Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : [nikensari@mhs.unesa.ac.id](mailto:nikensari@mhs.unesa.ac.id)

**Achmad Imam Agung**

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : [achmadimam@unesa.ac.id](mailto:achmadimam@unesa.ac.id)

### Abstrak

Perkembangan Teknologi saat ini sangatlah pesat, sehingga banyak teknologi-teknologi baru yang bermunculan disekitar kita, salah satunya yaitu *hydroponic*. *Hydroponic* sendiri yaitu model tanam yang tanpa mengguna tanah sebagai media tanamnya. Pada *hydroponic* sistem yang mudah dijumpai adalah *nutrient film technique* (nft). Dalam pembuatan rangkaian *hydroponic* nft ini untuk mengalirkan nutrisi yang di alirkan oleh pompa membutuhkan energi listrik yang besar, karena nutrisi mengalir secara terus-menerus. Tujuan dari pembuatan alat tersebut yaitu untuk mengatasi penggunaan listrik yang besar sehingga diinovasikan dengan pemakaian *solar cell* sebagai sumber energi listrik, pemakaian sensor YL69 sebagai pengontrol pada nyala pompa dan DHT 11 sebagai pengukur suhu ruang disekitar dan mengetahui cara kerja dari alat tersebut. Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu eksperimen bagaimana cara kerja pompa dan kapasitas *sollar cell* yang digunakan mampu mencukupi kebutuhan beban pemakaian. Hasil dari penelitian ini pompa dapat menyala secara otomatis sesuai dengan pembacaan sensor YL69 dibawah nilai yang ditetapkan seber 450, jika sensor membaca sebesar 420 maka pompa akan menyala dan akan menyiram selama 4 menit. Panel surya yang direncanakan sebesar 50Wp dan baterai 35 Ah mampu mensuplai total bebas sebesar 68,556 Wh dengan kapasitas baterai sebesar 420 Ah. Sehingga baterai yang terpakai sebesar 16,32%.

**Kata Kunci:** *Hydroponic, Nutrient Film Technique (NFT), Energi surya, Arduino UNO, DHT11, Sensor YL69.*

### Abstract

Current technological developments are very rapid, so many new technologies are emerging around us, one of which is hydroponic. Hydroponic itself is a planting model that does not use the land as a planting medium. The hydroponic system that is easily found in the nutrient film technique (nft). In making this hydroponic nft circuit to drain nutrients that are flowed by the pump requires a large amount of electrical energy, because nutrients flow continuously. The purpose of making the tool is to overcome the large electricity usage so that it is innovated with solar cell monitoring as a source of electrical energy, the use of the YL69 sensor as a controller on the pump and DHT 11 as the ambient temperature gauge and know how the device works. The method carried out in this study is an experiment on how the pump works and the cell solar capacity used to meet the usage load requirements. The results of this research pump can be lit automatically according to the YL69 sensor reading below the set value of 450, if the reading sensor is 420 then the pump will turn on and will flush for 4 minutes. The planned solar panel is 50Wp and the 35 Ah battery is capable of supplying a free total of 68,556 Wh with a battery capacity of 420 Ah. So that the battery used is 16.32%.

**Keywords:** *Hydroponics, Nutrient Film Technique (NFT), Solar Energy, Arduino UNO, DHT11, Sensor YL69.*

## PENDAHULUAN

Di era globalisasi saat ini, perkembangan teknologi sangatlah pesat, sehingga tidak dapat terbendung lagi. Banyak teknologi-teknologi baru yang dijumpai disekitar kita. Salah satunya model tanam baru yang disebut dengan *hydroponic*. *Hydroponic* merupakan metode bercocok tanam tanpa tanah. Bukan hanya dengan air sebagai media pertumbuhannya, seperti makna leksikal

dari kata hidro yang berarti air, tapi juga dapat menggunakan media-media tanam selain tanah seperti kerikil, pasir, sabut kelapa, zat silikat pecahan batu karang atau batu bata, potongan kayu dan busa (Siswadi dan Yuwono, 2015).

Bertanam secara *hydroponic* sudah menjadi tren saat ini dikalangan masyarakat perkotaan, dikarenakan ketersediaan lahan yang semakin terbatas, sehingga

adanya metode tanam ini sangat membantu. Selain itu sistem *hydroponic* ini memiliki sifat yang dapat dipindah-pindah, namun juga memiliki kekurangan bagi orang yang memiliki kegiatan padat tidak dapat merawatnya dengan maksimal. Sehingga perlu adanya sistem otomatisasi untuk mempermudah dalam merawatnya, dalam pemberian nutrisi disaat yang tepat.

Dalam sistem *hydroponic* banyak berbagai macam sistem tanam yang dapat digunakannya salah satunya yaitu *Nutrient Film Technique* (NFT). Pada sistem tersebut tanaman tumbuh dalam lapisan yang berisi larutan nutrisi yang disirkulasikan secara terus menerus dibantu dengan pompa. Dan pompa disini membutuhkan tenaga listrik yang disuplai oleh PLN. Jika listrik PLN mengalami gangguan atau pemadaman maka akan mengganggu sistem sirkulasi nutrisi yang dapat berdampak pada pertumbuhan dari tanaman tersebut. Selain itu juga memanfaatkan sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan daripada sumber energi saat ini yang kebanyakan berasal dari fosil. Sehingga dengan terjadinya gangguan tersebut perlu adanya inovasi energi terbarukan yang ramah lingkungan serta dapat diterapkan di Indonesia. Energi terbarukannya yang dapat diterapkan di Indonesia yaitu pemanfaatan energi surya, sehingga dengan adanya masalah tersebut telah mendorong penulis untuk mengangkat judul “Sistem Otomasi Pengatur Nutrisi Pada Hydroponic *Nutrient Film Technique* (NFT) Menggunakan Tenaga Surya”.

## KAJIAN TEORI

Energi merupakan kemampuan suatu benda untuk melakukan usaha (kerja) atau gerak. Dalam Sistem Internasional (SI) energi dinyatakan dalam satuan Joule (J). Menurut hukum Termodinamika Pertama bahwa energi bersifat kekal, energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat berubah bentuk (konversi) dari bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain. (Ardi Al-Maqassary, 2016). Berbagai bentuk energi yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari salah satunya yaitu energi listrik. Energi listrik adalah energi yang ditimbulkan oleh benda yang bermuatan listrik. Muatan listrik. Muatana listrik yang diam (statis) menimbulkan energi potensial listrik dan energi magnet.

Sumber energi listrik dari berbagai hal dan salah satu sumber energi yang ramah lingkungan yaitu energi surya. Energi surya adalah energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya, arsitektur surya dan fotosintesis buatan. (Tiumauli Samosir, 2015)

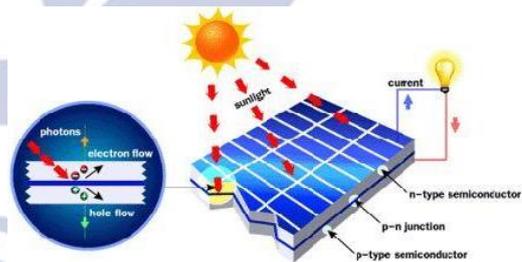
## Photovoltaic

*Photovoltaic* (PV) adalah suatu sistem atau cara langsung untuk mentransfer radiasi matahari atau energi cahaya menjadi energi listrik. Sistem *photovoltaic* bekerja dengan prinsip efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* adalah fenomena dimana suatu sel *photovoltaic* dapat menyerap energi cahaya dan merubahnya menjadi energi listrik. Efek *photovoltaic* didefinisikan sebagai suatu fenomena munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat berada di bawah matahari. (Goetzberger Adolf dan Volker U. Hoffmann, 2005)

Pada dasarnya, sistem *photovoltaic* terdiri dari *pn junction* atau ikatan antara sisi positif dan negatif dalam sebuah semikonduktor. Perangkat ini juga biasa dikenal sebagai sel surya. Bahan semikonduktor pada sel surya harus mampu menyerap sebagian besar dari spektrum matahari.

## Cara Kerja Photovoltaic

Photovoltaic sendiri terdiri dari kristal silikon yang memiliki dua lapisan *silisium doped*. Lapisan ini memiliki dua sisi dimana sisi yang menghadap ke cahaya matahari memiliki *doped* negatif dengan lapisan *fosfor* sedangkan lapisan bawahnya terdiri dari *doped* positif dengan lapisan *borium*. (Andi Julisman dkk, 2017)



Gambar 1 Cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction

(Sumber : [www.teknologisurya.com](http://www.teknologisurya.com), 2019)

## Solar Charger Controller

*Solar Charger controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang di isi ke dalam *baterai* dan di ambil dari *baterai* ke beban. *Solar charger controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena *baterai* sudah terisi penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya atau *solar cell*. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur pemakaian *baterai*. Pada *solar cell* 12 volt umumnya memiliki tegangan output 16-21 Volt.



Gambar 2 Solar Charger Controller  
Sumber : Andi Julisman, 2017

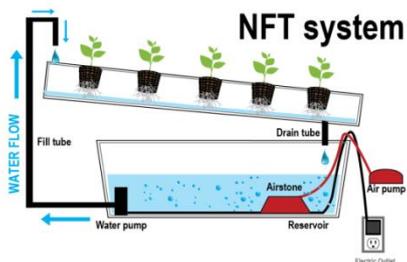
### Hydroponic

*Hydroponic* adalah lahan budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah sehingga *hydroponic* merupakan aktivitas pertanian yang dijalankan dengan menggunakan air sebagai medium untuk menggantikan tanah. Sehingga sistem bercocok tanam secara *hydroponic* dapat memanfaatkan lahan yang sempit. Pertanian dengan menggunakan sistem *hydroponic* memang tidak memerlukan lahan yang luas dalam pelaksanaannya.

### Metode Hydroponic

Prinsip dasar *hydroponic* dibagi menjadi dua yaitu *hydroponic substrat* dan *NFT (nutrient film technique)*. Kedua bentuk *hydroponic* tersebut dapat dibuat teknik-teknik baru yang dapat disesuaikan dengan kondisi dan ruang yang tersedia.

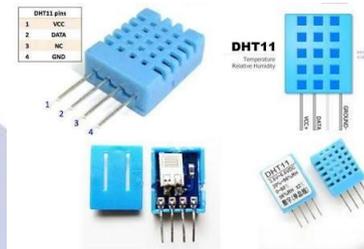
- a. *Hydroponic Substrat*  
*Hydroponic substrat* yaitu *hydroponic* yang tidak menggunakan air sebagai media, tetapi menggunakan media padat pengganti tanah, yang dapat menyerap nutrisi, air dan oksigen. Media yang digunakan antara lain pasir, serbuk gergaji, atau gambut.
- b. *Hydroponic NFT*  
*Hydroponic NFT (nutrient film technique)* merupakan model budidaya dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Dalam sistem *NFT* ketinggian larutan adalah 3mm, untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan oksigen pada tanaman.



Gambar 3 Nutrien Film Technique  
(Sumber : Ida Syamsu Rodiah, 2014)

### Sensor Kelembapan DHT11

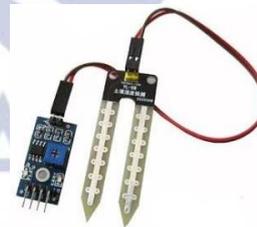
DHT11 adalah salah satu sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus, yakni suhu dan kelembapan udara (*humandity*). Dalam sensor ini terdapat sebuah thermistor tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*) untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembapan tipe resistif dan sebuah mikrokontroler 8-bit yang mengolah kedua sensor tersebut dan mengirim hasilnya ke pin *output* dengan format *single wire bi-directional* (Kabel tunggal dua arah).



Gambar 4 Sensor DHT11  
(Sumber : Ajang Rahmat, 2016)

### Sensor Kelembapan Tanah YL-69

Sensor kelembapan tanah atau dalam istilah bahasa inggrisnya *soil moisture sensor* adalah jenis sensor kelembapan yang mampu mendeteksi intensitas air di dalam tanah (*moisture*). Sensor ini terdiri dari dua *probe* untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (*resistansi kecil*), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (*resistansi besar*).



Gambar 5 Sensor YL69  
Sumber : Dina Rahmawati, 2017

### Ralay

*Ralay* adalah suatu piranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor (saklar) yang tersusun. Kontaktor akan tertutup (*on*) atau terbuka (*off*) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Fitur yang dimiliki oleh *ralay* yaitu kontak arus tinggi dan *switching* kapasitas untuk 10 A.



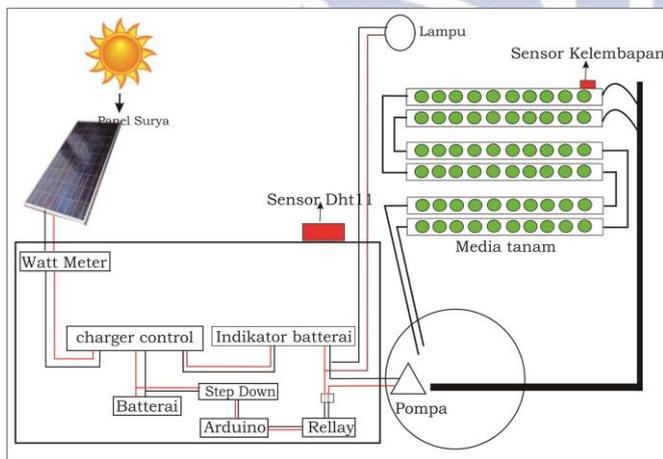
Gambar 6 Relay 2 chanel  
(Sumber : Yopi Ardinal 2018)

### METODE PENELITIAN

Data yang telah didapat dari observasi, pengamatan dan pengukuran secara langsung selanjutnya dianalisis. Adapun teknik pengumpulan datanya adalah sebagai berikut :

1. Mempelajari karakteristik *photovoltaic* yang akan digunakan.
2. Pengujian terhadap sensor kelembapan dan sensor DHT11 sebagai pembaca suhu, sensor kelembapan YL69 sebagai otomasi pengatur nutrisi pada hydroponic yang akan menyalakan pompa sesuai dengan kondisi yang dibaca oleh sensor.
3. Mampu untuk menyalakan pompa yang akan digunakan.

### PERENCANAAN SISTEM



Gambar 7 Perencanaan Sistem

Dari Gambar 7 dapat dilihat gambar perencanaan sistem, dimana alat dapat bekerja menggunakan energi surya sebagai sumber energi. Energi surya diserap oleh *photovoltaic* kemudian masuk *solar charger control* yang berfungsi untuk mengatur arus yang masuk ke dalam baterai untuk menghindari adanya *overcharging* dan *overvoltage*. Kemudian dari *solar charger control* di simpan pada baterai . Dari baterai kemudian bisa digunakan untuk menyalakan beban, antara lain pompa, lampu penerangan, dan sensor.

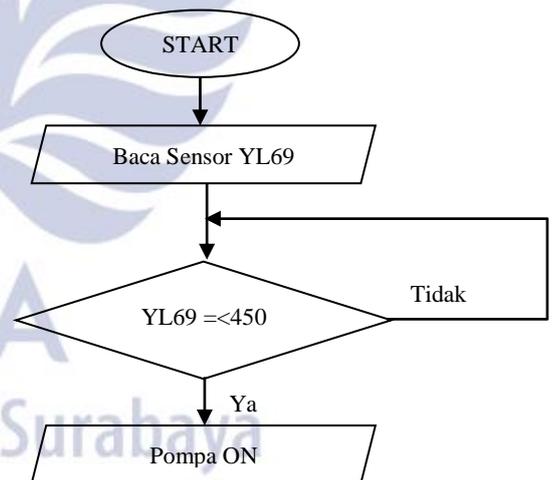
Pompa berfungsi untuk mengalirkan nutrisi dari penampung nutrisi ke media tanam. Pompa akan menyala sesuai dengan sensor kelembapan YL69, jika sensor

membaca dibawah nilai sensor yang telah ditentukan maka pompa akan menyala untuk mengalirkan nutrisi pada media tanam, dan kembali ke bak penampung secara berulang, sampai nilai kelembapan yang dibutuhkan tanaman terpenuhi dan pompa akan mati. Dan akan terjadi berulang jika sensor membaca dibawah nilai yang telah ditentukan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Perancangan Alat

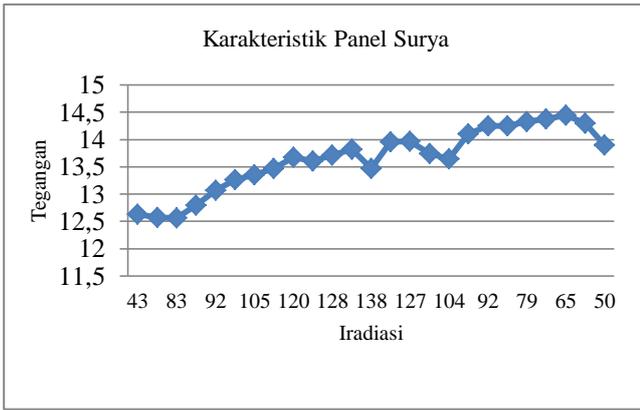
Dalam perancangan alat dibagi menjadi dua yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Pada perancangan *hardware* yaitu membuat rangkaian *hydroponic nutrient film technique* (nft) menggunakan pipa pvc ukuran 2 inch dengan panjang masing 100cm, dan setiap panjang 100cm terdapat 10 lubang tanaman. Pompa air yang digunakan yaitu sebesar 3,6 Watt, dengan kecepatan 400 liter per jam. Panel surya yang digunakan sebesar 50 Wp (*Watt Peak*), lampu penerangan 5 watt dan baterai yang digunakan sebesar 35 Ah (*Ampere Hour*) dan menyusun piranti sensor, relay, LCD (*liquid crystal display*) pada arduino. Dan pada perancangan *software* yaitu membuat program arduino sebagai kontrol untuk menyalakan pompa secara otomatis sesuai dengan kondisi kelembapan yang dibaca oleh sensor YL69, dapat dilihat pada flow chart Gambar 8.



Gambar 8 Flow Chart Program Arduino UNO

#### Pengujian Karakteristik Panel Surya

Pada pengujian ini didapatkan data yang dapat dilihat pada Gambar 9. Dari gambar grafik tersebut cahaya berbanding lurus terhadap nilai tegangan yang masuk. Jika nilai intensitas cahaya yang masuk tinggi maka nilai tegangan juga tinggi, dan sebaliknya jika nilai intensitas cahaya yang masuk rendah maka nilai juga rendah.



Gambar 13 Grafik Karakteristik Panel Surya

Tabel 1 Pengambilan Data Sensor YL69

Pengambilan Data sensor YL69					
No	Waktu	Iradiasi Intensitas Cahaya ( $\frac{W}{m^2}$ )	Tegangan (V)	Sensor YL89	Pompa
1	07.00	43	12,63	370	ON
2	07.20	47	12,57	435	ON
3	07.40	83	12,56	430	ON
4	08.00	89	12,8	440	ON
5	08.20	92	13,07	430	ON
6	08.40	96	13,27	430	ON
7	09.00	105	13,35	425	ON
8	09.20	114	13,47	425	ON
9	09.40	120	13,68	425	ON
10	10.00	124	13,61	415	ON
11	10.20	128	13,71	410	ON
12	10.40	132	13,82	405	ON
13	11.00	138	13,47	390	ON
14	11.20	130	13,96	390	ON
15	11.40	127	13,97	385	ON
16	12.00	116	13,74	385	ON
17	12.20	104	13,65	390	ON
18	12.40	97	14,1	400	ON
19	13.00	92	14,25	415	ON
20	13.20	81	14,25	405	ON
21	13.40	79	14,33	420	ON
22	14.00	71	14,38	415	ON
23	14.20	65	14,45	430	ON
24	14.40	54	14,3	420	ON
25	15.00	50	13,9	430	ON

Pada kali ini akan dilakukan pengujian terhadap kinerja pompa yang menyala sesuai dengan kondisi kelembapan pada media tanam, yang dapat dilihat dari sensor YL69 yang telah terprogram dengan board arduino uno. Pompa telah bekerja sesuai dengan program pada arduino, dimana pompa akan menyala jika sensor YL69 membaca kelembapan dibawah 450, dengan lama

penyiraman selama 4menit, dan kecepatan aliran 1,5 liter/menit.

Pengujian selanjutnya adalah intensitas cahaya, tegangan dan arus yang masuk dari panel surya ke baterai, yang ditengahnya telah terhubung pada watt meter sehingga dapat terbaca berapa besar nilai tegangan yang masuk dan arus yang masuk pada baterai. Dan tegangan dan arus yang masuk selama pengujian telah sesuai dengan teori, dimana semakin besar nilai intensitas cahaya maka akan semakin tinggi pula nilai tegangan dan nilai arus yang masuk dari panel surya ke baterai.

Berikut ini adalah persamaan rumus yang digunakan untuk untuk menghitung konsumsi daya menggunakan data sheet :

Tabel 2 Beban yang digunakan menurut data sheet

No	Komponen	Daya (Watt)	Waktu (jam)
1	Lampu	5	12
2	Pompa	3,6	2
3	Sensor YL69	0,17	24
4	Sensor DHT11	0,15	24

$$\text{Konsumsi daya} = P \times t \quad (1)$$

Keterangan :

P = Daya (watt)

t = Waktu (jam)

Pada tabel 2 dapat dihitung dengan persamaan 1 maka dari itu diperoleh konsumsi daya:

Beban 1 = 60 Wh (Watt Hour)

Beban 2 = 7,2 Wh (Watt Hour)

Beban 3 = 4,08Wh (Watt Hour)

Beban 4 = 3,6 Wh (Watt Hour)

$$\text{Total beban} = \text{Beban1} + \text{Beban2} + \text{Beban3} + \text{Beban4} \quad (2)$$

Setelah menghitung konsumsi daya, lalu menghitung total beban menggunakan persamaan 2 diperoleh 74,88Wh.

Konversi perhitungan Kapasitas baterai :

$$\text{Kapasitas batterrai} \times \text{Tegangan Baterai} \quad (3)$$

Kapasitas baterai sebesar 35 Ah (*Ampere Hour*) dikonversikan menjadi satuan watt *hour* (Wh) dan tegangan 12V. Dengan menggunakan persamaan 3 diperoleh 420Wh

$$\text{Pemakaian Baterai} = \frac{\text{Total Beban (Wh)}}{\text{Kapasitas Baterai (Wh)}} \times 100\% \quad (4)$$

Untuk menghitung pemakaian baterai dapat dihitung dengan persamaan 4 diperoleh 17,82%

Sisa Kapasitas baterai = 100% - Pemakaian (5)

Untuk mengetahui sisa pemakaian baterai selama 1 hari dapat dihitung dengan persamaan 5 sehingga di dapatkan hasil sisa baterai sebesar 82,18%.

Berikut ini adalah persamaan rumus yang digunakan untuk untuk menghitung konsumsi daya menggunakan data pengukuran :

Tabel 3Beban yang digunakan menurut data pengukuran

N o	Komponen	Arus (A)	Tegangan (V)	Waktu (jam)
1	Lampu	0,4	12	12
2	Pompa	0,28	12	2
3	Sensor YL69	0,035	5	24
4	Sensor DHT11	0,003	5	24

Daya = I x V (6)

Keterangan :

I = Arus

V = Tegangan

Pada Tabel 3 dapat dihitung dengan persamaan (6) maka diperoleh daya :

Beban 1 = 4,8 Watt

Beban 2 = 3,35 Watt

Beban 3 = 0,175Watt

Beban 4 = 0,015 Watt

Setelah menghitung daya, dari persamaan 6 dan melihat Tabel 3 untuk menentukan waktu, dapat diketahui konsumsi daya dari persamaan 1 diperoleh nilai sebesar di bawah ini :

Beban 1 = 57,5 Wh (Watt Hour)

Beban 2 = 6,72Wh (Watt Hour)

Beban 3 = 4,2 Wh (Watt Hour)

Beban 4 = 0,36 Wh (Watt Hour)

Setelah menghitung konsumsi daya dari persamaan 6, lalu menghitung total beban menggunakan persamaan 2 diperoleh 68,78 Wh

Dari perhitungan konversi perhitungan kapasitas baterai 3 dan pemakaian baterai dari persamaan 4 di peroleh nilai sebesar 16,37 %.

Dari persamaan 5 maka sisa pemakaian kapasitas baterai sebesar 83,63 %.

Tabel 4 Perbandingan Perhitungan

Komponen	Perhitungan Data Sheet	Perhitungan Pengukuran
Lampu	60 Wh	57,5 Wh
Pompa	7,2 Wh	6,72 Wh
Sensor YL69	4,08 Wh	4,2 Wh
Sensor DHT11	3,6 Wh	0,36 Wh
Total pemakaian beban	74,88 Wh	68,78 Wh
Total penggunaan baterai	17,82%	16,37%

Setelah pengujian tegangan dan arus yaitu pengujian terhadap pemakain beban terhadap pembangkitan. Dimana pemakaian beban total yaitu sebesar 68,78Wh yang dapat dilihat pada Tabel 4, dan baterai yang digunakan sebesar 420Wh. Sehingga kapasitas penyimpanan pada baterai mampu mensuplay total pemakaian beban, dan kapasitas baterai yang terpakai selama satu hari sebesar 16,37% sehingga masih tersisa sebesar 83,63%.

Dari perhitungan menggunakan perhitungan data sheet dan perhitungan pengukuran terjadi selisih pada total penggunaan baterai ini biasanya terjadi karena akurasi suatu alat yang menyebabkan perbedaan. Pada persamaan 4 sebesar 17,82 dan pada persamaan 8 16,37% yang dapat dilihat pada Tabel 4.

## PENUTUP SIMPULAN

Perancangan sistem hydroponic *nutrient film technique* (nft) tenaga surya, perancangan sesuai dengan perencanaan yaitu, pembuatan sistem hydroponic, pencangan program arduino, dan merangkai keseluruhan komponen.

Kinerja alat sesuai dengan perencanaan yaitu dapat menyalakan dan mematikan pompa secara otomatis sesuai dengan besarnya nilai sensor yang telah ditentukan. Panel surya dan baterai yang digunakan dapat memenuhi kebutuhan beban dimana dari Tabel 4 dapat lihat total pemakaian baterai dari data pengukuran sebesar 16,37%.

## SARAN

Untuk mendapatkan otomatis yang seuai dengan sistem hydroponic butuhkan, maka harus melakukan ujicoba beberapa kali untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

Untuk output *solar cell* yang lebih optimal, sebaiknya ada motor penggerak yang dapat menggerakkan *solar cell* menuju arah datangnya sinar matahari. Dan untuk suplai beban yang lebih besar dapat ditambahkan jumlah *solar cell* dan betterai dengan

catatan kapasitas baterai dan *solar cell* yang ditambahkan sama besar dayanya.

#### DFTAR PUSTAKA

- Al-Maqassary Ardi. 2016. *Pengertian Energi dan Macam-Macam Bentuk Energi*, (online), (<http://e-journal.com/2013/11/pengertian-energi-dan-macam-macam-bentuk/>), diakses 11 oktober 2017).
- Anonim. 2017. Dasar Sistem Hydroponic dan Bagaimana Sistem Hydroponic Tersebut Bekerja (bagian 6) Nutrient Film Technique (NFT). (Online) (<https://klinikhydroponic.com/dasar-sistem-hydroponic-dan-bagaimana-sistem-hydroponic-tersebut-bekerja-6-nutrient-film-technique-nft/>), diakses 4 Juli 2019)
- Ardinal Yopi.2018. Menggunakan Infrared Remote Untuk Menyalakan Led Menggunakan *Ralay 2 Channel*. (Online) (<https://www.google.com/amp/s/yopiardinal.wordpress.com/2018/07/03/menggunakan-infrared-remote-untuk-menyalakan-led-menggunakan-ralay-2-channel/>) diakses 4 juli 2019)
- Goetzberger Adolf, Volker U. Hoffmann.2005. *Photovoltaic Solar Energy Generation*. Jerman : Springer
- Julisman Andi, Ira Dewi Sara dkk. 2017.”*Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola*”. Jurnal Online Teknik Elektro. Vol.2, No.1. e-ISSN : 2252-7036
- Luthfy Pristian. 2015. “*Rancang Bangun Sistem Otomasi Hydroponic NFT (Nutrient Film Technique) Universitas Telkom*”. 2-Prociding of Applied Science : Vol.1, No. 1. ISSN : 2442-5826
- Rahmat Ajang.2016. Cara Mudah Program Sensor Suhu Dan Kelembapan DHT11 Dengan Arduino. (Online) (<https://www.google.com/amp/s/kelasrobot.com/amp/cara-mudah-program-sensor-suhu-dan-kelembapan-dht11-dengan-arduino/>), diakses 4 Juli 2019)
- Rahmawati Dian.2017. “Karakterisasi Sensor Kelembaban Tanah (YL-69) Untuk Otomatisasi Penyiraman Tanaman Berbasis Arduino Uno”. *Jurnal Prosiding SKF*. ISBN: 978-602-61045-3-3
- Rodiah Ida Syamsu. 2014. “Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hydroponic”. Jurnal Universits Tulungagung Bonoworo. Vol 1. No.2
- Samosir Tiurmaruli.2015. *Rekomendasi Energi Panas Bumi sebagai Energi Terbarukan*. (online) (<https://www.kompasiana.com/tiur/>), diakses 12 Mei 2019)
- Siswadi dan Teguh Yuwono, 2015. Uji Hasil Tanaman Sawi Pada Berbagai Media Tanam Secara Hidroponik. Jurnal Innfarm Vol.II.. No.1, 44-50