

# PENCATUAN DAYA DENGAN SUMBER ENERGI FOTOVOLTAIK UNTUK SISTEM OTOMATISASI BUDIDAYA TANAMAN TOMAT

## POWER SUPPLY WITH PHOTOVOLTAIC ENERGY SOURCES FOR TOMATO CULTIVATION AUTOMATION SYSTEMS

Alfredo L. Tobing, Wahmisari Priharti, M.Sc., Ph.D.<sup>2</sup>, Ir. Porman Pangaribuan, M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[alfredotobing@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:alfredotobing@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[wpriharti@telkomuniversity.ac.id](mailto:wpriharti@telkomuniversity.ac.id) <sup>3</sup>[porman@telkomuniversity.ac.id](mailto:porman@telkomuniversity.ac.id)

### ABSTRAK

Sistem otomasisasi sudah menjadi kegiatan yang lumrah di zaman ini. Dengan adanya sistem otomasisasi diharapkan alat dapat bekerja lebih efisien dan efektif dalam meringankan pekerjaan manusia. Salah satu implementasi dari sistem otomasisasi adalah dalam kegiatan pertanian tomat. Sistem otomasisasi pada kegiatan pertanian pada budidaya tanaman tomat terdiri dari pemantauan dan pengontrolan sistem pemupukan, pengairan dan perlindungan terhadap panas matahari dan curah hujan yang berlebihan. Namun, pada umumnya pertanian terletak jauh dari pemukiman penduduk sehingga sistem otomasisasi tersebut tidak dapat terealisasi dengan baik karena adanya terjadi keterbatasan sumber listrik.

Oleh karena itu, dirancanglah sebuah pencatuan daya dengan sumber energi fotovoltaik 100 Wp untuk sistem otomasisasi pada budidaya tanaman tomat. Daya listrik yang dihasilkan oleh fotovoltaik akan disimpan ke dalam baterai VRLA 12 V 24 Ah, yang kemudian akan dialirkan ke sistem otomasisasi pada budidaya tanaman tomat. Berdasarkan hasil percobaan yang sudah dilakukan, energi total yang dibutuhkan pada sistem otomasisasi budidaya tanaman tomat mencapai 69.98 Wh sedangkan sistem pencatuan daya fotovoltaik menghasilkan energi listrik dengan rata-rata harian sebesar 384.5 Wh dan baterai mampu menampung energi yang dihasilkan oleh fotovoltaik sebesar 288 Wh.

**Kata Kunci:** *Pencatuan Daya, Fotovoltaik, Sistem Otomasisasi Budidaya Tanaman Tomat*

### ABSTRACT

*In modern times, agricultural activities have used automation systems. Especially in tomato cultivation, there are various problems that arise in the automation system. One of them is the limited source of electricity. To solve this problem, we need a power supply that can provide power to the automation system.*

*In this final project research designed a power supply with photovoltaic energy 100 Wp sources for automation systems in tomato cultivation. The electric power generated by photovoltaic will be stored in the VRLA 12 V 24 Ah battery, which will then be streamed to the automation system in tomato cultivation. The automation system consists of monitoring and controlling fertilization and irrigation systems, and protection against heat and rain. Based on the results of experiments that have been carried out, the energy needed in the tomato cultivation automation system reaches 69.98 Wh while the photovoltaic power supply system produces electrical energy with a daily average of 384.5 Wh and the battery is able to accommodate the energy generated by photovoltaic 288 Wh. In other words there has been excess energy in the system.*

**Keywords:** *Power Generation, Photovoltaic, Tomato Cultivation Automation System*

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara beriklim tropis dan agraris sehingga sangat wajar apabila sebagian penduduk Indonesia bermata pencaharian sebagai petani. Pertanian merupakan roda penggerak ekonomi nasional. Salah satu hasil pertanian di Indonesia adalah tomat.

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) merupakan sayuran buah yang tergolong tanaman semusim berbentuk perdu dan termasuk ke dalam famili *Solanaceae*. Tomat memiliki siklus hidup yang singkat dan memiliki tinggi antara 1 hingga 3 meter. Tanaman tomat memiliki khasiat antara lain mencegah kanker, karena tomat pada warna merahnya banyak mengandung Lycopene. Indonesia sendiri produksinya dari segi kualitas maupun kuantitasnya sendiri masih rendah. Hal tersebut disebabkan oleh keadaan tanah pada lahan yang ditanami, sistem pemupukan yang tidak seimbang, gangguan hama dan patogen, teknis budidaya oleh petani, serta pengaruh iklim dan cuaca pada tanaman tomat.

Untuk mendukung pertumbuhan tanaman tomat agar memiliki hasil panen yang baik, diperlukan sistem otomasisasi pada budidaya tanaman tomat. Dimana dalam sistem otomasisasi tersebut meliputi pemantauan dan pengontrolan sistem pemupukan dan pengairan, sistem perlindungan terhadap panas matahari dan curah hujan yang berlebihan.

Permasalahannya adalah keterbatasan daya yang didapat untuk sistem otomasisasi. Seperti kondisi tempat yang tidak ada pasokan listriknya, sumber daya alam yang terbatas, sumber daya manusia yang kurang dan lain – lain. sehingga sulit untuk

menggunakan sistem otomatisasi tersebut. Beberapa solusi yang dapat mengatasi masalah ini yaitu dengan menggunakan genset, fotovoltaik dan lain – lain. Tetapi dalam mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai dibicarakan. Terdapat beberapa sumber energi alam yang tersedia sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas, diantaranya adalah energi surya. Salah satu contoh energi surya menggunakan fotovoltaik yang biaya operasional dan perawatan yang murah (tidak diperlukan pembelian bahan bakar dan keausan dalam proses konversi), tidak menimbulkan polusi udara karena tidak ada proses pembakaran (sehingga mengurangi pelepasan gas rumah kaca), dan tidak menimbulkan kebisingan karena tidak ada bagian yang bergerak.

Oleh karena itu dalam penelitian ini, penulis ingin mengembangkan Fotovoltaik untuk mengatasi permasalahan dalam sistem otomatisasi budidaya tanaman tomat.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Sistem Budidaya Tanaman Tomat

Tomat (*Lycopersicon sp. Mill.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang termasuk dalam sayuran buah bernilai ekonomis tinggi. Untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi tanaman tomat dibutuhkan penanganan serius. Beberapa hal yang harus diperhatikan adalah intensitas cahaya matahari, intensitas curah hujan, pengairan, dan pemupukan.

Tomat tumbuh di dataran rendah dan dataran tinggi. Tomat menghendaki tanah gembur, kaya humus dan subur serta drainase baik dan tidak menggenang. Tanaman tomat tidak bisa berada di tanah yang tergenang air. Tanah yang tergenang air akan menjadikan tanaman terhambat tumbuh dan menyebabkan akar tanaman busuk. Kelembaban tanah pada tanaman tomat berkisar 60% - 80% dengan suhu ideal berkisar 24-28°C.

Melindungi tanaman tomat dari lingkungan sekitar merupakan faktor penting dalam proses pertumbuhan tanaman, khususnya saat perubahan cuaca yang tidak menentu. Karena kemampuan tanaman tomat untuk menghasilkan buah tergantung pada interaksi antara pertumbuhan tomat dengan kondisi lingkungannya. Banyak tanaman tomat yang mati terserang penyakit pada saat musim hujan atau musim panas. Pada saat musim hujan, intensitas curah hujan yang ideal untuk tanaman tomat berkisar 100 – 200 mm/hujan. Sedangkan untuk musim panas, intensitas cahaya yang ideal berkisar 10.000 – 30.000 lux.

Selain itu tanaman tomat juga membutuhkan unsur hara tepat. Unsur hara yang dibutuhkan tanaman tomat relatif banyak adalah nitrogen, fosfor, dan kalium. Nitrogen berperan dalam memproduksi protein, pertumbuhan daun, dan mendukung proses metabolisme. Fosfor diperlukan untuk pertumbuhan akar dan pembentukan sistem perakaran tanaman. Kalium diperlukan memacu proses terjadinya karbohidrat dan protein.

### 2.2 Sistem Otomatisasi dengan Fotovoltaik

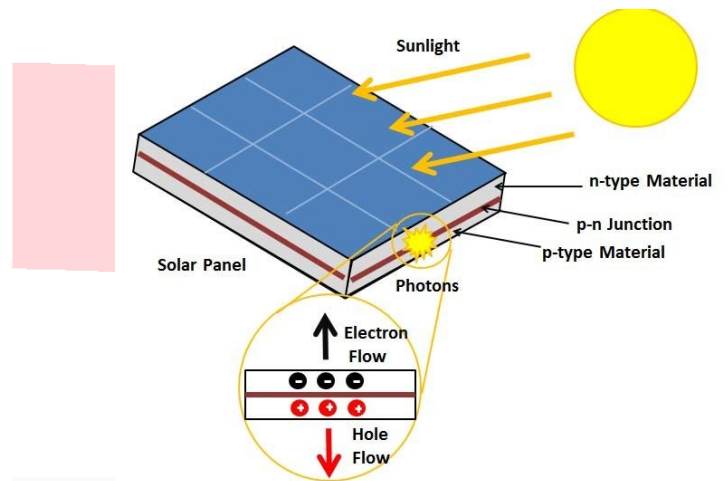
Saat ini, sudah banyak sistem pertanian yang menggunakan sistem otomatisasi. Sistem tersebut dapat membuat sistem pertanian dapat berjalan secara otomatis sehingga meringankan pekerjaan para petani. Sistem otomatisasi dapat direalisasikan dengan adanya energi listrik. Namun, pada umumnya lahan pertanian terletak jauh dari pemukiman warga sehingga ketersediaan energi listrik untuk mendukung sistem otomatisasi tersebut menjadi terhambat. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan memanfaatkan energi yang tersedia di alam salah satunya energi matahari. Sinar matahari dinyatakan sebagai sumber energi alternatif di Indonesia dengan menggunakan fotovoltaik. Manfaat fotovoltaik untuk pertanian masih sedikit diketahui oleh masyarakat umum. Sedangkan menurut sebuah studi di Universitas Arizona, fotovoltaik atau panel surya dapat memberikan sumber listrik pada pertanian dan dapat membantu pertumbuhan kualitas tanaman tomat. Penggunaan fotovoltaik untuk pertanian menurut studi tersebut sesuai apabila diimplementasikan pada pertanian yang memiliki sistem otomatisasi. Penggunaan panel surya atau fotovoltaik untuk mendukung sistem pertanian juga sudah cukup banyak digunakan. Mychael Gatraser Pae, Maria Badjowawo, Ofan Tiran (2020) menggunakan panel surya untuk perancangan pembangkit listrik tenaga surya untuk penyiraman lahan pertanian. Rully Syahta, Finky Anggara, Jamaluddin (2018) menggunakan panel surya untuk alat perangkap hama serangga padi sawah menggunakan cahaya dari tenaga surya.

### 2.3 Fotovoltaik

Fotovoltaik adalah alat yang secara langsung merubah energi matahari menjadi energi listrik, agar lebih efisien energi listrik dari fotovoltaik disimpan di dalam baterai sehingga dapat digunakan sewaktu-waktu pada saat kondisi mendung atau malam hari dimana sinar matahari tidak ada. Untuk mendistribusikan energi elektrik yang dihasilkan sistem fotovoltaik ke beban, dibutuhkan media perantara yang berupa kabel. Kabel ini mempunyai hambatan atau resistansi. Oleh karena itu akan terjadi rugi tegangan pada kabel distribusi ini. Agar sistem dapat bekerja secara optimal, maka rugi tegangan ini harus dijaga agar tidak terlalu besar dengan menggunakan kabel dengan bahan dan ukuran tertentu, sehingga dengan ukuran tersebut arus elektrik masih dapat mengalir dengan aman.

Ketika terkena sinar Matahari, Foton yang merupakan partikel sinar Matahari tersebut menghantam atom semikonduktor silikon fotovoltaik sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan negatif (-) tersebut akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semikonduktor yang dikatakan sebagai pendonor elektron. Semikonduktor tersebut dikenal dengan semikonduktor tipe N (*N-type*). Atom yang bertindak sebagai penerima elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan "hole" dengan muatan positif (+) yang disebut dengan semikonduktor tipe P (*P-type*).

Di persimpangan daerah positif dan negatif (*PN Junction*), akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan *hole* untuk bergerak ke arah yang berlawanan. Elektron akan bergerak menjauhi daerah negatif sedangkan *hole* akan bergerak menjauhi daerah positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu maupun perangkat listrik lainnya di persimpangan positif dan negatif (*PN Junction*) ini, maka akan menimbulkan arus listrik.



### 2.3.1. Jenis-Jenis Fotovoltaik

Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat sel surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan tegangan dan arus yang lebih kuat dari dioda foto pada umumnya. Berikut adalah jenis-jenis fotovoltaik :

#### 1. *Monocrystalline Silicon*

Jenis panel ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim. Efisiensi panel mampu mencapai 15%-20%. Secara fisik, tipe fotovoltaik ini dapat dikenali dari warna sel hitam gelap dengan model terpotong pada tiap sudutnya.

#### 2. *Polycrystalline Silicon*

Jenis fotovoltaik ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dicairkan, setelah itu dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kristal silikon dalam jenis fotovoltaik ini tidak sempurna pada sel surya *monocrystalline*. Efisiensi panel mampu mencapai 13%-16%. Tampilannya Nampak seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya.

#### 3. *Thin-film solar cell*

Jenis panel ini berbahan dasar *amorphous silicon* yang diproduksi dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya yang tipis ke dalam lapisan dasar. *Thin Film Solar Cell* menggunakan beberapa material diantaranya *amorphous silicon* (a-Si), admium telluride (CdTe) dan copper indium gallium delesenide (CIGS). Efisiensi panel rendah yang berkisar 8,5%.

### 2.3.2. Fotovoltaik *Monocrystalline 100Wp*

Pada penelitian ini menggunakan panel berjenis *monocrystalline* sebagai pencatutan daya dengan sumber energi fotovoltaik. Keluaran daya maksimal dari fotovoltaik jenis *monocrystalline* sebesar 100 Watt Peak dengan keluaran tegangan 18 Volt dan keluaran arus 5,56 Ampere.

## 2.4 Solar Charge Controller (SCC)

*Solar Charge Controller* adalah komponen di dalam sistem PLTS berfungsi sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus

yang masuk dari fotovoltaik maupun arus beban keluar / digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan, Ini mengatur tegangan dan arus dari fotovoltaik ke baterai.

Fungsi dari SCC :

1. Saat tegangan pengisian di baterai telah mencapai keadaan penuh, maka kontroler akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah *over charge* sehingga baterai lebih tahan lama. Di dalam kondisi ini, listrik yang disuplai dari fotovoltaik akan langsung terdistribusi ke beban / peralatan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan konsumsi daya peralatan listrik.
2. Saat tegangan di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka kontroler berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban / peralatan listrik. Dalam kondisi tegangan tertentu, maka pemutusan arus beban dilakukan oleh kontroler. Hal ini menjaga baterai dan mencegah kerusakan pada sel – sel baterai. Dalam kondisi ini, bila sisa arus di baterai kosong, pengambilan arus listrik dari baterai akan diputus oleh kontroler. Sehingga peralatan listrik / beban tidak dapat beroperasi.

#### 2.4.1 Sensor Arus

Sensor arus adalah perangkat elektronika yang berfungsi membaca nilai arus suatu rangkaian. Sensor arus ini dapat membaca nilai arus AC dan arus DC. Penelitian kali ini menggunakan sensor arus ACS 712 30A. Sensor arus ACS 712 ini menggunakan prinsip *Hall-effect current sensor*. *Hall effect* itu sendiri memanfaatkan medan magnetik yang ada di sekitar arus yang akan dikonversi menjadi tegangan yang linear dengan perubahan arus sewaktu-waktu [7]. Tegangan yang dihasilkan oleh sensor arus berupa tegangan yang variabel. Nilai tegangan inilah yang nantinya akan diproses oleh mikrokontroler.

### 2.5 Baterai

Baterai (Battery) adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi Listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti handphone, laptop, senter, ataupun *remote control* menggunakan Baterai sebagai sumber listriknya [10]. Dengan adanya baterai, kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita dapat menemui dua jenis baterai yaitu baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja (*Single Use*) dan baterai yang dapat di isi ulang (*Rechargeable*).

Berdasarkan jenis-jenis dan material penyusun baterai dikelompokkan menjadi dua yaitu :

1. **Baterai Primer**  
Baterai primer adalah baterai yang hanya bisa sekali pakai, dalam baterai primer ini energi kimia yang tersimpan dalam sel disusun sedemikian rupa sehingga hanya dapat digunakan sekali untuk menghasilkan energi listrik, dimana setelah kapasitasnya habis maka tidak bisa digunakan lagi. Keuntungan umum baterai primer adalah waktu hidup baik, densitas energi yang tinggi pada laju discharge rendah, dan mudah digunakan. Contoh baterai primer antara lain baterai sel kering magnesium, baterai alkalin, baterai lithium, baterai oksida perak.
2. **Baterai Sekunder**  
Baterai Sekunder adalah jenis baterai yang dapat di isi ulang. Pada prinsipnya, cara Baterai Sekunder menghasilkan arus listrik adalah sama dengan Baterai Primer. Hanya saja, Reaksi Kimia pada Baterai Sekunder ini dapat berbalik (*Reversible*). Pada saat Baterai digunakan dengan menghubungkan beban pada terminal Baterai (*discharge*), Elektron akan mengalir dari Negatif ke Positif. Sedangkan pada saat Sumber Energi Luar (*Charger*) dihubungkan ke Baterai Sekunder, elektron akan mengalir dari positif ke negatif sehingga terjadi pengisian muatan pada baterai. Contoh baterai sekunder antara lain baterai *Ni-cd*, baterai *Ni-MH*, baterai *Li-ion* , dan baterai *lead-acid*.

#### 2.5.1. Baterai VRLA (*Valve-Regulated Lead Acid*)

Secara fisik aki jenis ini terlindung / tertutup rapat, yang nampak dari luar hanya terminal (+) positif dan (-) negatif. Didesain agar cairan elektrolit tidak berkurang karena bocor atau penguapan. Aki jenis ini memiliki katup ventilasi yang hanya terbuka pada tekanan yang ekstrem untuk pembuangan gas hasil reaksi kimianya. Tidak ada katup untuk isi ulang cairan elektrolitnya, karenanya dikenal dengan aki bebas perawatan (*Maintenance Free Battery*).



Keunggulan baterai VRLA:

- Baterai dapat dipasang dalam posisi apapun, karena katup hanya beroperasi pada kesalahan *overpressure*.
- Bebas perawatan mengurangi biaya pemeliharaan.

Lebih aman karena sistem baterai VRLA dirancang untuk rekombinan dan menghilangkan uap pada overcharge, maka tidak ada uap selama operasional (uap dapat mengakibatkan korosi dan karat pada logam baterai).

**2.6 Perhitungan Catu Daya Sistem Otomatisasi Budidaya Tanaman Tomat**

Sistem otomatisasi budidaya tanaman tomat, memerlukan catu daya untuk menjalankan sistem ini.

**Tabel 2.1** Perhitungan Sistem Otomatisasi

| No | Sistem Otomatisasi | Komponen Sistem         | Total Daya (W) | Lama Penggunaan (t) | Total Energi (Wh) |
|----|--------------------|-------------------------|----------------|---------------------|-------------------|
| 1  | Pemupukan          | 3 Pompa DC 12V          | 12.6           | 24 detik            | 28.88             |
|    |                    | 2 Motor Driver          | 0.7            | 24 Jam              |                   |
|    |                    | Arduino Uno             | 0.5            |                     |                   |
| 2  | Pengairan          | Sensor Suhu             | 0.085          | 24 Jam              | 29.09             |
|    |                    | Sensor Kelembaban tanah | 0.175          |                     |                   |
|    |                    | Driver Motor            | 0.3            |                     |                   |
|    |                    | Arduino Uno             | 0.5            |                     |                   |
|    |                    | Pompa DC 12 V           | 17.34          | 60 detik            |                   |
| 3  | Perlindungan       | Sensor Hujan            | 0.075          | 24 Jam              | 12.01             |
|    |                    | Sensor LDR              | 0.375          |                     |                   |
|    |                    | Arduino Uno             | 0.5            |                     |                   |
|    |                    | Servo (20 kg)           | 5.7            | 8 detik             |                   |
|    |                    |                         | <b>38.85</b>   |                     | <b>69.98</b>      |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa total daya dan energi yang dibutuhkan sistem otomatisasi adalah 38,85 Watt dan 69.98 Wh.

**Tabel 2.2** Perhitungan Panel yang Digunakan

| Panel              | Energi yang dihasilkan<br>( $W = P \times t \times \text{efisiensi}$ ) |
|--------------------|--|
| 20 W <sub>p</sub>  | 96 Wh  |
| 50 W <sub>p</sub>  | 240 Wh   |
| 100 W <sub>p</sub> | 480 Wh   |
| 200 W <sub>p</sub> | 960 Wh   |

Dari beberapa contoh panel pada tabel diatas yang digunakan untuk sistem otomatisasi adalah panel 100 W<sub>p</sub> karena keterbatasan alat yang ada. Fotovoltaik yang ideal untuk sistem otomatisasi ini menggunakan 20 W<sub>p</sub> karna sudah mampu menghasilkan energi 96 Wh yang dapat memenuhi kebutuhan sistem otomatisasi.

**Tabel 2.3** Perhitungan Baterai yang Digunakan

| Baterai     | Energi yang dihasilkan |
|-------------|------------------------|
| 12V x 9 Ah  | 108 Wh                 |
| 12V x 12 Ah | 144 Wh                 |
| 12V x 20 Ah | 240 Wh                 |
| 12V x 24 Ah | 288 Wh                 |

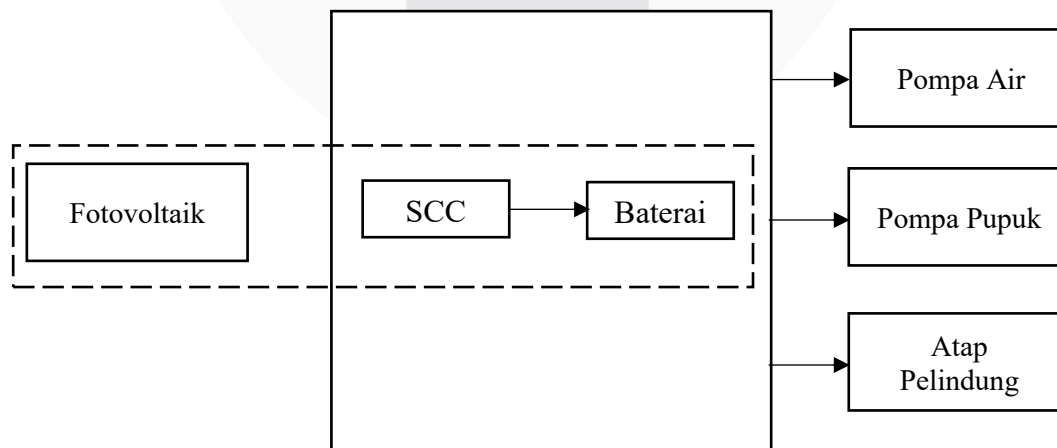
Dari beberapa contoh baterai pada tabel diatas yang digunakan untuk sistem otomatisasi adalah baterai 12V x 24 Ah karena keterbatasan alat yang ada. Tetapi baterai tersebut sudah cukup untuk menyimpan daya dari panel 100 W<sub>p</sub> dan memberikan daya untuk sistem otomatisasi budidaya tanaman tomat. Baterai 12V x 9 Ah sudah cukup untuk menampung energi dari fotovoltaik 20 W<sub>p</sub>.

### 3. Perancangan Sistem

#### 3.1 Desain Sistem

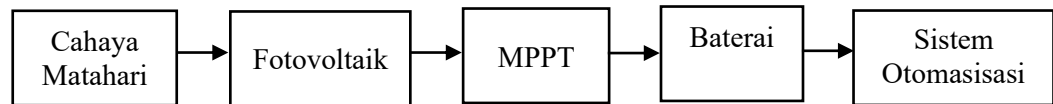
##### 1. Sistem Keseluruhan

Pada tugas akhir ini, konfigurasi sistem secara keseluruhan menggunakan beberapa komponen yang akan dikonfigurasi sehingga dapat bekerja sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Gambar 3.1. merupakan hubungan antar komponen.



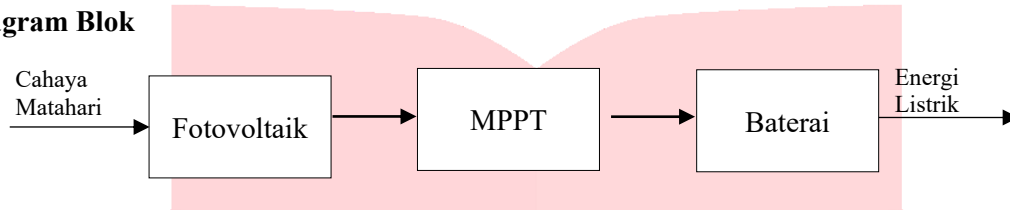
##### 2. Sistem Individu

Pada tugas akhir ini difokuskan dalam pembuatan sistem catu daya untuk memberikan energi sesuai dengan kebutuhan sistem otomatisasi budidaya tanaman tomat. Gambar 3. 2. merupakan konfigurasi sistem catu daya.



Pada konfigurasi sistem ini, fotovoltaik akan menerima cahaya matahari sehingga dapat menghasilkan daya yang akan diteruskan ke MPPT. MPPT akan mengatur daya yang akan masuk atau tidaknya ke baterai. Relay sebagai switch akan memotong aliran jika daya pada baterai sudah penuh

### 3.1.1 Diagram Blok



Gambar 3.3. merupakan alur kerja sistem yang memiliki masukan energi dari fotovoltaik dan kemudian diteruskan oleh MPPT. Yang kemudian energi yang disimpan baterai akan diteruskan ke sistem otomatisasi budidaya tanaman tomat.

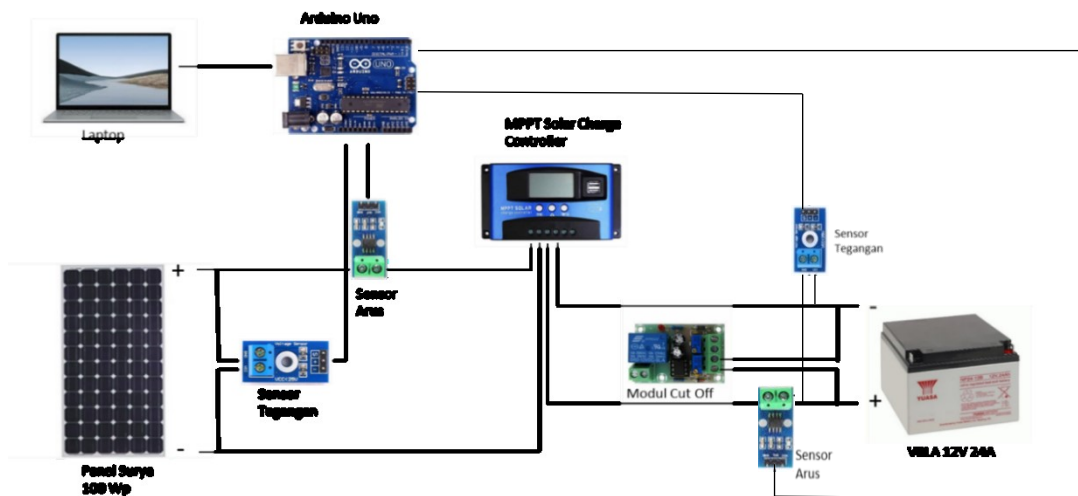
### 3.1.2. Fungsi dan Fitur

Pada tugas akhir ini fungsi dan fitur dari blok diagram di atas adalah sebagai berikut.

1. Fotovoltaik  
Fotovoltaik berfungsi mengubah cahaya matahari menjadi daya listrik.
2. MPPT  
MPPT berfungsi sebagai penyesuaian tegangan input untuk mendapat daya maksimum dari fotovoltaik dan kemudian mengubah daya untuk menyediakan berbagai kebutuhan tegangan, dari baterai ditambah beban.
3. Sensor Tegangan  
Sensor berfungsi untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan oleh fotovoltaik.
4. Sensor Arus  
Sensor berfungsi untuk mengetahui arus yang dikeluarkan oleh fotovoltaik.
5. Baterai  
Baterai berfungsi untuk menyimpan daya dari fotovoltaik.
6. Mikrokontroler  
Mikrokontroler berfungsi sebagai kontroler pada sistem ini.

### 3.2 Desain Perangkat Keras

Siklus pengisian menggunakan fotovoltaik berjenis *monocrystalline* 100Wp. Untuk meningkatkan nilai keluaran dibutuhkan *solar charge controller* sebagai pengontrol tegangan masukan dan keluaran. Media penyimpanan listrik hasil dari fotovoltaik adalah baterai jenis *Valve-Regulated Lead-Acid* 12V kapasitas 24Ah.



### 3.2.1 Spesifikasi Komponen

#### 1. Fotovoltaik

Fotovoltaik berfungsi untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Fotovoltaik yang digunakan berjenis *monocrystalline*, karena lebih efisien dibandingkan *polycrystalline*.



Tabel 3.1 Spesifikasi Fotovoltaik

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| Peak Power (Pmax)           | 100Wp                    |
| Production Tolerance        | ±3%                      |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | 18V                      |
| Maximum Power Current (Imp) | 5.56A                    |
| Open Circuit Voltage (Voc)  | 21.6V                    |
| Short Circuit Current (Isc) | 5.99A                    |
| Operating Temperature       | -40°C to +85°C           |
| Weight                      | 7kg                      |
| Dimensions                  | 1020 mm x 670 mm x 30 mm |
| Maximum System Voltage      | 1000VDC                  |

#### 2. Solar Charger Controller (SCC)

*Solar Charger Controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Pada pengujian ini *Solar Charger Controller* digunakan untuk mengatur tegangan yang masuk ke baterai dari fotovoltaik.





### 3. Baterai VRLA

Pada perancangan sistem, daya yang dihasilkan oleh sistem akan disimpan dan dialirkan ke baterai VRLA (*Valve-Regulated Lead Acid*). Pada sistem pemupukan dibutuhkan daya sebesar 90.5 Watt, sistem pengairan dibutuhkan daya sebesar 90.5 Watt, dan sistem perlindungan dibutuhkan daya sebesar 45 Watt. Sehingga total daya yang dibutuhkan 226 Watt. Baterai VRLA yang digunakan memiliki kapasitas sebesar 12V 24Ah, karena mampu menyimpan daya sebesar 288 Watt.



### 4. Sensor Arus

Sensor arus adalah alat yang dapat mengukur jumlah arus pada perangkat elektronik. Sensor arus yang digunakan adalah ACS712 30A. Sensor arus bekerja dengan mengalirkan arus melalui tembaga yang didalamnya menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated hall IC* dan diubah menjadi tegangan yang proporsional. Sensor arus digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui muatan yang ada di dalam baterai.



Tabel 3.2 Spesifikasi ACS712 30A

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Optimized Accuracy Range</b> | -30A ( <i>min.</i> )<br>30A ( <i>max.</i> )                             |
| <b>Sensitivity</b>              | 64 mA ( <i>min.</i> )<br>66 mA ( <i>typ.</i> )<br>68 mA ( <i>max.</i> ) |
| <b>Noise</b>                    | 7mV   |
| <b>Total Output Error</b>       | ±1.5%   |

### 5. Mikrokontroler

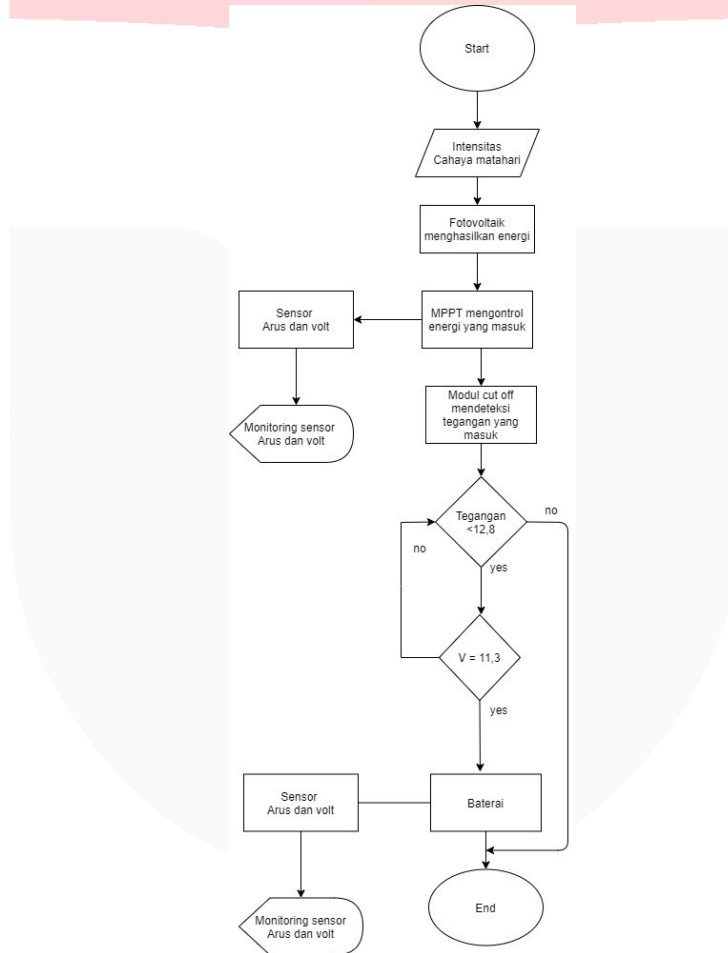
Mikrokontroler yang digunakan pada perancangan sistem ini adalah Arduino Uno. Spesifikasi dari Arduino Uno yang

digunakan adalah

- a. *Microcontroller* ATmega 328.
- b. *Input* Tegangan (disarankan) 7-12V.
- c. *Input* Tegangan (batas) 6-20V.
- d. Analog I/O Pin 6 (A0-A5).
- e. Digital I/O Pin 14 (0-13, 6 Pin memberikan *output* PWM).
- f. 32k Bytes *flash memory*, 1k Bytes EEPROM



### 3.3 Desain Perangkat Lunak



Gambar 3.10 merupakan diagram alir pencatutan daya. Panel yang disinari cahaya matahari akan menghasilkan energi listrik. MPPT akan meneruskan energi listrik ke baterai. Tetapi sebelum energi listrik sampai ke baterai ada modul cut off yang sudah diset ketika tegangan baterai lebih kecil dari 12,8 volt , MPPT dapat mengisi energi ke baterai. Ketika tegangan baterai lebih dari 12,8 volt, maka modul cut off akan memotong aliran energi listrik dari MPPT ke baterai. Energi dari baterai inilah yang akan digunakan untuk memenuhi sistem otomatisasi budidaya tanaman tomat.

#### 4. Hasil dan Analisis

##### 4.1 Pengujian Sensor Tegangan dan Arus

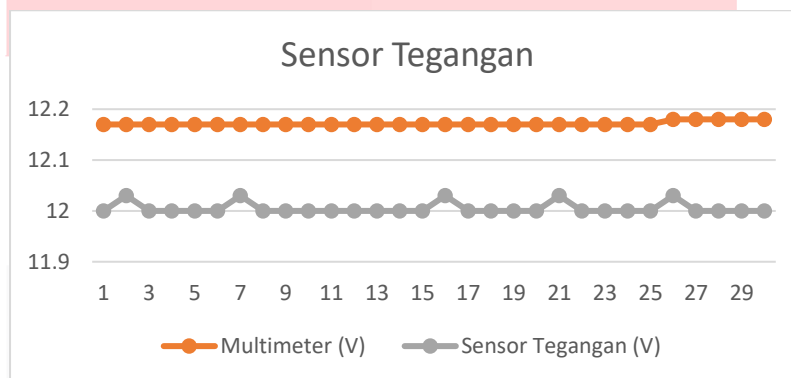
Pengujian sensor tegangan dan arus pada sistem kali ini dilakukan kalibrasi untuk mengetahui keakuratan sensor. Kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil nilai pengukuran tegangan dan arus pada catu daya dengan pembacaan oleh multimeter dan sensor.

##### Alat Uji :

1. DC Power Supply
2. Multimeter CD800A
3. Multimeter DT9205A
4. Arduino Uno
5. Sensor Tegangan DC
6. Sensor Arus ACS712 30A

##### Hasil Pengujian dan Analisis :

Berikut merupakan hasil pengujian kalibrasi pada sensor tegangan dan arus yang berhasil dilakukan sebanyak 30 kali selama 30 menit.



Dapat dilihat dari data grafik Gambar 4. 1. pada pengujian kalibrasi ini dapat dihitung persentase *error* dan nilai *error* sensor dengan menggunakan multimeter digital sebagai pembanding.

Rata-rata tegangan sensor Tegangan yang di hasilkan adalah 12.171 dalam 30 kali pengambilan data sehingga :

$$\text{Persentase Error} = \frac{[\text{Nilai Experiment} - \text{Nilai Teoritis}]}{\text{Nilai Teoritis}} \times 100\% \quad (4.1)$$

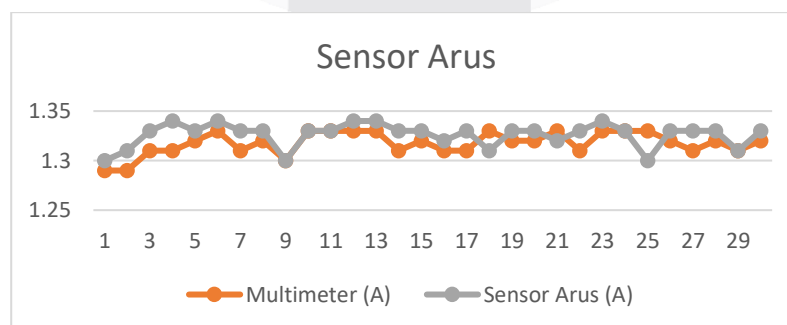
$$\text{Persentase Error} = \frac{[12.005 - 12.171]}{12.171} \times 100\%$$

$$\text{Presentase Error} = -1.364\% = 1.364\%$$

$$\text{Absolute error} = | \bar{X} \text{ Tegangan Multimeter} - \bar{X} \text{ Tegangan Sensor} | \quad (4.2)$$

$$\text{Absolute error} = | 12.171 - 12.005 | = 0.166$$

Dapat diketahui dari kalibrasi sensor tegangan diperoleh nilai *error* sebesar 0,166 *error* tersebut ditambahkan ke dalam program Arduino Uno untuk memperkecil nilai *error*.



Rata-rata arus sensor ACS712 yang di hasilkan adalah 1.326 dalam 30 kali pengambilan data sehingga :

$$\text{Persentase Error} = \frac{|1,326 - 1,317|}{1,317} \times 100\%$$

$$\text{Presentase Error} = 0,68\%$$

$$\text{Absolute error} = |1,317 - 1,326| = 0,009$$

Dapat diketahui dari kalibrasi sensor tegangan diperoleh nilai *error* sebesar 0,009 *error* tersebut ditambahkan ke dalam program Arduino Uno untuk memperkecil nilai *error*.

#### 4.2 Pengujian Intensitas Baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui indikator kapasitas baterai 12V 24 Ah.

##### Alat Uji :

1. Baterai VRLA 12V 24 Ah
2. Multimeter DT9205A

##### Hasil Pengujian dan Analisis :

**Tabel 4.1** Tabel Persentase

| Tegangan Baterai | Persentase Baterai |
|------------------|--------------------|
| 12,8 V           | 100 %              |
| 12.3 V           | 75 %               |
| 11,8 V           | 50 %               |
| 11,3 V           | 25 %               |
| 10,8 V           | 0 %                |

Penjelasan dari tabel ini menunjukkan ketika kondisi baterai penuh memiliki tegangan sebesar 12,8 Volt dan ketika baterai kosong di 10,8 Volt.

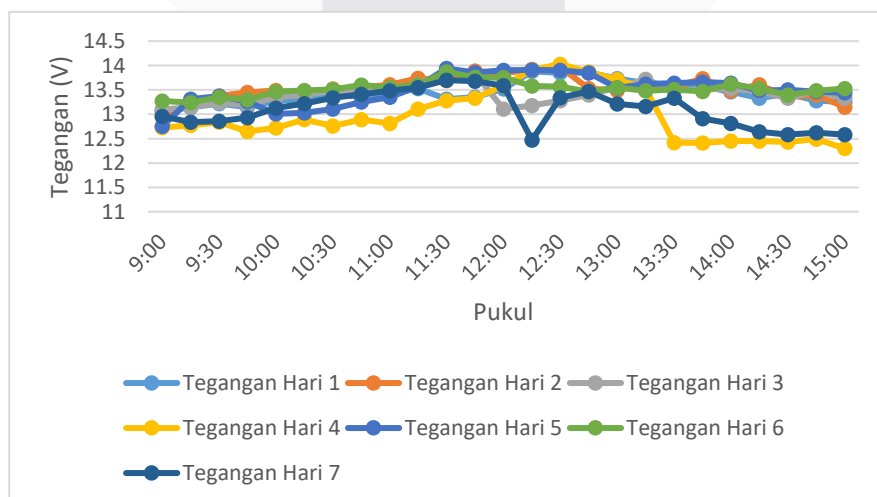
#### 4.3 Pengujian Fotovoltaik 100 Wp

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan dan arus yang dihasilkan fotovoltaik 100 Wp sebagai catu daya saat pengisian ke baterai VRLA 12V x 24Ah menggunakan MPPT *Solar Charge Controller*.

##### Alat Uji :

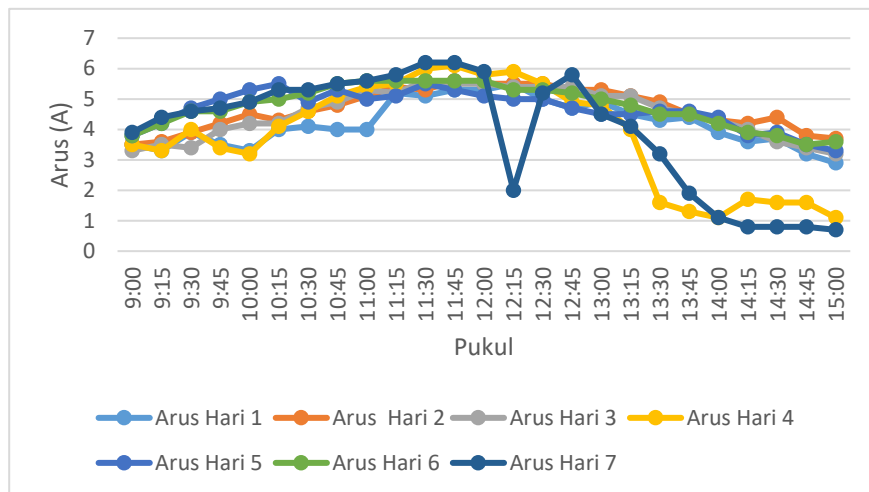
1. Fotovoltaik 100 Wp
2. MPPT *Solar Charge Controller*
3. 1Baterai VRLA 12V x 24 Ah
4. Multimeter CD800A
5. Sensor Tegangan
6. Sensor Arus
7. Solar Power Meter

##### Hasil Pengujian dan Analisis :

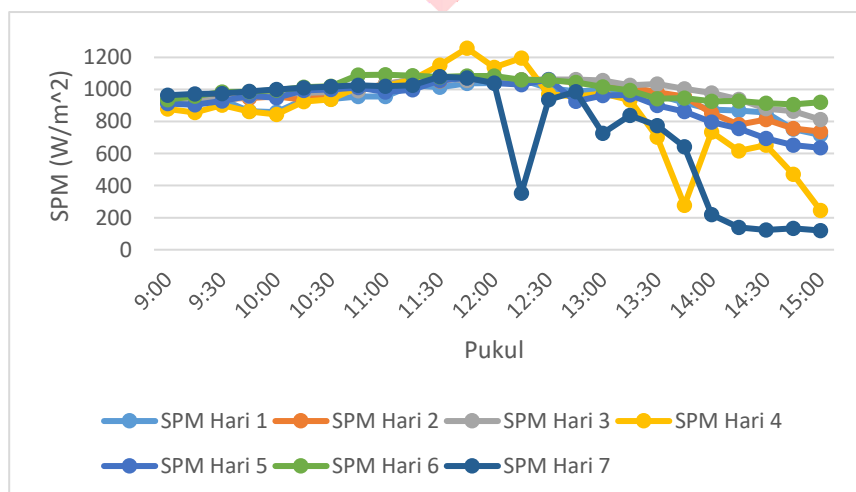


Pada gambar 4.3 didapatkan bahwa sensor tegangan pada fotovoltaik memiliki nilai yang berbeda-beda. Tegangan yang

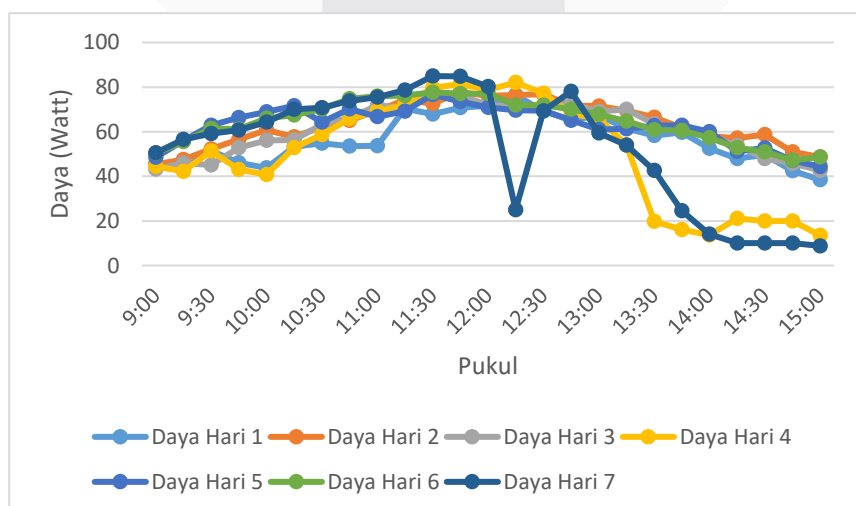
dihasilkan fotovoltaik akan menuju puncak pada pukul 11:00 dan akan menurun sampai pukul 15:00. Nilai tegangan fotovoltaik ini lah yang akan mempengaruhi nilai daya dan energi yang dihasilkan fotovoltaik.



Pada Gambar 4.4 Arus yang dihasilkan fotovoltaik memiliki nilai yang berbeda-beda. Arus yang dihasilkan fotovoltaik akan menuju puncak pada pukul 11:00 dan akan menurun sampai pukul 15:00. Nilai arus fotovoltaik ini lah yang akan mempengaruhi nilai daya dan energi yang dihasilkan fotovoltaik.

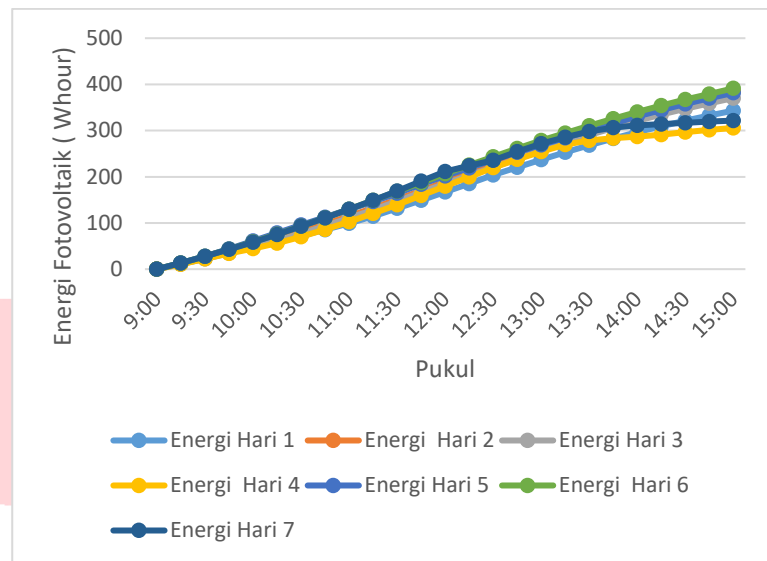


Gambar 4.5 menunjukkan nilai yang dihasilkan Solar Power Meter. Nilai yang dihasilkan Solar Power Meter akan menuju puncak ketika pukul 11:00 siang sampai pukul 13:00, dikarenakan i radiasi matahari bernilai  $1080 W/m^2 - 997 W/m^2$ . Solar Power Meter berfungsi untuk menghitung intensitas cahaya matahari pada waktu tertentu. Jika nilai yang dihasilkan Solar Power Meter semakin besar, maka daya yang dihasilkan fotovoltaik juga akan semakin besar.



Pada gambar 4.6 didapatkan daya yang dihasilkan Fotovoltaik mulai menuju puncak ketika pukul 11:00 siang sampai

pukul 13:00. Ketika cahaya cerah fotovoltaik mampu menghasilkan 84.94 Watt, dan ketika cahaya matahari mendung fotovoltaik dapat menghasilkan 8.8 Watt. Grafik Daya Fotovoltaik juga mengikuti grafik Solar Power Meter sebagai pembandingnya. Pada hari ke 7 pukul 12:15 grafik menunjukkan arah yang turun kebawah dikarenakan ada awan yang melintas pada waktu tersebut. Sehingga daya yang dihasilkan langsung turun seketika dan pada waktu berikutnya ketika awan sudah melewati matahari maka daya yang dihasilkan akan kembali naik lagi.



Berdasarkan Gambar 4.7 nilai Energi yang dihasilkan Fotovoltaik akan terus bertambah sampai akhir pengujian setiap hari nya selama 7 hari. Rata-rata energi yang dapat dihasilkan oleh fotovoltaik selama 7 hari sebesar 356,9 Wh.

#### 4.4. Pengujian Catu Daya ke Sistem Otomatisasi Budidaya Tanaman Tomat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui Catu daya dapat memberikan daya ke sistem otomatisasi budidaya tanaman tomat. Dengan menggunakan fotovoltaik sebagai catudaya, baterai sebagai tempat penyimpanan daya, dan MPPT *Solar Charge Controller* untuk mengontrol arus pengisian ke baterai agar tidak terjadinya *overcurrent*.

##### Alat Uji :

1. Fotovoltaik 100 Wp
2. MPPT *Solar Charge Controller*
3. Baterai VRLA 12V 24Ah
4. Buck Converter DC Step Do
5. Sensor Suhu
6. Sensor Kelembaban Tanah
7. Sensor LDR
8. Sensor Hujan
9. Driver Motor
10. Pompa DC 12V
11. Servo (20kg)
12. Buck Converter Step Down DC

**Tabel 4.2** Pengujian Catu Daya ke Sistem Otomatis

| Jam         | Energi Fotovoltaik (Wh) | Energi Sistem (Wh) |           |              |       | Kondisi                    |
|-------------|-------------------------|--------------------|-----------|--------------|-------|----------------------------|
|             |                         | Pemupukan          | Pengairan | Perlindungan | Total |                            |
| 09:00-10:00 | 60.94                   | 1.276              | 1.33      | 0.5          | 3.11  | Pemupukan dan Pengairan ON |
| 10:00-11:00 | 68.49                   | 1.2                | 1.2       | 0.503        | 2.903 | Perlindungan ON            |
| 11:00-12:00 | 72.03                   | 1.2                | 1.2       | 0.5          | 2.9   | OFF                        |
| 12:00-13:00 | 67.51                   | 1.2                | 1.2       | 0.5          | 2.9   | OFF                        |
| 13:00-14:00 | 61.83                   | 1.2                | 1.2       | 0.5          | 2.9   | OFF                        |
| 14:00-15:00 | 50.79                   | 1.2                | 1.328     | 0.5          | 3.03  | Pengairan ON               |

Dari Tabel 4.2 dapat diketahui Fotovoltaik mampu memberikan energi untuk sistem agar dapat berjalan setiap jamnya. Pada pukul 09:00 -10:00 sistem memerlukan energi tertinggi sebesar 3.11 Wh. Hal ini dikarenakan dua sistem otomatisasi berjalan yaitu sistem pemupukan dan sistem pengairan. Pada pukul 11:00 – 14:00 sistem memerlukan energi terendah setiap jamnya sebesar 2.9 Wh, dikarenakan tidak ada sistem yang berjalan sehingga tidak memerlukan energi yang besar.

#### 4.5. Pengujian Baterai ke Sistem Otomatisasi Budidaya Tanaman Tomat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jika dalam satu hari dari pagi hari sampai sore cuaca mendung, dan malam hari sehingga catudaya tidak mendapatkan energi. Baterai dengan kapasitas 12V 24Ah tetap dapat memberikan daya untuk sistem otomatisasi budidaya tanaman tomat. Dengan asumsi baterai dianggap penuh dari awal.

#### Alat Uji :

1. MPPT *Solar Charge Controller*
2. Baterai VRLA 12V 24Ah
3. Buck Converter DC Step Down
4. Arduino Uno
5. Sensor Suhu
6. Sensor Kelembaban Tanah
7. Sensor LDR
8. Sensor Hujan
9. Driver Motor
10. Pompa DC 12V
11. Servo (20kg)
12. Buck Converter Step Down DC

**Tabel 4.3** Pengujian Baterai ke Sistem Otomatis

| Jam         | Energi Sistem (Wh)   |           |           |              |       | Kondisi                       |
|-------------|----------------------|-----------|-----------|--------------|-------|-------------------------------|
|             | Tegangan Baterai (V) | Pemupukan | Pengairan | Perlindungan | Total |                               |
| 09:00-10:00 | 12.8                 | 1.28      | 1.2       | 0.5          | 2.98  | Pemupukan ON                  |
| 10:00-11:00 | 12.74                | 1.2       | 1.301     | 0.503        | 3.004 | Pengairan dan Perlindungan ON |
| 11:00-12:00 | 12.71                | 1.2       | 1.2       | 0.5          | 2.9   | OFF                           |
| 12:00-13:00 | 12.70                | 1.2       | 1.2       | 0.5          | 2.9   | OFF                           |
| 13:00-14:00 | 12.70                | 1.2       | 1.2       | 0.5          | 2.9   | OFF                           |
| 14:00-15:00 | 12.65                | 1.2       | 1.288     | 0.501        | 2.989 | Pengairan dan Perlindungan ON |

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui pada pukul 10:00 -11:00 sistem memerlukan energi tertinggi sebesar 3.004 Wh. Hal ini dikarenakan dua sistem otomatisasi berjalan yaitu sistem pengairan dan sistem perlindungan. Pada pukul 11:00 – 14:00 sistem memerlukan energi terendah setiap jamnya sebesar 2.9 Wh, dikarenakan tidak ada sistem yang berjalan sehingga tidak memerlukan energi yang besar. Baterai mampu memberikan energi untuk sistem agar dapat berjalan setiap jamnya.

## 5 Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis, kesimpulan Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Pada sistem pencatutan daya ini, Fotovoltaik 100 Wp menghasilkan energi pada sistem otomatisasi budidaya tanaman tomat sebesar 384.5 Wh dalam sehari.
2. Energi yang dibutuhkan untuk menyuplai sistem otomasisasi budidaya tanaman tomat sebesar 69.98 Wh dengan kata lain melebihi kebutuhan energi pada sistem.
3. Pengeluaran daya maksimum Fotovoltaik selama pengujian dimulai dari pukul 11:00-13:00 WIB sedangkan pengeluaran energi minimum Fotovoltaik terjadi pada pukul 15:00 WIB.
4. Baterai VRLA 12V 24Ah dapat menyimpan energi dari fotovoltaik 100 Wp. Baterai ini mampu memberikan energi (kondisi baterai penuh) kepada sistem otomatisasi budidaya tanaman tomat jika dalam 4 hari tidak ada cahaya matahari..

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Wasonowati, "Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*) dengan Sistem Budidaya Hidroponik".
- [2] Materi Pertanian, "Tanaman Tomat; Klasifikasi, Ciri Morfologi, Manfaat, dan Cara Budidaya," 16 Februari 2019. [Online]. Available: <https://dosenpertanian.com/tanaman-tomat/>.
- [3] Solar Cell Surya, "Pengertian Panel Surya, Keunggulannya dan Kelemahannya," [Online]. Available: <https://www.solarcellsurya.com/pengertian-panel-surya/>. [Accessed 19 Oktober 2019].



- [4] Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi, "Budidaya Tanaman Tomat," 2010.
- [5] Karnoto, "Perancangan Inverter Dual Conversion Pull-Full pada Aplikasi Fotovoltaik," *Universitas Diponegoro*, 2011.
- [6] Nurtika and Sumarni, "Pengaruh Sumber, Dosis, dan Waktu Aplikasi Pupuk Kalium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat," 1992.
- [7] A. R. Afif, "Desain dan Implementasi Battery Management System Panel Surya Portbale dengan Metode Coulomb Counting," *Telkom University*, 2019.
- [8] A. Nugroho and E. Rijanto, "Simulasi Optimasi Pengukuran State of Charge Baterai dengan Integral Observer," *Pusat Tenaga Listrik dan Mekatronik LIPI*, 2015.
- [9] A. Surya and I. Winarno, "Maximum Power Point Tracker (MPPT) untuk Pengoptimalam Daya pada Panel Surya Statis Menggunakan Metode Penturb and Observe," *Universitas Hang Tuah Surabaya*, 2018.
- [10] A. Bayu and e. al, "Perancangan dan Implementasi Alat Ukur State of Charge Sistem Pengawasan pada Baterai Lead Acid Menggunakan Open Circuit Voltage," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 4, 2017.
- [11] Unggul Wibawa and Andy Darmawan, "Penerapan Sistem Photovoltaik Sebagai Sumber Daya Listrik Beban Pertamanan," *Universitas Brawijaya*, (2008)
- [12] Smart Garden UNPAD. (2019). Variabel Ideal. Tersedia : <http://smartgardenunpad.github.io/dashboard/>
- [13] V. Gurevich, "Electric Relays : Principles and Application," *CRC PRESS*, p. 704, 2005.
- [14] Nurhayati, S. (2017). PRODUKSI TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.) F1 HASIL IDUKSI MEDAN MAGNET YANG DIINFEKSI *Fusarium oxysporum* f.sp. 13.