

PEMANFAATAN SOLAR CELL UNTUK PENGGUNAAN HIDROPONIK (*DEEP FLOW TECHNIQUE*) MENGGUNAKAN LED STRIP SEBAGAI PENCAHAYAAN TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KANGKUNG

¹Wahyuni Martiningsih, ¹Romi Wiryadinata, ¹Tb Muhammad Firas

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten.

Informasi Artikel

Naskah Diterima : 15 Nopember 2021

Direvisi : 18 Nopember 2021

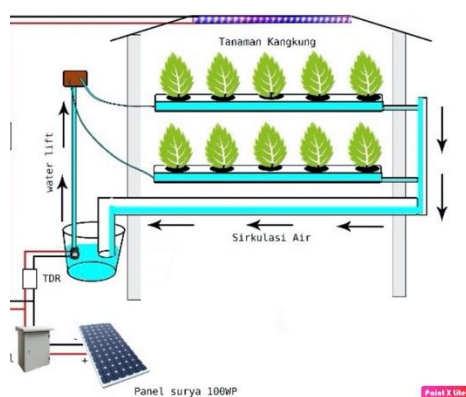
Disetujui : 19 Nopember 2021

doi: 10.36055/setrum.v10i2.13139

*Korespodensi Penulis :

y_martiningsih@untirta.ac.id

Diagram Abstract



ABSTRAK

Energi baru terbarukan telah menjadi harapan masyarakat untuk dapat memenuhi kebutuhan energi di masa depan dengan meningkatnya penggunaan energi listrik yang sangat pesat dalam penguannya. Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi besar dengan memanfaatkan energi surya (matahari) yang dapat berubah menjadi energi listrik dengan peralatan tertentu. Indonesia juga dikenal sebagai negara yang sebagian besar penduduknya mempunyai pencaharian dibidang pertanian atau bercocok tanam. Seiring beralihnya fungsi lahan pertanian menjadi daerah perindustrian menyebabkan semakin sempitnya lahan pertanian yang potensial untuk bercocok tanam. Didalam penelitian ini digunakan teknologi sistem hidroponik sebagai solusi untuk mengatasi lahan yang terbatas. Disamping masalah lahan yang terjadi, terdapat masalah lain yaitu siklus cuaca yang tidak menentu krna perbahan iklim dan global warming yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu kini diperlukan sebuah alat atau sistem yang dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan perkembangan teknologi elektronika yang semakin canggih pada saat ini, maka hal tersebut bisa dilakukan dengan mengimplementasi penggunaan lampu LED (*Light Emiting Diode*) yang dapat menggantikan cahaya matahari secara tidak langsung dan mengimplemetasi sitem otomatis pada penelitian ini.

Kata kunci : Pembangkit listrik, Panel surya, Hidroponik

ABSTRACT

Renewable energy has become the hope of the community to meet future energy needs with the use of electrical energy which is very rapid in its use. As a tropical country, Indonesia has great potential by utilizing solar energy which can converted into electrical energy with certain equipment. Indonesia Is also know as a country where most of the population has a livelihood in the field of agriculture or farming. The shift from the function of agricultural land to industrial areas is the narrower potential agricultural land for farming. In this research, hydroponic system technology is used as a solution to overcome limited land. Besides the land problems that occur, there are other problem, namely the weather cycle which does not determine because of climate change and global warming which affects plant growth. Therefore, now we need a tool or system that can be a solution to solve thisproblem. With the development of electronic technology that is increasingly shopisticated at this time, this can be done by implementing the use of LED lights (*Light emitting Diode*) which can replace sunlight indirectly and implement an automatic system in this study.

Keywords: Power plants, Solar panels, Hidroponic

© 2021 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai jenis sumber daya energi dalam jumlah yang cukup melimpah. Energi baru terbarukan telah menjadi harapan masyarakat untuk dapat memenuhi kebutuhan energi di masa depan. Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Sebagai negara tropis, Indonesia sedang giat mengembangkan pemanfaatan energi surya sebagai salah satu sumber energi listrik [1].

Indonesia juga dikenal sebagai negara yang sebagian besar penduduknya mempunyai pencaharian di bidang pertanian atau bercocok tanam. Kangkung (*Ipomea Reptans Poir*) adalah salah satu tanaman hortikultura yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia karena rasanya yang gurih. Adanya arus globalisasi dibidang perdagangan, maka orientasi pasar kangkung tidak hanya di dalam negeri tetapi juga pasar luar negeri yang justru lebih menjanjikan dimasa depan, karena permintaan terus meningkat dan harga jualnya tinggi, akan lebih baik mutu sayuran sesuai dengan standar yang ditetapkan[2].

Beralihnya fungsi lahan pertanian menjadi daerah perindustrian menyebabkan semakin sempitnya lahan pertanian yang potensial untuk bercocok tanam. Hidroponik adalah lahan budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah, sehingga hidroponik merupakan aktivitas pertanian yang dijalankan dengan menggunakan air dan nutrisi sebagai medium untuk menggantikan tanah dan pupuk. Sehingga sistem bercocok tanam secara hidroponik dapat memanfaatkan lahan yang sempit[3].

Fotosintesis adalah proses memproduksi energi terpakai dimana karbondioksida dan air dibawah pengaruh cahaya diubah ke dalam persenyawaan organik yang berisi karbon dan kaya energi. Fungsi fotosintesis adalah untuk memproduksi glukosa sebagai sumber energi utama bagi tumbuhan, dengan adanya glukosa ini akan terbentuk sumber energi lemak dan protein[4].

Cahaya merupakan sebagian dari gelombang elektromagnetik yang dapat dilihat mata dengan komponennya yaitu cahaya merah, jingga, hijau, biru, nila dan ungu. Panjang gelombang cahaya berada pada kisaran 0,2 μm - 0,5 μm yang bersesuaian dengan frekuensi antara 6×10^{15} Hz hingga 20×10^{15} Hz. Cahaya tampak yaitu cahaya yang sensitif pada mata kita jatuh pada kisaran 400nm - 750nm. Kisaran ini dikenal sebagai spektrum tampak, dan didalamnya terdapat warna ungu sampai merah[5].

LED adalah semikonduktor yang dapat mengubah energi listrik lebih menjadi cahaya, merupakan perangkat keras dan padat (*solid-state component*) sehingga lebih unggul dalam ketahanan (*durability*)[6].

LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah salah satu jenis resistor yang nilai hambatannya dipengaruhi oleh cahaya yang diterima olehnya. Saat lampu LED dinyalakan maka sensor cahaya LDR mendeteksi cahaya dari luar yang menyebabkan perubahan level tegangan input ke mikrokontroler yang selanjutnya diproses dengan output mikrokontroler berupa tegangan [7].

2. METODOLOGI PENELITIAN

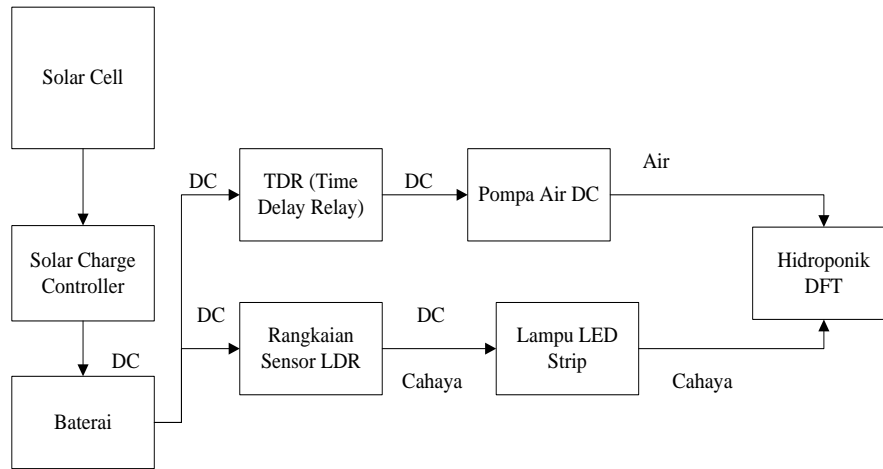
2.1 Metode Penelitian

Proses penelitian terbagi menjadi beberapa tahap yang dilakukan berdasarkan urutan dalam melakukan penelitian :

1. Perancangan dan pembuatan. Tahap ini meliputi perancangan PLTS, pembuatan *control box* untuk menyimpan komponen pendukung otomatisasi sistem berupa modul TDR (*Time Delay Relay*) dan relay untuk sensor LDR. Selanjutnya pembuatan media hidroponik sistem DFT dan perancangan *Led Strip* yang nantinya akan menjadi sumber cahaya pada pertumbuhan tanaman kangkung.
2. Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat bekerja dengan baik sesuai dengan apa yang telah dirancang dan diharapkan.
3. Pengambilan data yang diambil meliputi beberapa parameter yang dibutuhkan untuk menunjang keberhasilan penelitian yang sedang dilakukan. Analisis dibuat berdasarkan hasil dari data-data yang diperoleh.

2.2 Perancangan Sistem Alat

Penelitian yang dilakukan adalah pemanfaatan solar cell untuk penggunaan otomasi sistem hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) dengan menggunakan led strip sebagai pencahayaan terhadap pertumbuhan tanaman kangkung. Secara umum perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut :



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Alat

Penjelasan mengenai blok diagram perancangan alat pada Gambar 1 adalah sebagai berikut :

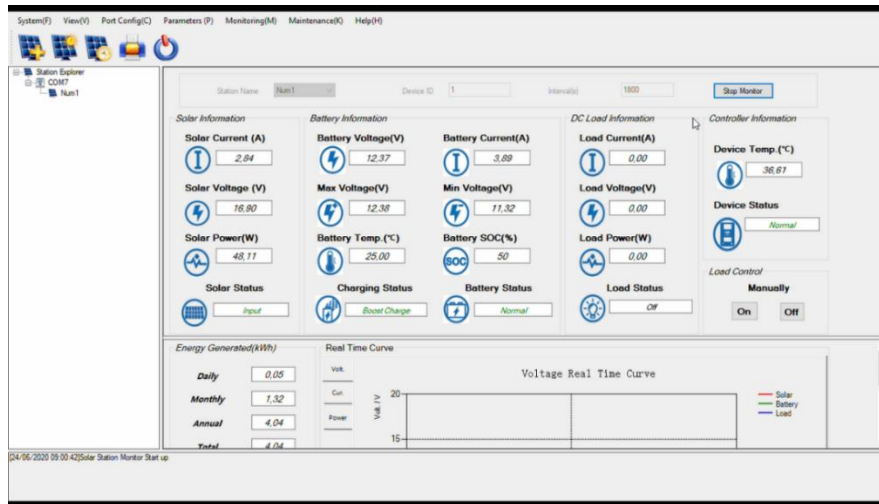
1. Solar cell berfungsi sebagai penangkap radiasi sinar matahari yang kemudian akan diubah menjadi sumber energi listrik. Sumber listrik yang digunakan adalah sumber listrik DC keluaran dari *Solar cell*, yang sebelumnya *Solar cell* tersebut menyerap energi kalor dari matahari untuk menghasilkan sumber energi listrik DC.
2. Sumber energi listrik DC yang telah dihasilkan oleh *Solar cell* akan dikelola oleh *solar charge controller* yang berfungsi untuk mengatur energi yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah terjadinya *overcharging* apabila baterai telah terisi penuh, *overvoltage*, dan hal – hal lainnya yang dapat mengurangi umur baterai. Selain mengatur energi listrik yang masuk ke baterai, *solar charge controller* juga berfungsi untuk menyuplai energi listrik ke beban yang akan digunakan.
3. Fungsi dari modul TDR adalah sebagai kontrol waktu penjadwalan proses nyala dan mati pompa sirkulasi.
4. Rangkaian Sensor LDR mempunyai peranan penting sebagai pengendali dan digunakan untuk *switching* pada rangkaian led strip.
5. Pompa sirkulasi berfungsi sebagai pendistribusi larutan nutrisi dari tandon menuju ke talang-talang dan kembali lagi ke tandon.
6. Lampu LED Strip digunakan sebagai beban dan berfungsi sebagai sumber cahaya bagi pertumbuhan tanaman kangkung.

Perancangan penelitian merupakan penjelasan tentang sistem yang akan dibuat secara keseluruhan baik yang mencakup perangkat keras (*hardware*), maupun perangkat lunak (*software*).

2.3 Perancangan Sistem Monitoring

Berikut Sistem monitoring ini digunakan sebagai *unit* yang memantau dan mengumpulkan data parameter yang terukur pada sistem PLTS. Cara kerja untuk monitoring parameter yang berupa tegangan dan arus baterai, tegangan dan arus *solar cell*, serta arus dan tegangan *load*. Digunakan aplikasi *EPEVER Monitoring Apps* yang dapat membaca semua parameter yang dibutuhkan secara *real-time* untuk kemudian ditulis datanya secara manual didalam tabel Microsoft Office Excel dan di ubah ke dalam bentuk diagram untuk kemudian di analisa.

Untuk tampilan *interface* dari aplikasi *EPEVER Monitoring Apps* dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini:



Gambar 2. Interface Aplikasi EPEVER Monitoring Apps

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Modul TDR (Time Delay Relay)

Pengujian modul TDR bertujuan untuk mengontrol waktu penjadwalan proses nyala dan mati pompa sirkulasi pada hidroponik sistem dft bekerja dengan baik, hal ini dilakukan dengan cara melihat apakah LCD sudah sesuai menampilkan waktu yang sudah di *setting*. Pengujian pertama dilakukan tentukan mode kerja relay, ketika modul dinyalakan akan mem-flash mode kerja, selanjutnya tekan tombol SET selama 2 detik dan kemudian lepaskan, untuk masuk ke antar muka pilihan mode, tekan sebentar UP, tombol DOWN untuk memilih mode yang akan diatur, setelah memilih mode yang akan di atur, tekan sebentar tombol SET untuk mengatur parameter yang sesuai, kemudian parameter yang akan diambil akan berkedip (OP = tepat waktu, CP = waktu nonaktif, LOP "-" = siklus tak terbatas), setelah mengatur nilai parameter tekan tombol STOP untuk memilih posisi titik desimal dan pilih rentang waktu, setelah mengatur parameter mode yang telah dipilih, tekan tombol SET selama 2 detik setelah rilis, mode yang saat ini berkedip-kedip, dan kemudia kembali ke antarmuka utama. Pada Tabel 1 dan Gambar 3. menampilkan hasil pengujian modul TDR (Time Delay Relay).

Tabel 1 Pengujian Modul TDR

TDR	Waktu (WIB)	Nyala/Mati
	02.00	Nyala
08.00	Nyala	
14.00	Nyala	
20.00	Nyala	

Pada Tabel 1 merupakan hasil pengujian modul TDR yang sudah di *setting* waktu 4 kali menyala sealama 60 menit dengan jeda waktu 5 jam untuk bisa menjalankan pompa sirkulasi sudah benar dan hasil pengujian berjalan dengan baik.



Gambar 3. Pengujian Modul TDR

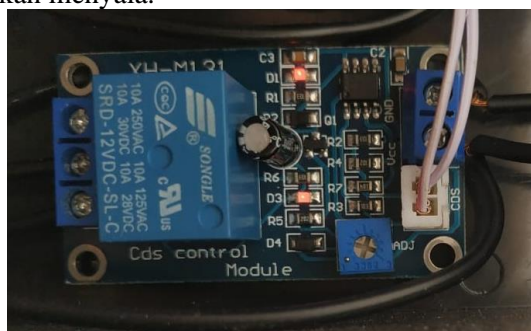
3.2 Pengujian Sensor Cahaya LDR (*Light Dispendent Resistor*)

Salah satu komponen yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor cahaya LDR yang berfungsi untuk mengatur nyala mati lampu led strip karna pada penelitian ini dirancang sistem pencahayaan buatan pada malam hari yang digunakan sebagai pencahayaan pertumbuhan tanaman kangkung. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan tegangan 12 VDC dari *solar charger controller* ke pin VCC dan GND. Hal ini berfungsi untuk mengaktifkan *relay* untuk untuk melakukan *switching*. Kemudian sumber 12 VDC yang sudah dihubungkan ke *commont relay* dan lampu dihubungkan keport NC. Perubahan sinyal *low* ke *high* atau sebaliknya dipengaruhi setpoint berupa cahaya yang menyinari sensor LDR yang disimpan diluar ruangan. Ketika sensor LDR disinari cahaya yang sangat terang maka konduktivitas nya akan menurun sehingga aliran arus tidak akan bisa mengalir yang artinya sinyal *high* yang diberikan ke *relay*. Sebaliknya ketika intensitas cahaya yang menyinari sensor LDR kurang terang maka konduktivitas nya akan naik sehingga arus bisa mengalir yang artinya sinyal *low* yang dialirkan ke *relay* akan mengaktifkan *relay* tersebut mengubah kontak NO menjadi NC dan sebaliknya atau disebut juga *switching*. Pada Tabel 3.3 dan Gambar 3.2 menampilkan hasil pengujian relay dengan lampu led *strip*.

Tabel 2. Pengujian *Relay* dengan Lampu Led *Strip*

Relay	Logika	Posisi Kaki Relay	Keterangan
	<i>Low</i>	NO (<i>Normally Open</i>)	Lampu Menyala
	<i>High</i>	NC (<i>Normally Close</i>)	Lampu Mati

Pada Tabel 4.1 merupakan hasil pengujian modul XH-M131 dengan lampu, posisi lampu dihubungkan ke kaki NC, pada saat kondisi NC lampu akan menyala dikarenakan arus yang melalui *common relay* terhubung ke NC. Sedangkan ketika diberikan logika *high*, *relay* akan *switch* ke NO dan lampu led *strip* tidak akan menyala.

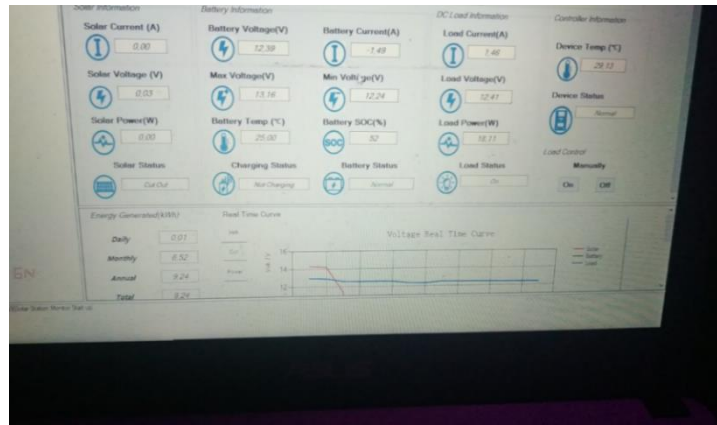


Gambar 4. Pengujian Sensor LDR

3.3 *Monitoring Arus dan Tegangan*

Pada penelitian ini dilakukan *monitoring* pengukuran arus tegangan pada *solar cell*, baterai dan beban selama proses bercocok tanam hidroponik. Proses *monitoring* dilakukan dengan waktu yang berbeda antara pagi – malam hari dan malam – pagi hari, hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi parameter yang terukur (arus dan tegangan) pada waktu yang berbeda. Pada proses *monitoring* arus dan tegangan menggunakan PC (Laptop) dengan menggunakan aplikasi Epever *Solar Charger Controller* yang dihubung kabel RS485 menuju *wi-fi* Ebox. Pada gambar 3.3 merupakan proses *monitoring* arus dan tegangan pada masing-masing objek (*solar cell*, baterai, dan beban).



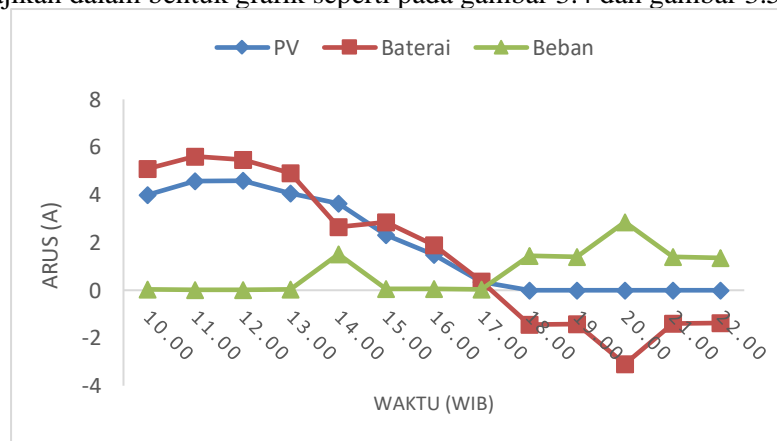


Gambar 5. Proses Monitoring Arus dan Tegangan

Data *monitoring* arus dan tegangan diambil dengan cara melakukan perekaman layar pada PC (Laptop) setiap 60 menit sekali. Selanjutnya semua data yang telah di catat kemudian diolah menjadi grafik agar penyajian data menjadi lebih menarik.

3.3.1 Monitoring Pada Waktu Pagi – Malem Hari

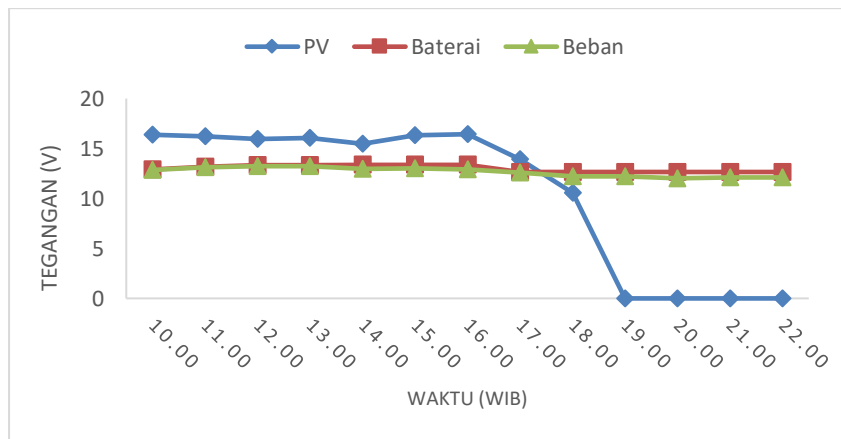
Monitoring pertama dilakukan selama 12 jam pada waktu pagi hingga malam hari secara *realtime* mulai pukul 10.00 WIB hingga pukul 22.00 WIB. Pengambilan data arus dan tegangan ini terbagi menjadi 3 variabel yaitu arus pada *solar cell*, baterai dan beban serta tegangan pada *solar cell* baterai dan beban. Proses pengambilan data dilakukan secara *realtime* setiap 60 menit sekali dengan cara melakukan proses perekaman layar monitoring PC (Laptop) untuk kemudian dicatat secara manual dan disajikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 3.4 dan gambar 3.5.



Gambar 6. Grafik Pengukuran Arus Pada Waktu Pagi – Malam Hari

Berdasarkan grafik diatas pada pukul 10.00 WIB arus yang terbaca pada *solar cell*, sebesar 3,99 A, sedangkan pada baterai 5,08 A dan beban 0,03 A dikarenakan belum ada beban yang menyala baik lampu ataupun pompa air. Terjadi kenaikan nilai arus yang cukup signifikan pada pukul 11.00 – 12.00 WIB dikarenakan posisi matahari yang sudah cukup tinggi sehingga arus yang terbaca pada solar cell menyentuh angka 4,58 A – 4,59 A begitupun juga pada baterai ikut naik pada angka 5,48 A – 5,61 A. Pada pukul 13.00 WIB, yang seharusnya terbaca naik dikarenakan posisi matahari yang telah berubah, akan tetapi nilainya justru turun di angka 4,07 A pada *solar cell* dan baterai 4,91 A. Hal tersebut terjadi dikarenakan cuaca di jam tersebut yang relative berawan sehingga paparan sinar matahari yang mengenai permukaan solar cell kurang maksimal. Pada pukul 14.00 – 17.00 arus yang terukur cukup turun di antara 3,63 A – 0,35 A pada *solar cell*, 2,66 A – 3,7 A pada baterai. Hal tersebut terjadi karena cuaca yang semakin berawan dan ada nya pemakaian beban selama 1 jam pada pukul 13.30 – 14.30 WIB sehingga terukur arus pada beban pukul 14.00 WIB sebesar 1,51 A. Pada pengukuran malam hari terlihat tidak ada arus yang terukur dari *solar cell* karena tidak adanya matahari. Akan tetapi nilai arus pada baterai dan beban tetap terukur, karena adanya pemakaian beban

lampu dan pompa air saat malam hari. Nilai arus pada beban terukur dikisaran 1,36 A – 2,86 A sedangkan arus yang terukur pada baterai pada berada dikisaran -1,36 A hingga -3,09 A. Pada pukul 20.00 WIB terlihat adanya kenaikan arus, hal itu terjadi karena adanya pemakaian beban keseluruhan. Pada pengujian malam hari diketahui nilai yang terukur pada baterai menjadi negatif (-), hal ini disebabkan karena beban tidak mendapatkan sumber arus dari solar cell sehingga untuk menjalankan beban agar tetap menyala beban mengambil sumber arus dari baterai. Jika dicermati baik-baik naka dapat dilihat nilai arus negatif (-) pada baterai kurang lebih sama dengan arus yang terukur pada beban.

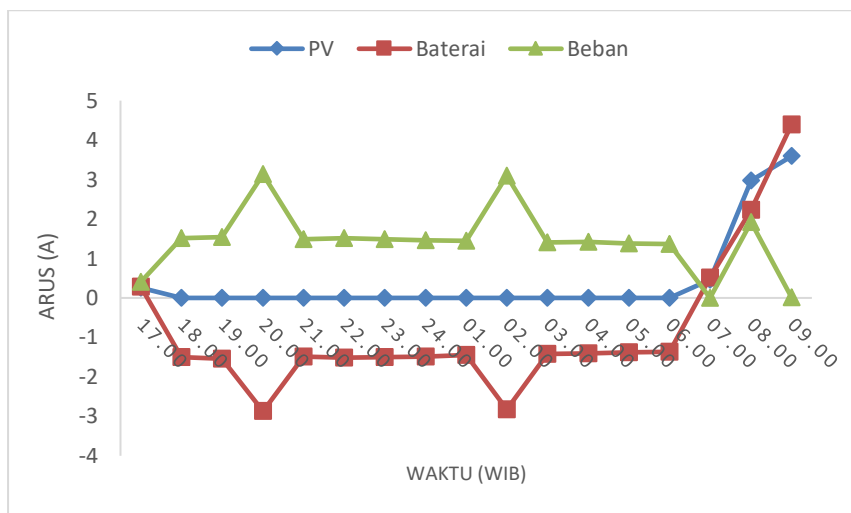


Gambar 7. Grafik Pengukuran Tegangan Pada Waktu – Malam Hari

Pengukuran tegangan dimulai pukul 10.00 WIB dimana tegangan solar cell yang terukur sebesar 16,37 V, pada pukul 11.00 – 17.00 WIB tegangan solar cell yang terukur memiliki nilai yang cukup variatif, tegangan solar cell yang terukur berada di kisaran 13,94 V – 16,43 V. Pada waktu waktu tertentu tegangan pada solar cell memiliki nilai yang cukup besar, hal ini disebabkan oleh faktor cuaca yang mendung sehingga suhu pada solar cell cenderung tidak cukup panas (ideal). Tegangan yang terukur pada baterai dan beban relatif stabil yaitu berada di angka 12,65 V – 13,36 V. Sementara pada pengukuran yang dilakukan di malam hari dapat kita lihat bahwa tegangan pada solar cell tidak menyentuh angka 1 V, hal ini dikarenakan sudah tidak adanya matahari dan tidak adanya arus yang mengalir pada *solar cell*. Sementara itu pada beban dan pada baterai tegangan yang terukur cenderung stabil dan memiliki nilai yang sama yaitu di kisaran 12,02 V – 12,65 V.

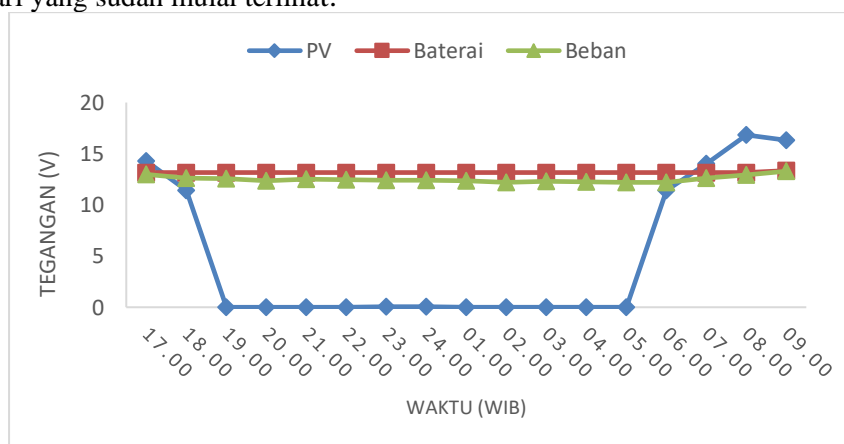
3.3.2 Monitoring Pada Waktu Malam – Pagi Hari

Monitoring kedua dilakukan selama 16 jam pada waktu malam hingga pagi hari secara *realtime* mulai pukul 17.00 WIB hingga pukul 09.00 WIB. Proses pengambilan data arus dan tegangan ini masih sama seperti monitoring pertama, terbagi menjadi 3 variabel yaitu arus pada *solar cell*, baterai dan beban serta tegangan pada solar cell baterai dan beban. Proses pengambilan data dilakukan secara *realtime* setiap 60 menit sekali dengan cara melakukan proses perekaman layar monitoring PC (Laptop) untuk kemudian dicatat secara manual dan disajikan dalam bentuk grafik.



Gambar 8. Grafik Pengukuran Arus Pada Waktu Malam – Pagi Hari

Pengukuran arus dimulai pukul 17.00 WIB dimana arus yang terukur hanya 0,26 A pada solar cell dan 0,28 pada baterai. Hal tersebut terjadi karena matahari yang sudah terbenam / gelap. Pada pukul 18.00 WIB terlihat sudah tidak adanya arus yang terukur pada solar solar cell dan terlihat arus pada baterai menjadi negatif (-), hal ini terjadi disebabkan karena beban tidak mendapatkan sumber arus dari solar cell sehingga untuk menjalankan beban agar tetap menyala mengambil sumber arus dari baterai yang sudah mengalami pelepasan sehingga mempunyai arus yang tersimpan di dalamnya. Pada pukul 19.00 WIB terukur arus sebesar 1,51 A pada beban dan -1,50 A pada baterai. Pada pukul 20.00 WIB adanya kenaikan arus yang terpakai dari beban sebesar 3,13 A dan -2,87 A pada baterai, hal ini terjadi karena semua beban yang sedang menyala. Pada pukul 21.00 – 06.00 WIB arus yang terukur pada beban cukup stabil berada dikisaran 1,36 A – 1,51 A dan -1,36 A hingga -1,52 A pada baterai, walaupun pada pukul 02.00 WIB sempat adanya kenaikan arus pada beban sebesar 3,09 A dan baterai -2,82 A dikarenakan semua beban yang menyala kembali. Pada pukul 07.00 WIB terukur arus pada solar cell sebesar 0,46 A, baterai terlihat sudah tidak terukur negatif (-) sebesar 0,51 A dan tidak adanya beban yang menyala sehingga tidak adanya arus yang terukur, hal ini terjadi karena cuaca yang sudah tidak gelap dan adanya sinar matahari. Pada pukul 08.00 – 09.00 WIB terjadi kenaikan arus kisaran 2,97 A – 3,59 A pada solar cell, 2,23 A – 4,39 A pada baterai dan adanya beban yang menyala sehingga arus yang terukur sebesar 0,01 A – 1,91 A, hal ini terjadi karena posisi matahari yang sudah mulai terlihat.



Gambar 9. Grafik Pengukuran Tegangan Pada Waktu Malam – Pagi Hari

Pengukuran tegangan dimulai pukul 17.00 WIB dimana tegangan solar cell yang terukur sebesar 14,3 V. Pada pengukuran yang dilakukan malam hari dapat kita lihat bahwa tegangan pada solar cell tidak menyentuh angka 1 V, hal ini dikarenakan sudah tidak adanya matahari dan tidak adanya arus yang mengalir pada solar cell. Terjadi kenaikan tegangan kembali pada pukul 06.00 WIB

sebesar 11,43 V saat dimana adanya sinar matahari dan arus yang mengalir masuk pada *solar cell*. Pada pukul 07.00 – 09.00 WIB terjadi kenaikan tegangan yang signifikan dikisaran 14,0 V – 16,83 V. Sementara itu pada beban dan baterai tegangan yang terukur cenderung stabil dan memiliki nilai yang sama dari awal hingga akhir pengukuran yaitu dikisaran 12,20 V – 12,98 V.

3.4 Pengujian Baterai

Pada pengujian baterai dilakukan dalam rentang waktu 9 jam, data diambil mulai pukul 09.00 WIB hingga 17.00 WIB. Pengujian dilakukan untuk mengetahui berapa lama pengisian baterai dengan kapasitas 12 V 100 Ah.

Tabel 3. Pengujian Baterai

Waktu (WIB)	Voltage (V)	Ampere (A)	Power (W)	Charging Status	Battery Status	Cuaca
09.00	12,38	3,89	48,11	Boost Charging	Normal	Cerah
10.00	12,69	5,41	68,61	Boost Charging	Normal	Cerah
11.00	12,93	6,05	77,56	Boost Charging	Normal	Cerah
12.00	12,93	5,54	70,96	Boost Charging	Normal	Cerah
13.00	12,63	5,33	68,52	Boost Charging	Normal	Cerah
14.00	13,08	2,75	59,40	Boost Charging	Normal	Cerah
15.00	13,08	1,51	40,77	Boost Charging	Normal	Cerah
16.00	13,08	1,21	15,69	Boost Charging	Normal	Cerah
17.00	12,65	0,35	10,48	Boost Charging	Normal	Cerah
18.00	12,65	-1,31	0,00	Not Charging	Under Voltage	Cerah

Dari pengujian alat yang dilakukan didapatkan hasil uji menggunakan alat yaitu *charge controller* yang dapat mengontrol pengisian baterai dari tegangan awal 12,38 V hingga mencapai tegangan akhir yang didapat 12,65 V. Dari data terakhir pada jam 18.00 WIB dapat dilihat status pengisian terlihat menunjukkan baterai pada kondisi *not charging* (tidak ada pengisian), karena baterai berada dibawah tegangan yang seharusnya yaitu 12 V. Proses pengisian sangat tergantung kondisi tingkat kecerahan dari radiasi matahari seperti pada Tabel 3 dimana tegangan baterai yang mendapatkan angka tinggi saat pengukuran pada jam 11.00 menghasilkan 12,93 V dan arus 6,05 A.

Lamanya waktu pengisian baterai ditentukan oleh kuatnya arus yang mengalir ke baterai. Diambil nominal arus 6,05 A yang didapat saat pukul 11.00 WIB pada tabel 3.3. Berdasarkan rumus persamaan untuk mencari lama waktu yang dibutuhkan untuk charging baterai 100 Ah adalah sebagai berikut:

$$T_1 = \left(\frac{C}{I}\right) + 20\%$$

$$T_1 = \left(\frac{100 \text{ Ah}}{6,05}\right) + 20\%$$

$$T_1 = 16,52 + 20\%$$

$$T_1 = 19,82 \text{ jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, waktu yang dibutuhkan untuk charging baterai 100 Ah yaitu selama 19,82 jam. Sedangkan lama waktu pemakaian dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Lama pembebanan} = \frac{\text{kapasitas baterai}}{\text{arus beban}} - 3 \text{ jam}$$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{100 \text{ Ah}}{6,05 \text{ A}} - 3 \text{ jam} \\
 &= 16,52 - 3 \text{ jam} \\
 &= 13,52 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Jadi lama pembeban baterai 100 Ah 12 V adalah 13,52 jam selama masa operari dari pukul 18.00 WIB sampai dengan 06.00 WIB.

3.5 Pengujian Pompa

Tahap pengujian beban berupa pompa air *submersible* yang di celupkan kedalam air sebagai penggerak sirkulasi air pada sistem hidrponik DFT (*Deep Flow Technique*). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja otomasi sistem.

Tabel 4. Pengujian Pompa otomatis

Jadwal Sirkulasi	Modul TDR (Hidup/Mati)	Pompa Air (Menyala/Mati)
02.00	Hidup	Menyala
08.00	Hidup	Menyala
14.00	Hidup	Menyala
20.00	Hidup	Menyala

Berdasarkan pada tabel pengujian 4. Di atas dari 4 pengujian pada jam yang berbeda menunjukkan bahwa sistem pompa otomatis yang telah dirancang berfungsi dengan baik.

3.6 Pengujian Intensitas Cahaya Pada Lampu Led Strip

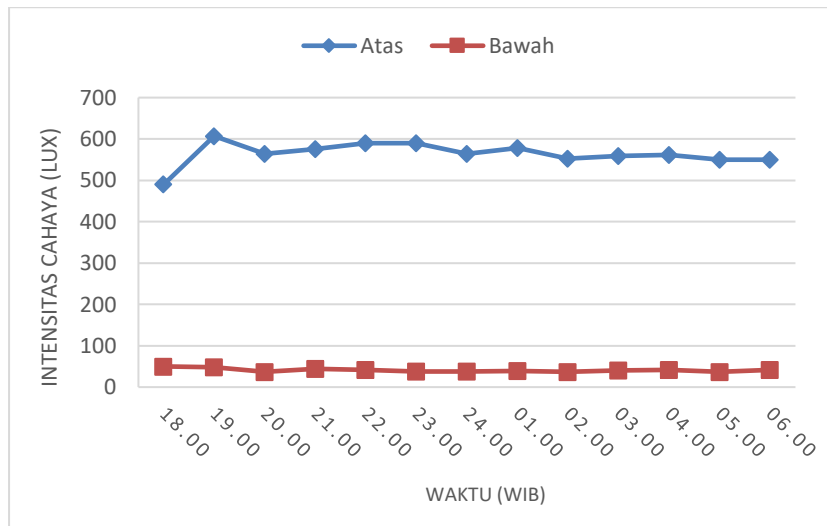
Pada penelitian ini digunakan led *strip* yang berfungsi sebagai rangkaian beban dan sumber cahaya buatan guna dalam fotosintesis tanaman kangkung. Berikut Tabel 5 hasil pengukuran intensitas cahaya lampu led *strip*.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Lampu Led Strip

Waktu (WIB)	Intensitas Cahaya (Lux)	
	Tanaman Atas	Tanaman Bawah
18.00	490	50
19.00	607	48
20.00	564	37
21.00	576	44
22.00	590	42
23.00	590	38
24.00	564	38
01.00	578	39
02.00	552	37
03.00	559	40
04.00	562	41
05.00	550	37

06.00	550	42
-------	-----	----

Dari rangkaian lampu led *strip* ini dilakukan pengukuran untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya yang dihasilkan. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan selama 12 jam dimulai pukul 18.00 WIB hingga 06.00 WIB. Proses pengambilan data dilakukan setiap 60 menit sekali menggunakan Luxmeter. Adapun hasil pengamatan berdasarkan data Tabel 3.5 kemudian diolah menjadi grafik pada Gambar 10 berikut :



Gambar 10. Grafik Pengukuran Intensitas Cahaya Pada Lampu Led Strip

3.7 Proses Pertumbuhan

Setelah melewati masa penyemaian selama ± 7 hari, dilakukan pemindahan tanaman kedalam pipa pvc hidroponik dengan metode DFT (*Deep Flow Technique*). Dalam proses pertumbuhan ada beberapa hal yang harus kita perhatikan seperti pH air, larutan nutrisi, suhu dan juga kelembaban.

Pengukuran pH air bertujuan untuk mengetahui kadar pH air pada tandon air sebelum diberi larutan nutrisi. Asam dan basa yang terkandung pada air tersebut diukur dengan menggunakan pH meter.



Gambar 11. Pengukuran pH Air Menggunakan Ph Meter Digital

Pada Gambar 11 didapatkan nilai kadar air yang cukup baik sebesar 6,07. Pengukuran ini dibidang bagus dikarenakan setpoint kadar pH air yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman kangkung adalah 5,5 – 6,5.

Selanjutnya pengukuran larutan nutrisi pada proses pertumbuhan tanaman kangkung. Nutrisi merupakan sumber makanan untuk tanaman dalam system hidroponik berupa cairan, nutrisi juga penting untuk pertumbuhan selain itu untuk mendapatkan kualitas hasil yang bagus untuk tanaman hidroponik sehingga harus tepat komposisinya.

Tabel 6. Pengukuran Larutan Nutrisi

Waktu	PPM
Pagi	1200
Malam	1127

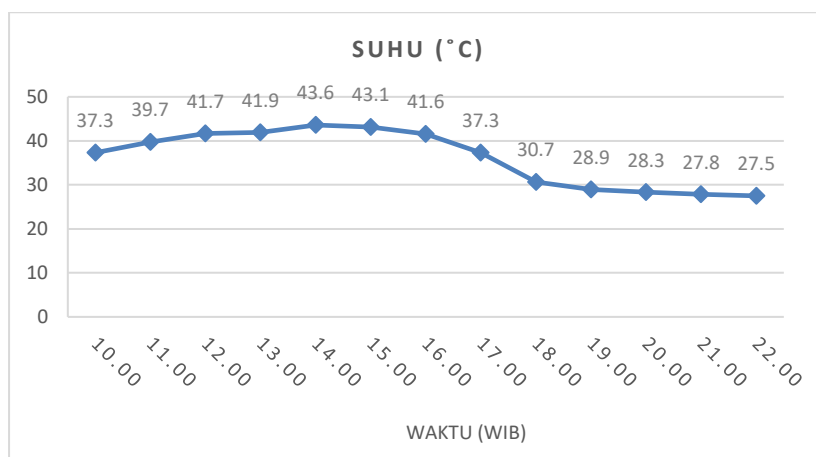
Data pengujian yang didapatkan pada tabel 6. dmenunjukkan nilai ppm larutan nutrisi yang terukur pada air sirkulasi. *Setpoint* larutan nutrisi pada prosesn pertumbuhan tanaman kangkung sendiri adalah 1100 – 1400.

Pada proses pertumbuhan tanaman kangkung hidrponik juga harus kita perhatikan suhu dan kelembabannya. Suhu yang baik dalam proses pertumbuhan tanaman kangkung kisaran 28°C – 34°C, sedangkan untuk kelembaban udara yang baik memiliki rata-rata 76%. Pengambilan data suhu dan kelembaban menggunakan higrometer yang dilakukan selama 12 jam setiap 60 menit sekali. Berikut adalah tabel 3.7 hasil pengukuran suhu dan kelembaban.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban

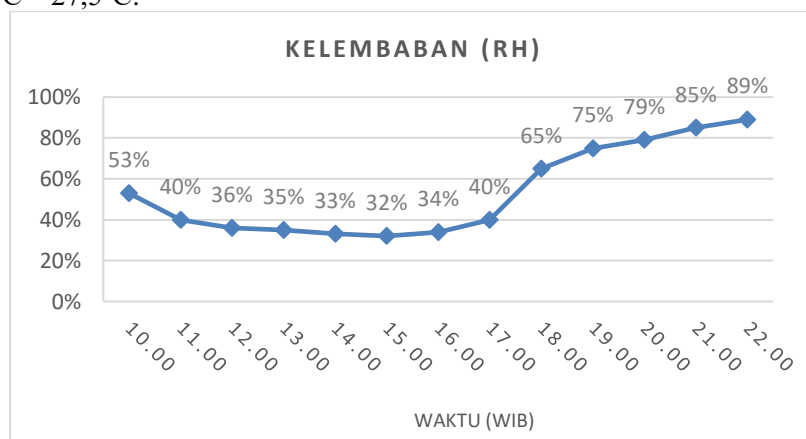
Waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (RH)
10.00	37,3	53%
11.00	39,7	40%
12.00	41,7	36%
13.00	41,9	35%
14.00	43,6	33%
15.00	43,1	32%
16.00	41,6	34%
17.00	37,3	40%
18.00	30,7	65%
19.00	28,9	75%
20.00	28,3	79%
21.00	27,8	85%
22.00	27,5	89%
Rata-rata kelembaban		53%

Adapun hasil pengukuran berdasarkan data Tabel 7 kemudian diolah menjadi grafik pada Gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Pengukuran Suhu

Pengambilan data dimulai dari pukul 10.00 WIB hingga pukul 22.00 WIB. Pada pukul 10.00 WIB suhu awal yang terbaca sebesar 37,3°C, sedangkan suhu yang baik dalam proses pertumbuhan tanaman kangkung adalah 28°C – 34°C. Pada pukul 11.00 – 17.00 WIB suhu yang didapat semakin tinggi kisaran 37,3°C – 43,6°C, hal ini dapat menyebabkan tanaman kangkung kurang baik dalam proses pertumbuhannya. Pada pukul 18.00 – 20.00 WIB didapatkan suhu yang ideal dikisaran 28,3°C – 30,7°C. Pada pukul 21.00 – 22.00 WIB suhu yang didapat semakin kecil dikisaran 27,8°C – 27,5°C.



Gambar 13. Pengukuran Kelembaban

Pada gambar 3.11 pengukuran kelembaban dilakukan selama 12 jam, terukur sebesar 53% kelembaban udara yang didapat pada pukul 10.00 WIB sampai pada pukul 22.00 WIB dengan kelembaban udara akhir yang didapat sebesar 89%. Rata-rata total kelembaban udara yang didapat sebesar 53%. Hasil pengukuran yang didapat kurang baik dikarenakan kelembaban udara yang baik memiliki rata-rata 76%.

3.8 Pengujian Pertumbuhan Tanaman

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap pertumbuhan tanaman kangkung yang dilakukan dengan pengukuran parameter penilaian tinggi tanaman yang dihasilkan. Tanaman yang diukur sebanyak 2 buah yang terdiri dari sampel tanaman atas dan tanaman bawah yang ditempatkan dibawah Led Strip.

Pengujian dilakukan secara bertahap dan berkelanjutan yang dilakukan dengan tahap pertama penyemaian benih selama 7 hari sampai benih berkecambah atau bertunas 4 daun. Setelah benih bertunas 4 daun kemudian bibit siap dipindah tanam pada pipa pvc hidroponik yang telah dirancang sebelumnya.

Selanjutnya dilakukan tahap kedua yaitu pengukuran yang dibagi 5 kali. Pengambilan data atau sampel pada tanaman kangkung tersetiap 0 HST (hari setelah tanam), 7 HST, 14 HST, 21 HST, 28 HST. Berikut tabel 8 dan tabael 9 pengukuran pertumbuhan tanaman kangkung secara bertahap

Tabel 8 Hasil Pengukuran Tanaman Pipa PVC Atas

Waktu (HST)	Tinggi (cm)	Keterangan
0	8	Pindah Tanam dan Layu
7	16	Pertumbuhan Kurang Bagus
14	25	Sehat dan Segar
21	34	Tanaman Menjalar
28	44	Panen

Tabel 9 Hasil Pengukuran Tanaman Pipa PVC Bawah

Waktu (HST)	Tinggi (cm)	Keterangan
0	8	Pindah Tanam dan Layu
7	13	Pertumbuhan Kurang Bagus
14	22	Sehat dan Segar
21	31	Tanaman Menjalar
28	41	Panen

Pada pengukuran tahap pertama di waktu 0 HST (hari setelah tanam) tinggi tanaman atas dan bawah terukur sama yaitu 8 cm dengan keterangan kondisi pindah media tanam dan mengalami layu saat 1 hari setelah pindah tanam. Hal ini terjadi dikarenakan ada kesalahan pada penyimpanan tanaman didalam netpot yang akarnya tidak menerima banyak air nutrisi dari kain flannel.

Pada pengukuran selanjutnya pada waktu 7 HST mengalami perbedaan tinggi pertumbuhan diantara tanaman atas dengan tanaman bawah dan juga mengalami kondisi pertumbuhan yang kurang bagus. Hal ini terjadi dikarenakan salah satu faktornya kondisi suhu dan kelembaban yang kurang baik pada pertumbuhan tanaman kangkung.

Pada pengukuran diwaktu 14 HST dan 21 HST mengalami tinggi pertumbuhan yang stabil walaupun ada perbedaan antara tanaman atas dan tanaman bawah. Kondisi yang didapat pada tanaman juga cukup baik karena terlihat segar dan sehat walaupun tanaman tumbuh menjalar dan mengalami kelayuan pada saat mendapatkan suhu yang terlalu tinggi.

Pada pengukuran diwaktu 28 HST tanaman sudah dipanen dan mendapatkan pertumbuhan setinggi 44 cm untuk tanaman atas dan 41 cm untuk tanaman bawah. Pada kondisi tanaman yang sudah bisa dipanen mengalami pertumbuhan yang semakin menjalar namun tanaman juga terlihat sangat sehat dan segar.

4. PENUTUP

Setelah melakukan perancangan system serta pengujian dan Analisa, maka dapat diambil kesimpulan dan saran dari kegiatan yang telah dilakukan untuk pengembangan Tugas Akhir yang telah dibuat.

4.1 Kesimpulan

Pada Penelitian ini, telah menghasilkan beberapa kesimpulan, diantaranya sebagai berikut:



1. Pada penelitian ini berhasil merancang sebuah sistem otomasi hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) dengan menggunakan led strip sebagai pencahayaan pada pertumbuhan tanaman kangkung dan memanfaatkan solar cell sebagai sumber energi.
2. Efisiensi penggunaan tenaga panel surya pada sistem hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) otomatis yang telah menunjukkan hasil yang sesuai dengan perencanaan, yaitu pompa sirkulasi menyala 4 kali selama 1 jam dengan waktu yang berbeda dan mendapatkan hasil pertumbuhan yang cukup baik dengan penggunaan lampu led strip sebagai pencahayaan dalam proses pertumbuhan tanaman kangkung.

4.2 Saran

Dalam penelitian ini masih banyak sekali kekurangan dan ketidaksempurnaan. Untuk itu, perlu dilakukan pengembangan agar ke depannya menjadi lebih baik lagi, saran diantaranya :

1. Menggunakan sistem kontrol atau rangkaian lainnya untuk melakukan perawatan pada tanaman secara otomatis terutama pada parameter suhu dan kelembaban tanaman sehingga didapatkan alat yang lebih efisien dan efektif untuk pertumbuhan tanaman tersebut.
2. Di uji cobakan pada variates atau jenis tanaman yang lain.
3. Memilih tempat yang lebih tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. R. Yandri, "Prospek Pengembangan Energi Surya Untuk Kebutuhan Listrik Di Indonesia," *J. Ilmu Fis. / Univ. Andalas*, vol. 4, no. 1, pp. 14–19, 2012, doi: 10.25077/jif.4.1.14-19.2012.
- [2] R. Hughes, "濟無No Title," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, p. 287, 2008, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [3] I. S. Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik," *J. Univ. Tulungagung BONOROWO Tahun*, vol. 1, no. 2, pp. 43–50, 2014, [Online]. Available: file:///C:/Users/ASUS/Downloads/14-22-1-SM.pdf.
- [4] A. Naomi, J. Pertiwi, P. A. Permatasari, S. N. Dini, and A. Saefullah, "Keefektifan Spektrum Cahaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata*)," *Gravity J. Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Fis.*, vol. 4, no. 2, pp. 93–102, 2018, doi: 10.30870/gravity.v4i2.4036.
- [5] F. Hasanah, M. Syahfitri Sari, S. Legowo, A. Saefullah, and S. Fatimah, "Pengaruh Intensitas Spektrum Cahaya Warna Merah Dan Hijau (*Vigna Radiata L.*)," *Gravity J. Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Fis.*, vol. 4, no. 2, pp. 25–35, 2018.
- [6] D. Suhardi, "PROTOTIPE CONTROLLER LAMPU PENERANGAN LED (LIGHT EMITTING DIODE) INDEPENDENT BERTENAGA SURYA Prototype Lamp Lighting Controller LED (Light Emitting Diode) Independent Solar Jika kita perhatikan cadangan energi dari bahan minyak bumi di Indonesia diper," *Jurna GAMMA*, vol. 10, no. September, pp. 116–122, 2014.
- [7] S. SUPATMI, "Pengaruh Sensor Ldr Terhadap Pengontrolan Lampu," *Maj. Ilm. UNIKOM*, vol. 8, no. 2, pp. 175–180, 2010, [Online]. Available: http://jurnal.unikom.ac.id/_s/data/jurnal/v08-n02/volume-82-artikel-5.pdf/pdf/volume-82-artikel-5.pdf.