

## OTOMATISASI SIRKULASI AIR PADA INSTALASI AQUAPONIK DENGAN PANEL SURYA (SOLAR CELL) SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF

Fifin Hindarti

Teknik Energi, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Yogyakarta  
Email: viendarti@yahoo.co.id

Masuk: 10 Juli 2018, Revisi masuk: 19 Juli 2018, Diterima: 20 Juli 2018

### ABSTRACT

*New and Renewable energy is not only an alternative energy that can meet increasing energy needs, but also green energy that does not cause harmful effects on humans and the environment such as energy derived from fossils. The application of solar cells as a source of electrical energy to modern agricultural systems, especially the aquaponics system is one of the efforts to develop new and renewable energy that is environmentally friendly. This research is a technological innovation that can cover the weaknesses of aquaponic systems in general by using solar panels to convert solar energy into electrical energy and equipped with water circulation automation technology so that the water needs are always guaranteed.*

*The design of automatic water circulation regulator hydroponic planting method uses a timer as an automatic, solar panels as energy converters, solar charge controller as a regulator of electric current balance. The implementation of this research consists of several stages, namely: the initial data collection stage, the system development stage, and the research data collection stage.*

*The results showed that the water pump in the aquaponic fish pond on the first, second and third days showed that the water pump was 12 V and the average flow of the fish pond water pump was 1.15 A. The data also showed that The highest measurement carried out for 3 days resulted in an average voltage of 12.68 V and a current of around 1.75 A, and the lowest measurement produced an average voltage of 12.42 V and a current of around 1.63 A. Based on the data in the study this, solar panels with a large 50 wp can meet the load requirements (water pump) to operate so that they can help circulate water in aquaponic installations.*

**Keywords:** *New and Renewable Energy, Solar Panels, Aquaponics, Automatic Water Circulation.*

### INTISARI

Energi baru dan terbarukan bukan hanya merupakan energi alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat, tapi juga merupakan energi hijau yang tidak menimbulkan dampak berbahaya bagi manusia dan lingkungan seperti pada energi yang berasal dari fosil. Penerapan sel surya sebagai sumber energi listrik pada sistem pertanian modern, khususnya sistem aquaponik merupakan salah satu upaya untuk mengembangkan energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan. Penelitian ini merupakan inovasi teknologi yang dapat menutupi kelemahan dari sistem akuaponik pada umumnya dengan menggunakan panel surya sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dan dilengkapi dengan teknologi otomasi sirkulasi air agar kebutuhan air selalu terjamin ketersediaannya.

Perancangan pengatur sirkulasi air otomatis metode tanam hidroponik menggunakan timer sebagai otomatisnya, panel surya sebagai pengkonversi energi, *solar charge controller* sebagai pengatur keseimbangan arus listrik. Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu: tahap pengumpulan data awal, tahap pengembangan sistem, dan tahap pengumpulan data penelitian.

Hasil penelitian menunjukkan pengujian dari pompa air pada kolam ikan metode aquaponik pada hari pertama, kedua dan ketiga menunjukkan tegangan beban (*water pump*) tersebut sebesar 12 V dan rata-rata arus dari pompa air kolam ikan sebesar 1,15

A. Data juga menunjukkan bahwa Pengukuran tertinggi yang dilakukan selama 3 hari menghasilkan rata-rata tegangan 12,68 V dan arus sekitar 1,75 A, dan pengukuran terendah menghasilkan rata-rata tegangan 12,42 V dan arus sekitar 1,63 A. Berdasarkan data yang ada dalam penelitian ini, panel surya dengan besar 50 wp dapat memenuhi kebutuhan beban (*water pump*) untuk beroperasi sehingga bisa membantu mensirkulasikan air pada instalasi aquaponik.

**Kata-kata kunci:** Energi baru dan Terbarukan, Panel Surya, Aquaponik, Sirkulasi Air Otomatis

## PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan pokok bagi manusia, kebutuhan akan pangan sebagian besar dipenuhi dari sektor pertanian. Indonesia merupakan salah satu negara agraris di dunia sehingga sebagian besar penduduknya bekerja pada sektor pertanian. Jumlah penduduk yang semakin bertambah pesat, membuat lahan pertanian di Indonesia semakin sempit karena banyak penduduk yang merubah lahan pertaniannya menjadi rumah tempat tinggal warga. Banyak petani yang menjual lahan pertaniannya pada investor untuk dijadikan sebagai tempat industri, properti, dan pertokoan, karena ditawarkan dengan harga tinggi, maka petani merelakan lahannya untuk dijual kepada investor, sehingga ketersediaan lahan semakin menipis.

Dengan kondisi yang ada pada saat ini, mulailah masyarakat berpikir untuk membuat inovasi baru dalam sektor pertanian, salah satunya adalah optimalisasi lahan yang terbatas sebagai lahan produktif, yaitu pemanfaatan pekarangan melalui sistem budidaya tanaman yang dipadukan dengan budidaya ikan atau disebut akuaponik. Dalam sistem akuaponik, hasil ekskresi hewan yang terlarut dalam air dialirkan pada tanaman sebagai sumber nutrisi kemudian disirkulasi kembali pada sistem akuakultur dengan kualitas air yang lebih baik.

Teknologi sistem akuaponik diharapkan mereduksi terjadinya krisis pangan, Sistem akuaponik membutuhkan energi listrik untuk mengaktifkan *water pump* yang berfungsi sebagai penyedot air dari bak pemeliharaan ikan ke dalam bak yang berisi tanaman. Di tengah krisis energi yang sedang dihadapi saat ini maka perlu dilakukan diversifikasi energi

dengan memanfaatkan energi terbarukan yang salah satunya adalah energi matahari. Energi matahari bisa dijadikan solusi sebagai pemanfaatan energi terbarukan. Pembangkit listrik tenaga surya merupakan pembangkit yang dimanfaatkan untuk mengkonversi energi cahaya menjadi listrik, PLTS tersusun oleh beberapa sel surya yang dipasang secara seri yang biasa disebut modul surya. PLTS mudah dalam perawatan dan efisien sehingga bisa digunakan untuk modifikasi sistem pertanian modern metode aquaponik.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan dalam penelitian ini yaitu : perancangan sebuah instalasi aquaponik dengan sistem sirkulasi air menggunakan pompa air secara otomatis dengan menggunakan panel surya (*solar cell*) sebagai sumber energi listrik alternatif yang mampu mengatasi permasalahan masyarakat dengan keterbatasan lahan untuk bercocok tanam.

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah merancang sebuah otomasi sirkulasi air menggunakan pompa air pada metode tanam aquaponik dengan menggunakan panel surya (*solar cell*) sebagai sumber energi listrik alternatif

Energi adalah kemampuan melakukan suatu kerja. Energi ini sendiri mempunyai berbagai bentuk salah satunya adalah energi matahari/ surya yang dapat meradiasiannya dalam bentuk cahaya. Energi surya dipancarkan dalam bentuk radiasi gelombang elektromagnetik dengan spektrum panjang gelombang antara 0,3-2,6  $\mu\text{m}$ . Di luar atmosfer bumi konstanta surya (*solar constant*), yaitu jumlah daya yang menimpa satu satuan luas normal

terhadap radiasi pada jarak rata-rata bumi matahari adalah 1367 W/m<sup>2</sup> atau 1,96 kalori/(cm<sup>2</sup> menit). Di permukaan bumi pencahayaan ini (radiasi langsung dan difusi oleh atmosfer) memberikan konstanta yang lebih kecil yakni 1000 W/m<sup>2</sup>, atau sekitar 73,15 % dari konstanta surya. Apabila massa udara meningkat dan untuk daerah tampak dan ultraviolet menurun, hal ini biasanya dibahas sebagai tingkat turbiditas atau polusi atmosfer yang mempengaruhi kualitas radiasi surya.

*Sistem Photovoltaic (PV)* mengubah cahaya matahari secara langsung menjadi listrik. Sebuah sel surya atau PV terdiri dari bahan semikonduktor yang menyerap cahaya matahari. Energi matahari menghantam elektron-elektron lepas dari atomnya, memungkinkan elektron mengalir melalui bahan tersebut untuk menghasilkan listrik. Sel PV disatukan ke dalam modul yang menampung sekitar 40 sel. Kira-kira sepuluh modul-modul ini dipasang dalam PV arrays. PV arrays dapat dipakai untuk membangkitkan listrik untuk sebuah gedung atau dalam jumlah yang besar, bagi sebuah pembangkit daya. Suatu pembangkit tenaga listrik dapat pula memanfaatkan sistem tenaga surya yang terkonsentrasi, dengan memanfaatkan panas matahari untuk membangkitkan listrik. Cahaya matahari dikumpul dan difokuskan dengan cermin untuk menciptakan sumber panas berintensitas tinggi. Sumber panas ini memproduksi uap atau tenaga mekanis untuk menjalankan sebuah generator yang menghasilkan listrik.

### **Komponen Utama PLTS**

#### **Panel Surya (Solar Panel)**

*Solar Panel* mengkonversi tenaga matahari menjadi listrik. Sel silikon (*solar cells*) yang disinari matahari/surya, membuat photon yang menghasilkan arus listrik. Sebuah solarcells menghasilkan kurang lebih 0.5 Volt. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel (untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum). Umumnya kita menghitung maksimum sinar matahari yang diubah menjadi tegangan listrik sepanjang hari adalah 5 jam.

Tenaga listrik pada pagi-sore disimpan dalam baterai, sehingga listrik bisa digunakan pada malam hari dimana tanpa sinar matahari. (<http://solarsuryaindonesia.com>)

#### **Solar Charge Controller**

*Solar Charge Controller* adalah komponen yang berfungsi sebagai pengatur arus listrik (*Current Regulator*) baik terhadap arus yang masuk dari panel PV maupun arus beban keluar / digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan (*OverCharge*), Ini mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai. Sebagian besar Solar PV 12 Volt menghasilkan tegangan keluar (V-Out) sekitar 16 sampai 20 volt DC, jadi jika tidak ada peraturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan yang umumnya baterai 12Volt membutuhkan tegangan pengisian (*Charge*) sekitar 13-14,8 volt (Tergantung Tipe Battery) untuk dapat terisi penuh. (<http://solarsuryaindonesia.com>)

#### **Inverter**

*Inverter* adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (*DC – Direct Current*) menjadi arus listrik bolak balik (*AC – Alternating Current*). *Inverter* mengkonversi arus DC 12/24 volt dari sumber arus backup seperti batere, panel surya/ *solar cell* menjadi AC 220 volt setara PLN. Dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), *inverter* diperlukan untuk menyediakan sumber arus AC untuk perangkat listrik seperti lampu, televisi, pompa air, dan lain-lain. (<http://solarsuryaindonesia.com>)

#### **Baterai**

*Accu* (baterai) merupakan salah satu alat yang dapat mengkonversikan energi listrik menjadi energi kimia, atau energi kimia menjadi energi listrik. *Accu* ini sering dikenal sebagai sel sekunder. Pada saat sel ini diisi atau dialiri arus listrik, maka arus listrik tersebut disimpan ke dalam bentuk energi kimia, dan pada saat sel ini dibebani dengan peralatan listrik, maka energi kimia yang tersimpan akan dirubah menjadi energi listrik.

Secara umum baterai diklasifikasikan menjadi dua yaitu primer dan sekunder.

#### **Dasar-Dasar Perencanaan PLTS**

Perencanaan PLTS memerlukan tiga masukan, yaitu:

- a. Karakteristik modul yang digunakan
- b. Radiasi surya ditempat penerapan
- c. Besar beban peralatan yang akan dipasang listrik.

Sistem sel surya dapat dibangun dalam berbagai ukuran atas dasar kebutuhan energinya. Selanjutnya sistem sel surya itu dapat dikembangkan dan ditingkatkan dengan mudah. Misalnya, bila kebutuhan energi semakin meningkat, cukup dengan jalan menambahkan modul surya, tentunya jika sumber dananya memungkinkan. Selain itu, sistem sel surya gampang untuk dipindahkan bila dipandang perlu. Maka kesimpulannya, keunggulan sistem sel surya itu keandalannya tinggi, biaya operasinya rendah, ramah lingkungan, berbentuk modul, dan biaya konstruksinya rendah

#### **Pertanian Modern**

Pertanian modern adalah praktek-praktek inovatif dan teknik yang berkembang untuk menghasilkan cukup makanan, bahan bakar, dan serat untuk dunia yang terus bertambah sementara pada saat yang sama meminimalkan dampak lingkungan. Pertanian modern menyediakan petani dengan inovasi baru, penelitian dan kemajuan ilmiah untuk menghasilkan produk yang aman, berkelanjutan, dan terjangkau (Motes, 2010). Dalam sistem pertanian modern petani menerapkan teknologi dan informasi untuk mengontrol sebagian besar komponen sistem, pertanian modern cenderung melihat keberhasilan hubungan saling ketergantungan antara sumber daya, teknologi, manajemen, investasi, pasar, dan dukungan politik pemerintah (Motes, 2010).

#### **Hidroponik**

Hidroponik merupakan sebutan untuk sebuah teknologi bercocok tanam tanpa menggunakan tanah. Media untuk menanam digantikan dengan media tanam lain seperti rockwool, arang sekam, zeolit, dan berbagai media yang

ringan dan steril untuk digunakan. Hal yang terpenting pada hidroponik adalah penggunaan air sebagai pengganti tanah untuk menghantarkan larutan hara ke dalam akar tanaman.

Hidroponik sebenarnya berasal dari bahasa Yunani yaitu *hydroponick*. Kata *hydroponick* merupakan gabungan dari dua kata, yaitu *hydro* yang artinya air dan *ponos* yang artinya bekerja. Hidroponik merupakan proses pengerjaan dengan air, yaitu merupakan sistem penanaman dgn media tanam yang banyak mengandung air (Sameto, 2003).

Budidaya tanaman hidroponik dilakukan di dalam *greenhouse*. *Greenhouse* sering diartikan sebagai rumah kaca, namun saat ini penggunaan kaca sudah banyak digantikan dengan plastik karena harganya yang lebih murah dan mudah didapat. Penggunaan *greenhouse* pada dasarnya untuk melindungi tanaman dari faktor alam seperti cuaca yang ekstrim (angin kencang, intensitas hujan dan radiasi matahari yang tinggi), gangguan hama, serta melindungi tanaman dari kelembaban yang tinggi. Penggunaan *greenhouse* membuat tanaman terlindungi dari serangan hama sehingga dapat dihindari penggunaan pestisida dan produk yang dihasilkan menjadi lebih sehat.

#### **Aquaponik**

Aquaponik adalah bentuk khusus dari *Recirculating Aquaculture System* yakni pemeliharaan tanaman dengan media air (hidroponik), yang disusun pada sirkulasi air yang sama dengan media budidaya ikan. Tujuan utama dari aquaponik adalah memanfaatkan nutrisi yang dilepaskan oleh ikan untuk menumbuhkan tanaman, sehingga keberadaan nutrisi tersebut dalam media budidaya tidak mengganggu pertumbuhan ikan (Graber and Junge, 2009). Teknologi aquaponik terbukti mampu berhasil memproduksi ikan secara optimal pada lahan sempit dan sumber air terbatas, termasuk di daerah perkotaan (Ahmad dkk., 2007).

Aquaponik adalah teknik budidaya tanaman menggunakan air sebagai media tanam dan ikan sebagai pemasok

bahan dasar hara/nutrisi bagi tanaman. Sistem pertanian aquaponik sangat sederhana/ simple, sekali bergerak langsung bisa dikerjakan semuanya supaya bisa mengoptimalkan lahan dan dapat bermanfaat ekonomis. Aquaponik terdiri dari dua bagian utama, yakni bagian akuatik (air) untuk pemeliharaan hewan air dan bagian hidroponik untuk menumbuhkan tanaman. Sistem akuatik menghasilkan sisa pakan dan feses yang terakumulasi di dalam air dan bersifat toksis (racun) terhadap hewan air, namun kaya nutrisi yang dapat menjadi sumber hara bagi tanaman dalam sistem hidroponik di atasnya.

Pada sistem ini, dengan luasan lahan yang sama akan dapat dihasilkan dua komoditas sekaligus, yakni sayuran dan ikan. Budidaya sayuran, secara langsung akan didukung oleh sistem di bawahnya (ikan) yang menghasilkan sisa pakan dan kotoran yang mengandung hara konsentrasi tinggi yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman di atasnya. Media tanaman dan tanaman yang berada di atasnya akan menyaring air dan mempertahankan kualitas air yang berada di bawahnya. Kondisi tersebut menyebabkan kualitas air kolam akan tetap baik, bebas dari sisa pakan dan kotoran ikan, sehingga akan mendorong pertumbuhan ikan menjadi baik.

Teknologi ini pada prinsipnya di samping menghemat penggunaan lahan dan air juga meningkatkan efisiensi usaha melalui pemanfaatan hara dari sisa pakan dan metabolisme ikan, serta merupakan salah satu sistem budidaya ikan yang ramah lingkungan. Penerapan aquaponik merupakan jawaban dari efisiensi air dan penghematan lahan budidaya serta tambahan pendapatan (income) dari hasil panen tanaman (Widyastuti, 2008).

### **Teknologi Otomasi**

Otomasi adalah teknologi yang memanfaatkan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem komputer untuk mengoperasikan dan mengendalikan operasi. Dengan berkembangnya teknologi elektronik dan komputer, maka otomasi adalah kelanjutan dari mekanisasi, otomasi adalah usaha untuk

membantu manusia dari usaha mentalnya dalam mengoperasikan dan mengendalikan operasi dari suatu proses.

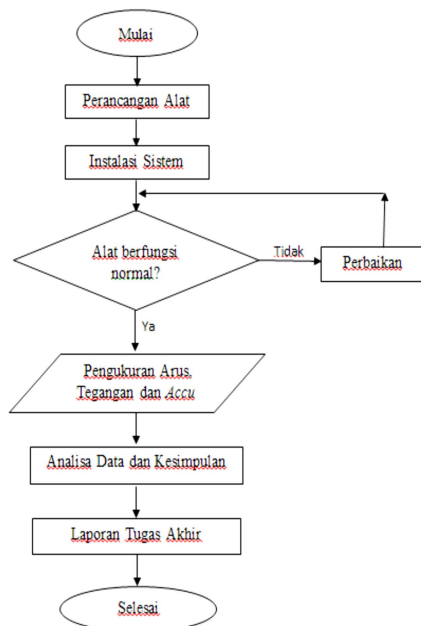
Pengendalian (*control tasks*) meliputi: menghidupkan/menyalakan (*command*), mematikan/menghentikan (*command*), dan mengatur parameter proses, seperti gerakan, posisi, aliran, kecepatan, temperatur, level, tekanan dan lainnya (*measure, control* atau *regulate*). Inti dari sistem kontrol otomatis modern sekarang adalah elektronik, dan dengan berkembangnya teknologi komputer, teknologi informasi dan komunikasi dimungkinkan dirancangnya sistem otomatis yang kompleks dan fleksibel.

### **Metodologi Penelitian**

Penelitian ini merupakan inovasi teknologi yang dapat menutupi kelemahan dari sistem aquaponik pada umumnya dengan pemanfaatan energi terbarukan, yaitu memanfaatkan tenaga radiasi matahari dengan menggunakan panel surya sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dan dilengkapi dengan teknologi otomasi sirkulasi air agar kebutuhan air selalu terjamin ketersediaannya. Pelaksanaan program ini terdiri dari beberapa tahap yaitu: tahap pengumpulan data awal, tahap pengembangan sistem, dan tahap pengumpulan data penelitian. Alat dan bahan yang digunakan pada tahap pengambilan data adalah:

- a. *Solar cell*
- b. *Charge control*.
- c. Baterai atau aki
- d. Beban (*water pump*)
- e. Relay
- f. Komponen elektronika (resistor, transistor)
- g. Kabel penghantar
- h. Instalasi aquaponik
- i. *Tool kit*
- j. Multitester, tang ampere, Lux meter
- k. Timer

Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

dilakukan dengan menggunakan alat bantu Lux meter. Gambar 2 menunjukkan instalasi aquaponik dengan otomatisasi sirkulasi air.



Gambar 2. Instalasi aquaponik dengan otomatisasi sirkulasi air

Penghitungan besarnya nilai rata-rata tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya dan baterai (Accu), dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$V_{panel} = \frac{V1+V2+V3+V4}{4} \dots\dots\dots(1)$$

$$I_{panel} = \frac{I1+I2+I3+I4}{4} \dots\dots\dots(2)$$

**PEMBAHASAN**

Proses pengambilan data dilakukan selama tiga hari, pengambilan data

**Penelitian Hari Pertama**

Penelitian dilakukan dengan pengujian pompa kolam aquaponik untuk pegukuran tegangan dan arus dari panel surya dan baterai serta beban. Pengujian pertama, kedua, dan ketiga dilakukan selama tiga hari berturut-turut, dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Data hari pertama

Jam	Intensitas Cahaya (lux)	Cuaca	Panel Surya		Baterai (accu)		Beban (pompa)	
			V	I	V	I	V	I
09.00	82.100	Cerah	12,2	1,5	11,5	1,0	12	1,0
11.00	94.000	Cerah	13,0	2,0	12,3	1,0	12	1,0
13.00	91.300	Cerah	12,7	1,7	12,2	1,0	12	1,0
15.00	34.400	Cerah	12,2	1,5	11,5	1,0	12	1,0

Tabel 2. Data hari kedua

Jam	Intensitas Cahaya (lux)	Cuaca	Panel Surya			Baterai (accu)		Beban (pompa)	
			V	I	V	I	V	I	
09.00	85.200	Cerah	12,2	1,5	11,5	1,0	12	1,0	
11.00	06.800	Cerah	13,5	2,0	12,6	1,0	12	1,0	
13.00	92.000	Cerah	12,8	2,0	12,2	1,0	12	1,0	
15.00	38.400	Cerah	12,2	1,5	11,5	1,0	12	1,0	

Tabel 3. Data hari ketiga

Jam	Intensitas Cahaya (lux)	Cuaca	Panel Surya		Baterai (accu)		Beban (pompa)	
			V	I	V	I	V	I
09.00	82.000	Cerah	12,2	1,5	11,5	1,0	12	1,0
11.00	94.040	Cerah	13,0	1,8	12,3	1,0	12	1,0
13.00	91.800	Cerah	12,8	1,7	12,2	1,0	12	1,0
15.00	34.000	Cerah	11,7	1,5	10,5	1,0	12	1,0

Berdasarkan Tabel 1 data pada hari pertama diketahui tegangan panel surya pada jam 09.00 dengan intensitas cahaya sebesar 82.100 lux adalah 12,2 V dan arus 1,5 A. Tegangan panel surya pada jam 11.00 dengan intensitas cahaya sebesar 94.000 lux adalah 13 V dan arus 2 A. Tegangan panel surya pada jam 13.00 dengan intensitas cahaya sebesar 91.300 lux adalah 12,7 V dan arus 1,7 A. Tegangan panel surya pada jam 15.00 menunjukkan 34.400 lux adalah 12,2 V dan arus 1,5 A.

Berdasarkan Tabel 1 rata-rata arus dan tegangan yang didapatkan dari panel surya sebagai berikut:

$$V_{panel} = \frac{V1 + V2 + V3 + V4}{4}$$

$$= \frac{12,2 + 13 + 12,7 + 12,2}{4}$$

$$= 12,53 V$$

$$I_{panel} = \frac{I1 + I2 + I3 + I4}{4}$$

$$= \frac{1,5 + 2,0 + 1,7 + 1,5}{4}$$

$$= 1,68 A$$

Dari perhitungan tersebut, dapat diketahui rata-rata tegangan panel surya dengan intensitas cahaya 94.000 lux-34.400 lux sebesar 12,53 V. Untuk arus yang mengalir pada panel dengan intensitas yang sama mencapai 1,68 A.

#### Penelitian Hari Kedua

Berdasarkan Tabel 2 data pada hari kedua diketahui tegangan panel surya pada jam 09.00 dengan intensitas cahaya sebesar 85.200 lux adalah 12,2 V dan arus 1,5 A. Tegangan panel surya pada jam 11.00 dengan intensitas cahaya sebesar 96.800 lux adalah 13,5 V dan arus 2,0 A. Tegangan panel surya

pada jam 13.00 dengan intensitas cahaya sebesar 92.000 lux adalah 12,8 V dan arus 2 A. Tegangan panel surya pada jam 15.00 menunjukkan 35.300 lux adalah 12,2 V dan arus 1,5 A.

Berdasarkan tabel 2 di atas rata-rata arus dan tegangan yang didapatkan dari panel surya sebagai berikut:

$$V_{panel} = \frac{V1 + V2 + V3 + V4}{4}$$

$$= \frac{12,2 + 13,5 + 12,8 + 12,2}{4}$$

$$= 12,68 V$$

$$I_{panel} = \frac{I1 + I2 + I3 + I4}{4}$$

$$= \frac{1,5 + 2,0 + 2,0 + 1,5}{4}$$

$$= 1,75 A$$

Dari perhitungan tersebut, dapat diketahui rata-rata tegangan panel surya dengan intensitas cahaya 96.800 lux-35.300 lux sebesar 12,68 V. Untuk arus yang mengalir pada panel dengan intensitas yang sama mencapai 1,75 A.

#### Penelitian Hari Ketiga

Berdasarkan Tabel 3 data pada hari ketiga diketahui tegangan panel surya pada jam 09.00 dengan intensitas cahaya sebesar 82.000 lux adalah 12,2 V dan arus 1,5 A. Tegangan panel surya pada jam 11.00 dengan intensitas cahaya sebesar 94.090 lux adalah 13 V dan arus 2 A. Tegangan panel surya pada jam 13.00 menunjukkan 91.800 lux adalah 12,8 V dan arus 2 A. Tegangan panel surya pada jam 15.00 dengan intensitas cahaya sebesar 34.000 lux adalah 11,7 V dan arus 1,5 A.

Dari Tabel 3 rata-rata arus dan tegangan yang didapatkan dari panel surya sebagai berikut:

$$V_{panel} = \frac{V1 + V2 + V3 + V4}{4}$$

$$= \frac{12,2 + 13,0 + 12,8 + 11,7}{4}$$

$$= 12,42 V$$

$$I_{panel} = \frac{I1 + I2 + I3 + I4}{4}$$

$$= \frac{1,5 + 1,8 + 1,7 + 1,5}{4}$$

$$= 1,63 A$$

Dari perhitungan tersebut, dapat diketahui rata-rata tegangan panel surya dengan intensitas cahaya 82.000 lux-34.000 lux sebesar 12,62 V. Untuk arus yang mengalir pada panel dengan intensitas yang sama mencapai 1,63 A.

Hasil pengujian dari pompa air pada kolam ikan metode aquaponik pada hari pertama, kedua dan ketiga menunjukkan tegangan beban (*water pump*) tersebut sebesar 12 V dan rata-rata arus dari pompa air kolam ikan sebesar 1,0 A. Hasil pengukuran rata-rata tegangan dan arus pada baterai dalam instalasi aquaponik pada hari pertama adalah sebesar 11,88 V dan rata-rata arus sebesar 1,0 A. Hasil pengukuran rata-rata tegangan dan arus pada baterai dalam instalasi aquaponik pada hari kedua adalah sebesar 11,95 V dan rata-rata arus sebesar 1,0 A. Hasil pengukuran rata-rata tegangan dan arus pada baterai dalam instalasi aquaponik pada hari ketiga adalah sebesar 11,63 V dan rata-rata arus sebesar 1,0 A.

Dari data hasil pengukuran terhadap besarnya arus beban (*water pump*) dibandingkan dengan arus pada panel surya dapat dilihat bahwa panel surya dengan besar 50 wp dapat memenuhi kebutuhan beban (*water pump*) untuk beroperasi atau dalam hal ini bisa membantu mensirkulasikan air pada instalasi aquaponik.

Ketika panel surya menghasilkan arus yang melebihi kebutuhan beban, maka sisanya akan dialirkan ke baterai (accu) untuk pengisian dan pada saat arus dari panel surya tidak cukup untuk menanggung beban, maka baterai akan menutup kekurangan arus yang

dibutuhkan beban, dengan menggunakan rumus (3) berikut,

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

P : Daya panel surya, watt

V : Tegangan panel surya, volt

I : Arus panel surya, ampere

Maka dapat dianalisis besar daya yang dihasilkan oleh panel surya. Hasil penelitian yang dilakukan tampak pada Tabel 1 sampai Tabel 3, yaitu pengukuran arus dan tegangan listrik panel surya, sehingga dapat dilakukan analisis perolehan daya pada kondisi terendah saat tegangan sebesar 11,7 volt, arus sebesar 1,5 ampere dan intensitas cahaya bernilai 34.000 lux maka daya yang dihasilkan sebesar 17,55 watt ini terjadi saat sore hari, dan pada kondisi tertinggi saat tegangan sebesar 13,5 volt, dan arus sebesar 2 ampere serta intensitas cahaya bernilai 96.800 lux maka daya yang dihasilkan sebesar 27 watt, ini terjadi saat siang hari. Daya yang dihasilkan oleh panel surya berdasarkan hasil analisis perolehan daya panel surya dapat dilihat pada Tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 4. Daya Panel Surya Hari ke-1

Jam	Intensitas cahaya (lux)	Panel Surya		
		V	I	P
09.00	82.100	12,2	1,5	18,30
11.00	91.300	13,0	2,0	26,00
13.00	94.000	12,7	1,7	21,59
15.00	34.400	12,2	1,5	18,30

Tabel 5. Daya Panel Surya Hari ke-2

Jam	Intensitas cahaya (lux)	Panel Surya		
		V	I	P
09.00	85.200	12,2	1,5	18,30
11.00	96.800	13,5	2,0	27,00
13.00	02.000	12,8	2,0	25,60
15.00	38.400	12,2	1,5	18,30

Tabel 6. Daya Panel Surya Hari ke-3

Jam	Intensitas cahaya (lux)	Panel Surya		
		V	I	P
09.00	82.000	12,2	1,5	18,30
11.00	94.040	13,0	1,8	23,40
13.00	91.800	12,8	1,7	21,76
15.00	34.400	11,7	1,5	17,55



Seperti terlihat pada Tabel 4, 5, dan 6, yaitu tabel perhitungan daya panel surya, maka intensitas cahaya dan cuaca mempengaruhi daya yang dihasilkan panel surya. Semakin tinggi intensitas cahaya maka daya yang dihasilkan oleh panel surya semakin besar.

Intensitas cahaya pada penelitian ini mempengaruhi tegangan, arus yang keluar dari panel surya dan ketahanan *accu* untuk bekerja saat panel sudah tidak mendapat sinar matahari. Semakin besar intensitas cahaya semakin besar juga tegangan dan arusnya, sebaliknya jika kecil intensitasnya maka mengurangi arus dan tegangan yang masuk ke *accu* atau beban.

### KESIMPULAN

1. Pengujian yang dilakukan dalam kurun waktu 3 hari, untuk pengukuran di waktu pagi hari dengan intensitas yang tinggi rata-rata menghasilkan tegangan 12,2 V dan arus sekitar 1,5 A dan sore hari rata-rata menghasilkan tegangan 12,03 V dan arus sekitar 1,5 A.
2. Pengukuran tertinggi yang dilakukan selama 3 hari menghasilkan rata-rata tegangan 12,68 V dan arus sekitar 1,75 A, dan pengukuran terendah menghasilkan rata-rata tegangan 12,42 V dan arus sekitar 1,63 A.
3. Perolehan daya pada kondisi terendah saat tegangan sebesar 11,7 volt, arus sebesar 1,5 ampere dan intensitas cahaya bernilai 34.000 lux maka daya yang dihasilkan sebesar 17,55 watt dan pada kondisi tertinggi saat tegangan sebesar 13,5 volt, dan arus sebesar 2 ampere serta intensitas cahaya bernilai 96.800 lux maka daya yang dihasilkan sebesar 27 watt.
4. Dalam penelitian ini panel surya dengan besar 50 wp dapat memenuhi kebutuhan beban (*water pump*) untuk beroperasi sehingga bisa membantu mensirkulasikan air pada instalasi aquaponik.

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu pengembangan dalam hal penangkapan cahaya matahari oleh panel surya menggunakan sistem

penjejak matahari, agar cahaya yang ditangkap bisa maksimal, sehingga daya keluaran juga maksimal.

2. Perlu dikembangkan lebih lanjut suatu instalasi aquaponik yang bisa dipantau kondisinya secara realtime
3. Energi terbarukan harus terus dikembangkan sehingga bisa konsumsi listrik dari PLN bisa diminimalisir.
4. Meningkatkan pemanfaatan energi yang melimpah dari sinar matahari sebagai sumber energi alternatif untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T., Sofiarsih, L., and Kusmana, 2007, The Growth of Patin *Pangasius Hypophthalmus* in Close System Tank, *Aquaculture Journal*, Vol. 2., No. 1, pp. 67-73.
- Graber dan Junge R., 2009, *Aquaponic System: Nutrient Recycling From Fish Waste Water by Vegetable Production*. *Desalination*, Vol. 246, pp. 147-156.
- Motes, W. C., 2010, *Modern Agriculture and Its Benefits-Trends, Implications and Outlook*, *Jurnal Global Harvest Initiative, Sustainable Meeting The World's Growing*.
- Sameto, H, 2003, *Hidroponik Sederhana Penyejuk Ruang*, Jakarta: Penebar Swadaya.
- Solar Surya Indonesia, 2012, *Tenaga Surya*, <http://solarsuryaindonesia.com>.
- Widyastuti, Y. R., 2008, Peningkatan Produktifitas Air Tawar Melalui Budidaya Ikan Sistem Akuaponik, *Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV*, LIPI, Bogor, hal. 62-73. [http://solarsuryaindonesia.com/tenaga\\_surya](http://solarsuryaindonesia.com/tenaga_surya), diakses pada 12 Juni 2017.

### BIODATA PENULIS

**Fifin Hindarti, S.Pd.T., M.T.** lahir di Yogyakarta tanggal 9 Februari 1978, menyelesaikan pendidikan D3 pada bidang Teknik Elektro dari Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2002, S1 pada bidang Pendidikan Teknik Elektro dari Universitas Negeri Yogyakarta tahun 2005, dan S2 bidang Teknik Sistem/Teknologi

Pengelolaan dan Pemanfaatan Limbah/Sampah Perkotaan dari Universitas Gadjah Mada pada tahun 2007. Saat ini tercatat sebagai Dosen Tetap pada Jurusan Teknik Energi, Institut Teknologi Yogyakarta dengan bidang minat ilmu bahan dan teknologi bahan; elektronika daya; teknik tenaga listrik, dan instrumen, alat bantu dan alat ukur.