

# **TUGAS AKHIR**

## **PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA ROBOT PENYEMPROT DISINFEKTAN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**AGUS SETIAWAN**  
**1607220073**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Proposal penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Agus Setiawan  
NPM : 1607220073  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Robot Penyemprot Disinfektan  
Bidang ilmu : Energi Baru Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 April 2021

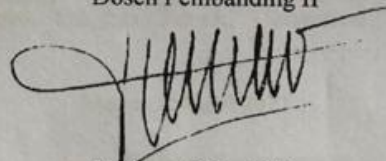
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembanding I



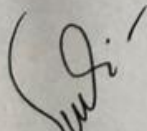
Ir. Abdul Aziz Hutasuhut., M.M

Dosen Pembanding II



Zulfikar, S.T., M.T

Dosen Pembimbing



Noorly Evalina, S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro  
Ketua,



Faisal Arsan Pasaribu, S.T., M.T.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Agus Setiawan  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 12 Agustus 1997  
NPM : 1607220073  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

### **“Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Robot Penyemprot Disinfektan”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 4 April 2021

Saya yang menyatakan,



Agus Setiawan

## ABSTRAK

Perkembangan energi listrik dan kemajuan teknologi diharapkan dapat memenuhi kebutuhan listrik yang mampu mempermudah kehidupan manusia modern. Kondisi kehidupan zaman modern sangat cepat berubah dan bisa terjadi apa saja. Pada tahun 2020 dimana kehidupan dunia sedang dilanda pandemi yang disebabkan karena adanya virus baru yaitu “COVID-19”, dimana menyebabkan tatanan dunia berubah drastis baik dalam bidang kesehatan maupun perekonomian. Teknologi yang dikembangkan dengan sistem energi baru terbarukan diharapkan dapat membantu penanganan pada bidang kesehatan yaitu dengan menciptakan robot yang secara otomatis dapat menyemprotkan cairan disinfektan dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Perancangan PLTS pada robot penyemprot disinfektan ini dirancang dengan sedemikian rupa agar dapat membantu kebutuhan penanganan pandemi secara kongkrit. PLTS dirancang dan telah dilakukan pengujian yang menghasilkan daya listrik maksimal sebesar 20 WP. Sebagai suplai, PLTS diharapkan mampu bertahan sebagai sumber daya robot penyemprot disinfektan yang tegangan maksimalnya distabilkan 14,4 V dengan daya output 20,73 Watt. Daya yang telah dihasilkan disalurkan ke baterai sebagai penyimpanan daya tersebut yang pengisian penuh baterainya selama 3,5 jam dengan kapasitas 3,085 AH.

**Kata Kunci:** *PLTS, tegangan, daya*

## **ABSTRACT**

*The development of electrical energy and technological advances are expected to meet the demand for electricity that can facilitate modern human life. Living conditions in modern times change rapidly and anything can happen. In 2020, the world's life is being hit by a pandemic which is caused by a new virus, namely "COVID-19", which causes the world order to change drastically in both the health and economic sectors. The technology developed with a new and renewable energy system is expected to help handling the health sector by creating a robot that can automatically spray disinfectant liquid using a solar power plant (PLTS). The design of the PLTS in this disinfectant spraying robot is designed in such a way as to help concrete handling needs of the pandemic. PLTS is designed and tested that produces a maximum electrical power of 20 WP. As a supply, PLTS is expected to be able to survive as a power source for disinfectant spray robots whose maximum voltage is stabilized at 14.4 V with an output power of 20.73 Watts. The power that has been generated is channeled to the battery as power storage which fully charges the battery for 3.5 hours with a capacity of 3.085 AH.*

**Key Words:** *PLTS, voltage, power*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Robot Penyemprot Disinfektan” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua penulis: Sugianto dan Sumiani, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
2. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Partaonan Harahap, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Noorly Evalina, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik elektroan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Keluarga saya tersayang Edi Syahputra, Ana Saputri, Amin Syaputra, Fajar Setiawan, Ayu Saputri, Muhammad Ridwan.
8. Sahabat-sahabat penulis : Muhammad Lutfhi Fazawi, Wahid Muzakkir, Hista Windari S. Ak, Garox.
9. Teman-teman seperjuangan Elektro A3 Malam Stambuk 2016.

Skripsi Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Skripsi Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-elektroan.

Medan, 19 April 2021

Agus Setiawan

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Ruang lingkup .....	2
1.4. Tujuan penelitian.....	3
1.5. Manfaat penelitian.....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	4
2.1.1. Cara Kerja PLTS .....	4
2.2. Daya Listrik.....	6
2.3. STC ( Standart Test Condition ).....	7
2.4. Energi Surya .....	7
2.4.1. Panel Surya.....	8
2.4.2. Photovoltaic.....	10
2.4.3. Sel Surya .....	11
2.4.4. Prinsip Kerja Sel Surya .....	12
2.4.5. Perkembangan Sel Surya.....	12
2.5. Charge Controller.....	13
2.5.1. Cara Kerja <i>Charge Controller</i> .....	14
2.6. Baterai .....	15
2.6.1. State of Charge .....	16
2.6.2. Karakteristik Baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA) ....	16
2.7. Inverter .....	17
2.7.1. Jenis Inverter .....	18
2.7.2. Parameter Inverter .....	20
2.8. Beban.....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1. Tempat dan waktu .....	22
3.1.1. Tempat.....	22
3.1.2. Waktu .....	22
3.2. Metode penelitian.....	22
3.3. Bahan dan Alat .....	22
3.4. Blok diagram .....	23
3.5. Prinsip kerja rangkaian.....	24
3.5.1. Sensor .....	25
3.5.2. Panel surya/ solar panel.....	26
3.5.3. Driver / penguat.....	27
3.5.4. Mikrokontroler .....	28
3.5.6. Flowchart.....	29



<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
4.1 Hasil .....	31
4.2 Pengujian sistem.....	32
4.2.1 Pengujian panel sel surya .....	32
4.2.2 Pengujian rangkaian regulator.....	36
4.2.3 Pengujian batere sel Litium Ion .....	40
4.3. Hasil penguji .....	43
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1. Hasil pengukuran panel surya beban dengan motor DC .....	32
Tabel 4.2. Hasil perhitungan arus dan daya output panel surya.....	34
Tabel 4.3. Hasil pengujian regulator tegangan LM317.....	36
Tabel 4.4. Hasil perhitungan daya output regulator .....	38
Tabel 4.5. Proses pengisian batere. ....	40
Tabel 4.6. Proses pengosongan batere. ....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Instalasi Menggunakan Solar cell.....	6
Gambar 2.2 Panel Surya Polycrystalline.....	9
Gambar 2.3 Panel surya Monocrystalline .....	9
Gambar 2.4 Panel Surya Amorf.....	10
Gambar 2.5 Baterai untuk Sel Surya.....	16
Gambar 2.6 Inverter .....	18
Gambar 3.1 Blok Diagram .....	24
Gambar 3.2 Rangkaian PLTS Pada Robot Desinfektan.....	25
Gambar 3.3 Sensor cahaya LDR.....	26
Gambar 3.4 Panel matahari 20 WP .....	27
Gambar 3.5 Rangkaian penguat arus dan relay.....	27
Gambar 3.6 Rangkaian mikrokontroler Atmega 8 sebagai kontrol charger. ....	28
Gambar 3.7 Flowchart sistem .....	29
Gambar 4. 1. Rancangan sistem PLTS untuk suplai arus pada robot .....	32
Gambar 4.2. Grafik pengukuran panel surya dengan beban motor DC.....	33
Gambar 4.3. Grafik perhitungan arus output panel surya. ....	35
Gambar 4. 4. Proses pengukuran tegangan panel .....	36
Gambar 4. 5. Grafik hasil pengujian regulator tegangan LM317 .....	37
Gambar 4. 6. Grafik hasil perhitungan daya output regulator.....	39
Gambar 4. 7. Hasil pengukuran tegangan pada regulator .....	39
Gambar 4. 8. Pengukuran tegangan pada regulator .....	40
Gambar 4. 9. Grafik proses pengisian batere .....	41
Gambar 4. 10. Grafik proses pengosongan batere .....	43

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar belakang

Kemajuan dibidang teknologi khususnya elektronik dan listrik selalu memberi keuntungan bagi umat manusia. Teknologi elektronika dan komputer berkembang sangat pesat seiring kemajuan diberbagai bidang. Karenanya penemuan dibidang sistem konversi tenaga (energi) terbaru juga sangat pesat. Hingga saat ini banyak jenis pembangkit atau sistem konversi telah diciptakan agar manusia tidak bergantung sepenuhnya dengan energi fosil. Konversi Energi seperti panas bumi, kecepatan angin, arus sungai dan cahaya matahari kerap dimanfaatkan untuk sistem pembangkit listrik ukuran mikro. Dari banyaknya jenis tersebut sistem konversi cahaya merupakan sistem yang paling sederhana dan efisien serta murah. Sistem pembangkit dapat dibuat sesuai kebutuhan daya yang diperlukan yaitu dengan memilih berapa besar panel yang sesuai dengan daya yang diinginkan (Trisnawati, 2018).

Pada penelitian tugas akhir ini, penulis mencoba memanfaatkan sebuah sistem pembangkit untuk mensuplai sebuah robot. Sistem yang akan dibuat dipilih energi tenaga matahari yang dapat diperoleh dengan mudah. Objek nya adalah sebuah robot penyebar/penyembur cairan desinfektan. Mengingat robot ini bekerja diluar ruangan maka sangat efektif bila sumber energi yang dibutuhkan diambil dari luar ruangan misalnya energi cahaya matahari. Sambil bekerja robot dapat menyerap energi matahari dan mengubahnya mejadi energi listrik. Dengan demikian tidak dibutuhkan penggantian batere atau pengecasan dari dalam rumah (Utomo, 2009).

Sistem robot yang digerakkan oleh sinar matahari dengan tugas melakukan desinfektan pada area-area publik. Seperti kita ketahui saat ini dunia sedang dilanda wabah virus yaitu covid-19 yang sangat menular Resiko penyebaran virus tersebut sangat tinggi dan mematikan. Virus membersihkan area sehingga resiko penularan lebih kecil. Saat ini proses desinfektan masih dilakukan oleh manusia yaitu petugas pembersihan Oleh karena itu resiko petugas tersebut dari penularan.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas ide untuk membangun suatu alat yang dapat mengatasi dan meminimalisir resiko penularan virus saat melakukan desinfektan. Sebuah robot penyemprot desinfektan akan dibuat untuk menggantikan tugas manusia . Robot ini digerakkan oleh 2 buah motor dc dan dikendalikan dari jarak 20 meter atau lebih. Sebagai energi untuk menggerakkan Robot digunakan cahaya matahari yang juga dilengkapi oleh batere agar dapat beroperasi jika tidak ada cahaya matahari atau kurang. Untuk menghasilkan energi tersebut digunakan sebuah panel matahari atau sel surya yang berfungsi mengubah cahaya menjadi listrik (Bachtiar, 2006)

### 1.2. Rumusan masalah

Permasalahan yang akan ditemukan dalam merealisasikan rancangan dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem pembangkit listrik tenaga matahari (PLTS) untuk mensuplai robot penyebar desinfektan.
2. Bagaimana menghasilkan daya keluaran yang sesuai sebagai supply robot.
3. Bagaimana mengatur kestabilan tegangan dan menyimpan energi yang dihasilkan sebelum digunakan untuk menggerakkan robot.

### 1.3. Ruang lingkup

Adapun batasan masalah yang dibuat adalah pembahasan tentang komponen yang digunakan ,yaitu :

1. Rancang bangun menggunakan panel matahari 20WP untuk mengubah cahaya menjadi listrik.
2. Rancang bangun menggunakan beberapa batere jenis Litium-Ion sebagai media penyimpanan energi.
3. Rancangan menggunakan mikrokontroler tipe avr sebagai pengatur tegangan dan bekerja sebagai charger otomatis pada proses pengisian batere.

#### 1.4. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Merancang sebuah sistem pembangkit listrik Tenaga matahari untuk mensuplai robot desinfektan.
2. Menghasilkan daya keluaran sebesar 12V, 20W sebagai supply robot.
3. Membuat pengaturan tegangan dan membuat sistem pengisian ulang batere robot.

#### 1.5. Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari sistem yang dirancang adalah :

1. Memanfaatkan energi yang tersedia di alam untuk menggerakkan suatu sistem robotik penyebar cairan desinfektan.
2. Merupakan energi bersih tanpa polusi yang efisien sehingga memberi keuntungan bagi manusia dalam hal penggunaan energi alam.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### 2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah peralatan pembangkit listrik yang mengubah daya matahari menjadi listrik. PLTS sering juga disebut *Solar Cell*, atau Solar Photovoltaik, atau Solar Energi. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik. DC (*direct current*), yang dapat diubah menjadi listrik AC (*alternating current*) apabila diperlukan. Oleh karena itu meskipun mendung, selama masih terdapat cahaya, maka PLTS dapat menghasilkan listrik (Evalina, 2021).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada dasarnya adalah percatuan daya (alat yang menyediakan daya), dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri, maupun dengan Hybrid (dikombinasikan dengan sumber energi lain, seperti PLTS-Genset, PLTS-Angin).

##### 2.1.1. Cara Kerja PLTS

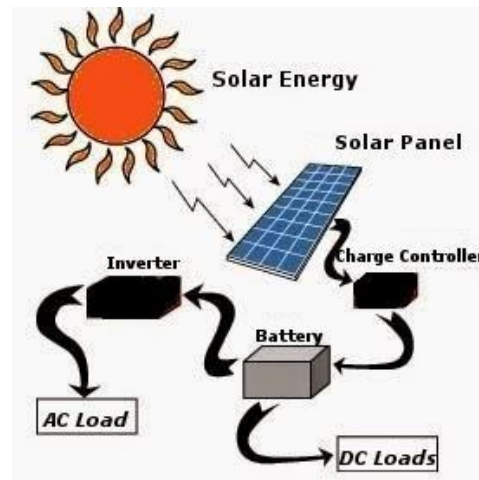
Pembangkit listrik tenaga surya konsepnya sederhana, yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam. Sumber daya alam matahari ini sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik di satelit komunikasi melalui sel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tanpa ada bagian yang berputar dan tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga sistem sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Bandingkan dengan sebuah generator listrik, ada bagian yang berputar dan memerlukan bahan bakar untuk dapat menghasilkan listrik. Suaranya bising, selain itu gas yang dihasilkan dapat menimbulkan efek gas rumah kaca (*green house gas*) yang pengaruhnya dapat merusak ekosistem planet bumi kita (Giriantari, 2014).

Sistem sel surya yang dapat digunakan di permukaan bumi terdiri dari panel sel surya, rangkaian kontroler pengisian (*charge controller*), dan aki (baterai) 12 volt yang *maintenance free*. Panel sel surya merupakan modul yang terdiri dari beberapa sel surya yang dihubungkan seri dan paralel tergantung ukuran dari kapasitas yang diperlukan. Rangkaian kontroler pengisian aki dalam sistem sel surya merupakan rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian akinya. Kontroler ini dapat mengatur tegangan aki dalam selang tegangan 12 volt. Bila tegangan turun sampai 10.8 volt berarti sisa tegangan pada aki 2.2 volt, maka kontroler akan mengisi aki dengan panel surya sebagai sumber dayanya. Tentu saja proses pengisian itu akan terjadi bila berlangsung pada saat ada cahaya matahari. Jika penurunan tegangan terjadi pada malam hari, maka kontroler akan memutus pemasokan energi listrik. Setelah proses pengisian itu berlangsung selama beberapa jam, tegangan aki itu akan naik bila tegangan aki itu mencapai 12 volt, maka kontroler akan menghentikan proses pengisian aki itu. Rangkaian kontroler pengisian aki, sebenarnya mudah untuk dirakit sendiri. Tapi, biasanya rangkaian kontroler ini sudah tersedia dipasaran. Memang harga kontroler itu cukup mahal kalau dibeli sebagai unit sendiri. Kebanyakan sistem sel surya itu hanya dijual dalam bentuk paket lengkap itu jelas lebih murah dibandingkan dengan bila merakit sendiri. Biasanya panel surya itu diletakkan dengan posisi lurus menghadap matahari. Padahal bumi itu bergerak mengelilingi matahari, agar dapat terserap secara maksimum sinar matahari itu harus diusahakan selalu jatuh tegak lurus pada permukaan panel surya (Amri, 2010).

Bahan sel surya sendiri terdiri dari kaca pelindung dan material *adhesive* transparan yang melindungi bahan sel surya dari keadaan lingkungan kemudian material anti-refleksi untuk menyerap lebih banyak cahaya dan mengurangi jumlah cahaya yang dipantulkan, semikonduktor P-type dan N-type (terbuat dari campuran silikon) untuk menghasilkan medan listrik, saluran awal dan saluran akhir (terbuat dari logam tipis) untuk mengirim elektron ke perabot listrik. Cara kerja sel surya sendiri sebenarnya identik dengan piranti semikonduktor dioda. Ketika cahaya bersentuhan dengan sel surya dan diserap oleh bahan semikonduktor, terjadi pelepasan elektron. Apabila elektron tersebut bisa menempuh



perjalanan menuju bahan semi-konduktor pada lapisan yang berbeda, terjadi perubahan sigma gaya pada bahan. Gaya tolakan antar bahan semi-konduktor, menyebabkan aliran medan maknetlistrik. Dan menyebabkan elektron dapat disalurkan ke saluran awal dan akhir untuk digunakan pada perabot listrik (Nogueria, (1997).



Gambar 2. 1 Sistem Instalasi Menggunakan Solar cell

## 2.2. Daya Listrik

Misalkan suatu potential  $v$  dikenakan ke suatu beban dan mengalirlah arus. Energi yang diberikan ke masing-masing elektron yang menghasilkan arus listrik sebanding dengan  $v$  (beda potensial). Dengan demikian total energi yang diberikan ke sejumlah elektron yang menghasilkan total muatan sebesar  $q$  adalah sebanding dengan  $v \times q$ . Energi yang diberikan pada elektron tiap satuan waktu di definisikan sebagai daya (power)  $p$  sebesar (Roal, 2015).

$$P = v \, dq/dt = v_i \dots\dots\dots (2.1)$$

Daya didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan international daya listrik adalah Watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik) dan dirumuskan sebagai berikut:

$$P = V \cdot I \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

P = adalah daya (watt atau W)

I = adalah arus (ampere atau A)

V= adalah perbedaan potensial (volt atau V).

### 2.3. STC ( Standart Test Condition )

Kinerja output listrik dari silikon kristal dan modul panel surya umumnya diukur dalam kondisi uji standar (STC), memastikan perbandingan relatif dan evaluasi output dari modul panel surya yang berbeda (Ramaadhan, 2016).

STC adalah standar industri-lebar untuk menunjukkan kinerja modul panel dan menentukan suhu sel 25 ° C dan radiasi 1000 W / m<sup>2</sup> dengan massa udara 1,5 (AM1.5) spektrum. Ini sesuai dengan radiasi dan spektrum insiden sinar matahari pada hari yang cerah pada permukaan yang menghadap ke matahari 37° dengan matahari pada sudut 41,81° di atas cakrawala.

Kondisi ini kira-kira mewakili matahari siang dekat musim semi dan musim gugur ekuinoks di benua Amerika Serikat dengan permukaan sel yang ditujukan langsung pada matahari. Namun, kondisi ini jarang dijumpai di dunia nyata. Pengukuran kinerja berbasis STC diterapkan dalam tes flash dari banyak produsen.

### 2.4. Energi Surya

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi (Budi, 2015).

Teknik pemanfaatan energi surya mulai muncul pada tahun 1819, ditemukan oleh A.C. Becquerel. Dalam penggunaan kristal silikon yaitu untuk mengkonversikan radiasi matahari, namun sampai tahun 1955 metode ini belum

banyak dikembangkan. Selama kurun waktu lebih dari satu abad itu, sumber energi yang banyak digunakan adalah minyak bumi dan batu bara. Upaya pengembangan kembali cara memanfaatkan energi surya baru muncul lagi pada tahun 1958. Sel silikon yang dipergunakan untuk mengubah energi surya menjadi sumber daya mulai diperhitungkan sebagai metode baru, karena dapat digunakan sebagai sumber daya bagi satelit luar angkasa.

#### 2.4.1. Panel Surya

Panel Surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik, yaitu disebut surya atas matahari atau “sol” karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel Surya sering kali disebut fotovoltaik, fotovoltaik dapat diartikan sebagai “cahaya-listrik”. Sel Surya atau sel PV bergantung pada efek fotovoltaik untuk menyerap energi matahari dari penyebab arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan (Hasan, 2012).

Jumlah penggunaan panel surya di porsi pemroduksian listrik dunia sangat kecil, tertahan oleh biaya tinggi per wattnya dibandingkan dengan bahan bakar fosil-dapat lebih tinggi sepuluh kali lipat, tergantung keadaan. Mereka telah menjadi rutin dalam beberapa aplikasi yang terbatas seperti, menjalankan “buoy” atau alat di gurun dan area terpencil lainnya, dan dalam eksperimen mereka telah digunakan untuk memberikan tenaga untuk mobil balap dalam kontes seperti Tantangan surya dunia di Australia.

Jenis panel sel surya :

##### 1. Polycrystalline

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe *polycrystalline* memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis *monocrystalline* untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung.



Gambar 2. 2 Panel Surya Polycrystalline

## 2. Monocrystalline

Merupakan panel surya yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 24%. Kelemahan dari panel ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari nya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.



Gambar 2. 3 Panel surya Monocrystalline

## 3. Panel Surya Amorf

Adalah tidak benar-benarkristal, tetapi lapisan tipis silikon diendapkan pada bahan dasar seperti logam atau gelas untuk membuat panel surya. Amorf paduan dari silikon dan karbon (amorf silikon karbida juga dihidrogenasi,  $a\text{-Si}_{1-x}\text{C}_x\text{H}$ ) adalah varian yang menarik. Pengenalan atom karbon menambahkan ekstra derajat kebebasan untuk mengontrol sifat-sifat materi. Film ini juga bisadibuat transparan untuk cahaya tampak. Peningkatan konsentrasi karbon dalam paduan memperlebar kesenjangan elektronik antara konduksi dan valensi band (juga disebut “gap optik” dan celah pita). Hal ini berpotensi dapat meningkatkan

efisiensi cahaya dari sel surya yang dibuat dengan amorf karbida lapisan silicon. Disisi lain, sifat elektronik sebagai semikonduktor (terutama mobilitas elektron), yang terpengaruhi oleh isi meningkatnya karbon dalam paduan, karena gangguan meningkat pada jaringan atom.



Gambar 2. 4 Panel Surrya Amorf

Beberapa studi ditemukan dalam literature ilmiah, terutama menyelidiki efek parameter deposisi pada kualitas elektronik, tetapi aplikasi praktis dari karbida silikon amorf pada perangkat komersial masih kurang.

#### 2.4.2. Photovoltaic

Photovoltaic berasal dari bahasa Yunani, foto yang artinya cahaya dan voltaik yang artinya listrik. Dinamakan oleh fisikawan Italia yang bernama volta setelah satuan pengukuran volt yang ditetapkan. Istilah ini digunakan di negara Inggris sejak tahun 1849.

Photovoltaic terdiri dari lapisan semikonduktor tipe-p yaitu bahan semikonduktor yang didalamnya terdapat hole sebagai pembawa muatan mayoritasnya dan lapisan semikonduktor tipe-n memiliki elektron sebagai pembawa muatan mayoritasnya. Keduanya didapat dari hasil pen-dopingan semikonduktor yang sama dengan bahan doping yang berbeda. Kedua lapisan ini merupakan lapisan pembentuk fotovoltaiik.

Dalam Photovoltaic terdapat medan listrik. Medan listrik ini terdapat didaerah depletion layer. Tegangan yang dihasilkan oleh fotovoltaiik sangat

bergantung terhadap besarnya medan listrik dan dengan fungsi muatan total yang ada di dalam fotovoltaik sangat tergantung terhadap jarak antara batas bertemunya kedua lapisan dengan batas terjauh dari depletion layer.

### 2.4.3. Sel Surya

Sel Surya atau *Solar Cell* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Yang dimaksud dengan Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau Solar Cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV). Efek Photovoltaic ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839.

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (*Photodiode*), Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik.

Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (*Photodiode*) 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. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan Arus setinggi 0,1A saat terkena (*expose*) cahaya matahari. Saat ini, telah banyak yang mengaplikasikan perangkat Sel Surya ini ke berbagai macam penggunaan. Mulai dari sumber listrik untuk Kalkulator, Mainan, pengisi baterai hingga ke pembangkit listrik dan bahkan sebagai sumber listrik untuk menggerakkan satelit yang mengorbit bumi kita.

#### 2.4.4. Prinsip Kerja Sel Surya

Sinar Matahari terdiri dari partikel sangat kecil yang disebut dengan Foton. Ketika terkena sinar Matahari, foton yang merupakan partikel sinar Matahari tersebut menghantam atom semikonduktor silikon Sel Surya 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. Atom yang kehilangan elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan “hole” dengan muatan Positif (+).

Daerah Semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai pendonor elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan semikonduktor tipe N (N-type). Sedangkan daerah semikonduktor dengan hole bersifat positif dan bertindak sebagai penerima (*Acceptor*) elektron yang dinamakan 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.

#### 2.4.5 Perkembangan Sel Surya

Pengembangan sel surya semakin banyak menggunakan bahan semikonduktor yang bervariasi dan silikon yang secara individu (*chip*) banyak digunakan, diantanya :

1. *Mono-crystalline* (Si), dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentukan bujur. Sekarang Monocrystalline dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%.
2. *Polycrystalline/Multi-crystalline* (Si), dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan

bahan campuran silikon yang akan timbul diatas lapisan silikon. Sel ini kurang efektif dibandingkan dengan sel *monocrystalline* (efektivitas 18%) tetapi biaya lebih murah.

3. *Gallium Arsenide* (GaAs), Gallium Arsenide pada unsur periodic IIIIV menghasilkan energi listrik sebesar 25%. Banyak digunakan pada aplikasi pemakaian sel surya.

## 2.5. Charge Controller

*Solar Charge Controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya/solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

*Solar charge controller* menerapkan teknologi *Pulse width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh *over-charging* dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya *di-charge* pada tegangan 14 - 14.7 Volt.

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, dan *overvoltage*.
2. Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak '*full discharge*', dan *overloading*.
3. Monitoring temperatur baterai

Untuk membeli solar charge controller yang harus diperhatikan adalah:

1. Voltage 12 Volt DC / 24 Volt DC
2. Kemampuan (dalam arus searah) dari controller. Misalnya 5 Ampere, 10 Ampere, dsb.



### 3. *Full charge dan low voltage cut.*

Seperti yang telah disebutkan di atas *solar charge controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai. *Solar charge controller* akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

*Solar Charge Controller* biasanya terdiri dari : 1 input yang terhubung dengan output panel surya / solar cell, 1 output yang terhubung dengan baterai dan 1 output yang terhubung dengan beban ( load ). Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada 'diode protection' yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya ke baterai, bukan sebaliknya.

*Charge Controller* bahkan ada yang mempunyai lebih dari 1 sumber daya, yaitu bukan hanya berasal dari matahari, tapi juga bisa berasal dari tenaga angin ataupun mikro hidro. Di pasaran sudah banyak ditemui charge controller 'tandem' yaitu mempunyai 2 input yang berasal dari matahari dan angin. Untuk ini energi yang dihasilkan menjadi berlipat ganda karena angin bisa bertiup kapan saja, sehingga keterbatasan waktu yang tidak bisa disuplai energi matahari secara full, dapat disupport oleh tenaga angin. Bila kecepatan rata-rata angin terpenuhi maka daya listrik per bulannya bisa jauh lebih besar dari energi matahari.

#### 2.5.1. Cara Kerja *Charge Controller*

*Charge controller*, adalah komponen penting dalam pembangkit listrik tenaga surya. *Charge controller* berfungsi untuk :

1. *Charging mode* : Mengisi bareai (kapan baterai diisi, menjadi pengisian kalau baterai penuh), dalam charging mode, umumnya baterai diisi dengan metode three stage charging:

- a) *Fase bulk* : baterai akan *di-charge* sesuai dengan tengan setup (*bulk* - antara 14.4 - 14.6 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel

surya. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (*bulk*) dimulailah *fase absorption*.

- b) *Fase absorption* : pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai solar charge controller timer (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.
- c) *Fase float* : baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13.4 – 13.7 Volt). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya pada stage ini.

2. *Operation mode* : Penggunaan baterai ke beban (pelayanan baterai ke beban diputuskan kalau baterai sudah mulai kosong “kosong”). Pada metode ini, baterai akan melayani beban. Apabila ada *over-discharge* ataupun *over-load*, maka baterai akan dilepaskan dari beban.

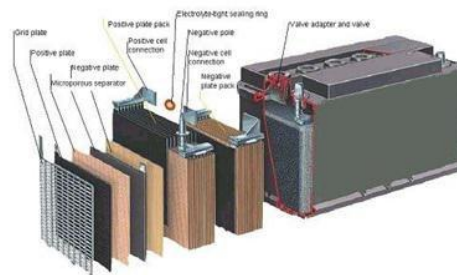
Kedua komponen hal ini berguna untuk mencegah kerusakan dari sebuah baterai.

## 2.6. Baterai

Baterai merupakan sebuah peralatan yang dapat mengubah energi. Baterai listrik adalah alat yang terdiri dari 2 atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Tiap sel memiliki kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda). Kutub yang bertanda positif menandakan bahwa memiliki energi potensial yang lebih tinggi daripada kutub bertanda negatif. Kutub bertanda negatif adalah sumber elektron yang ketika disambungkan dengan rangkaian eksternal akan mengalir dan memberikan energi ke peralatan eksternal. Ketika baterai dihubungkan dengan rangkaian eksternal, elektrolit dapat berpindah sebagai ion didalamnya, sehingga terjadi reaksi kimia pada kedua kutubnya. Perpindahan ion dalam baterai akan mengalirkan arus listrik keluar dari baterai sehingga menghasilkan kerja. Meski baterai secara teknis adalah alat dengan beberapa sel, sel tunggal juga umumnya disebut baterai.

Baterai untuk *solar cell* sendiri mempunyai dua tujuan penting dalam sistem fotovoltai; pertama adalah untuk memberikan daya listrik kepada sistem

ketika daya tidak disediakan oleh array panel-panel surya, kesua adalah untuk menyimpan kelebihan daya yang ditimbulkan oleh panelpanel setiap kali daya itu melebihi beban



Gambar 2. 5 Baterai untuk Sel Surya

### 2.6.1. State of Charge

SOC didefinisikan sebagai rasio total kapasitas energi yang dapat digunakan dari sebuah baterai dengan kapasitas baterai seluruhnya. SOC menggambarkan energi yang tersedia dan dituliskan dalam presentase sesuai beberapa referensi, terkadang dianggap sebagai nilai kapasitas dari baterai.

Cara mengukur SOC dari baterai dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu:

1. Pengukuran secara langsung, dapat dilakukan jika baterai dapat *didischarge* pada nilai yang konstan dan pengukuran
2. Pengukuran *Specific Gravity* (SG), cara ini bergantung pada perubahan pengukuran dari berat bahan kimia aktif.
3. Perkiraan SOC berdasarkan tegangan, dengan mengukur tegangan sel baterai sebagai dasar untuk perhitungan SOC atau sisa kapasitas. Hasil dapat berubah tergantung pada level tegangan nyata, suhu, nilai discharge, dan umur sel.

### 2.6.2. Karakteristik Baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA)

Baterai ini tidak memiliki caps/ katup, tidak ada akses ke elektrolit dan total sealed. Dengan demikian baterai jenis ini tidak memerlukan maintenance. Baterai *Deep Cycle*, adalah baterai yang cocok untuk sistem *solar cell*, karena dapat

discharge sejumlah arus listrik secara konstan dalam waktu yang lama. Umumnya baterai *deep cycle* dapat *discharge* sampai dengan 80% kapasitas baterai. Dengan perencanaan kapasitas dan maintenance yang baik, baterai jenis ini dapat bertahan selama kurang lebih 10 tahun.

Untuk mengetahui waktu dalam proses dalam proses pengisian baterai, dapat menggunakan rumus berikut :

Lama pengisian arus :

$$T_a = \frac{Ah}{A} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

$T_a$  = Lamanya pengisinyanya arus (jam)

Ah = Besarnya kapasitas baterai (ampere hours)

A = Besarnya arus pengisian ke baterai (ampere) Lamanya

Pengisian daya :

$$T_d = \frac{\text{Daya Ah}}{\text{Daya A}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

$T_d$  = Lamanya pengisian daya (jam)

Daya Ah = Besar daya Ah x tegangan baterai (Watt hours)

Daya A = Besar daya A x besar tegangan baterai (Watt)

## 2.7. Inverter

Inverter adalah sebuah alat yang mengubah listrik DC (*Direct Current*) dari baterai atau panel sel surya menjadi AC (*Alternating Current*). Penggunaan inverter dari dalam Pembangkit Tenaga Listrik (PLTS) adalah untuk perangkat yang menggunakan AC (*Alternating Current*), misalnya untuk penerangan peralatan elektronik seperti komputer, peralatan komunikasi, TV, dll. Inverter dapat digunakan dirumah dan semua tempat yang memerlukan energi (listrik) cadangan untuk mengganti listrik PLN.

Inverter digunakan ketika peralatan Anda memerlukan daya AC. Inverter memotong dan membalikkan arus DC untuk membangkitkan gelombang segi empat yang nantinya disaring menjadi gelombang sinus yang disesuaikan dan menghapus harmonik yang tidak diinginkan. Sangat sedikit inverter yang menyediakan gelombang sinus yang murni sebagai output. Kebanyakan model yang tersedia dipasar menciptakan apa yang diketahui sebagai “gelombang sinus yang termodifikasi”, karena output tegangan mereka bukanlah sinusoid yang murni. Ketika kita memikirkan efisiensi, gelombang sinus yang termodifikasi berkinerja lebih baik dari pada inverter sinusoidal yang murni.



Gambar 2. 6 Inverter

Ketahui bahwa tidak semua peralatan akan menerima gelombang sinus yang termodifikasi sebagai tegangan output. Secara umum, beberapa printer laser tidak akan bekerja dengan gelombang sinus inverter yang termodifikasi. Mesin akan tetap berfungsi, tetapi mereka mungkin memakan lebih banyak daya daripada jika mereka diberi input dengan gelombang sinus murni. Selain ini, power supply DC cenderung semakin memanas, dan pengeras audio dapat mengeluarkan bunyi berdengung.

#### 2.7.1. Jenis Inverter

Berikut merupakan jenis-jenis Inverter yaitu:

1. Inverter *True-sinewave* (gelombang arus murni), menghasilkan gelombang listik yang sama dengan listrik PLN bahkan lebih baik dalam segi kestabilan dibanding daya yang dihasilkan PLN.

Gelombang daya listrik bila dilihat melalui *oskiloskop* menampakkan gelombang sinus yang sempurna. *True sine wave* inverter diperlukan terutama untuk beban-beban yang masih menggunakan motor agar bekerja lebih mudah, lancar dan tidak cepat panas. Oleh karena itu dari sisi harga maka *True sine wave inverter* yang paling mahal diantara inverter jenis lainnya karena inverter jenis ini yang paling mendekati bentuk gelombang asli dari jaringan listrik PLN.

2. Inverter *Modified-sinewave* (gelombang sinus modifikasi), merupakan kombinasi antara *square wave* dan *sine wave*. Menghasilkan daya listrik yang cukup memadai untuk sebagian peralatan elektronik tetapi memiliki kelemahan karena kekuatan daya listrik yang dihasilkan tidak sama persis dengan daya listrik dari PLN. Bentuk gelombang yang muncul berbentuk kotak yang kaku. Perangkat yang menggunakan kumparan masih bisa beroperasi dengan *modified sine wave inverter*, hanya saja kurang maksimal. Jenis inveter ini lebih murah dibandingkan inverter *True-sinewave* dan paling umum dipasarkan karena murah diproduksi sedangkan pada *square wave inverter* beban-beban listrik yang menggunakan kumparan/motor tidak bekerja sama sekali.
3. *Grid Tie Inverter* yang merupakan special inverter yang biasanya digunakan dalam sistem energi listrik terbarukan, yang mengubah arus listrik DC menjadi AC yang kemudian diumpankan ke jaringan listrik yang sudah ada. *Grid Tie Inverter* juga dikenal sebagai *synchronous inverter* dan perangkat ini tidak dapat berdiri sendiri, apalagi bila jaringan tenaga listrik tidak tersedia.

Dibandingkan dengan jenis lain, *inverter true-sinewave* lebih banyak digunakan karena memiliki beberapa kelebihan antara lain:

- a. *True-sinewave* memiliki keluaran gelombang dengan distorsi harmonik yang rendah, daya listrik hampir tanpa gangguan serta kestabilan yang lebih baik.

- b. Beban induktif berjalan lebih cepat, tidak bising dan tidak cepat panas (beban induktif yaitu beban daya ketika perangkat elektronik pertama kali dihidupkan).
- c. Mengurangi gangguan pada speaker seperti suara distorsi, kebisingan pada kipas angin, mencegah kedip (*flicker*) pada monitor, lampu neon, TV dan mencegah kerusakan pada piranti seperti hardware komputer (*harddisk, motherboard, processor*), dll, disebabkan oleh tidak stabilnya tegangan listrik.

### 2.7.2. Parameter Inverter

Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan inverter.

1. Kapasitas beban dalam Watt, usahakan memiliki inverter yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang hendak kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal.
2. Input DC 12 Volt atau 24 Volt.
3. Sinwave ataupun square wave output AC.
4. Keandalan saat adanya sertakan. Inverter mempunyai dua penilaian daya: satu untuk daya yang terus-menerus, dan yang lebih tinggi untuk daya tertinggi. Mereka dapat menyediakan daya tertinggi untuk waktu yang sangat singkat, seperti ketika menghidupkan mesin.

Inverter juga sebaiknya dapat secara aman menginterupsi dirinya sendiri (dengan sakelar pemutus (*circuit breaker*) atau sekering) seandainya terjadi terjadi arus sirkuit pendek, atau jika daya yang diminta terlalu tinggi.

5. Efisiensi konversi. Inverter paling efisiensi ketika memberikan 50% sampai 90% dari rating daya terus-menerus mereka. Anda sebaiknya memilih inverter yang hampir sesuai dengan syarat beban Anda. Pabrik biasanya menyediakan kinerja inverter di 70% dari daya nominalnya.

6. Pengisian daya baterai. Banyak inverter juga memasukkan fungsi terbaik: kemungkinan mengisi daya baterai dari sebuah sumber arus AC (jaringan listrik, genset dll). Inverter tipe ini dikenal sebagai charger/inverter.
7. *Automatic fail-over*. Beberapa inverter dapat berpindah secara otomatis di antara sumber daya yang berbeda (jaringan listrik PLN, pembangkit daya listrik, surya) tergantung pada apa yang terjadi.

Ketika menggunakan peralatan telekomunikasi, sebaiknya menghindari pengguna konverter DC/AC dan memberi daya kepada mereka secara langsung dari sebuah sumber DC. Kebanyakan peralatan komunikasi dapat menerima tingkatan input tegangan yang cukup besar.

## 2.8. Beban

Beban merupakan suatu peralatan yang mengkonsumsi daya yang dihasilkan oleh sumber daya. Beban ini misalnya seperti lampu, kipas, alat elektronik dll. Pada keseluruhan sistem, total daya adalah jumlah semua daya aktif dan reaktif yang dipakai oleh peralatan yang menggunakan energi listrik.

Jadi dalam penggunaan rumah tangga, total beban listrik adalah total semua daya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik tersebut yang aktif, karena dalam kondisi mati peralatan tentu tersebut tidak menggunakan daya listrik.



## **BAB III METODE PENELITIAN**

### 3.1. Tempat dan waktu

#### 3.1.1. Tempat

Perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya pada robot penyemprot disinfektan dilakukan dilaboratorium teknik elektro kampus utama UMSU Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Medan, Sumatera Utara.

#### 3.1.2. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini yaitu dimulai dari bulan Juni s/d Maret 2021.

### 3.2 Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perancangan objek penelitian, dalam hal ini adalah sebuah sistem pembangkit listrik tenaga matahari untuk mensuplai robot disinfektan. Metode meliputi perancangan hardware yaitu sistem pengubah cahaya matahari menjadi listrik hingga penyimpanan energi kedalam baterai. Pembahasan dan pendalaman materi (komponen) termasuk bagian dari metode ini untuk menjelaskan fungsi tiap bagian dari sistem yang dibangun.

### 3.3 Bahan dan Alat

Alat yang digunakan untuk merancang pembangkit listrik tenaga surya untuk mensuplai robot penyemprot disinfektan.

#### 1. Alat :

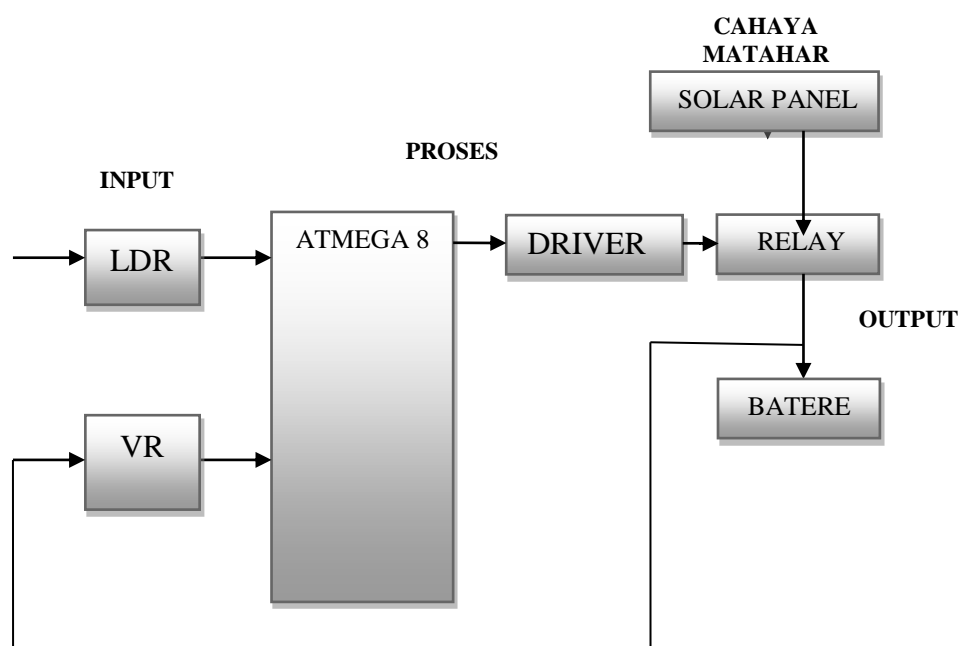
- Perangkat komputer
- Alat ukur voltmeter, Amperemeter
- Toolset
- Flux meter

## 2. Bahan :

- IC mikrokontroler atmega 8
- Panel surya 20WP
- Sensor LDR
- Resistor
- Dioda
- Batere Litium Ion 12V
- Transistor
- Lampu led
- PCB rangkaian dan casing
- Relay

### 3.4. Blok diagram

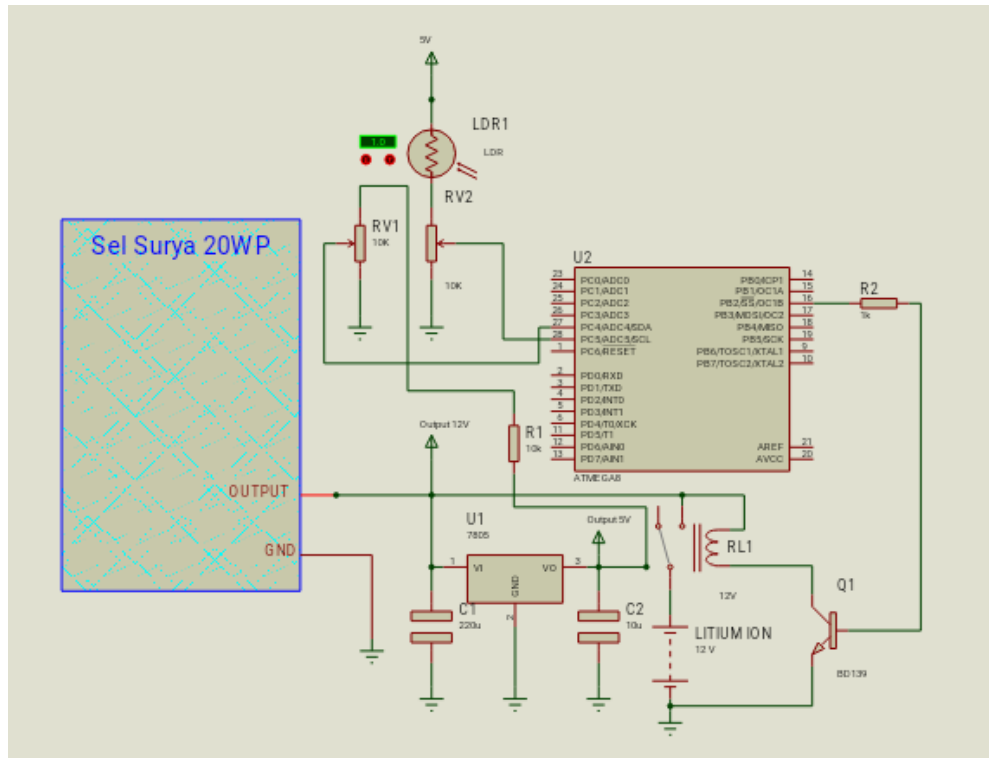
Diagram yang diperlihatkan pada gambar 3.1 menggambarkan konfigurasi sistem yaitu input, proses dan output. Dalam hal ini input berasal dari sensor tegangan, dan sensor cahaya. Sensor tegangan memberikan data tegangan batere yang sedang di charge, sedangkan sensor cahaya memberikan data intensitas cahaya pada saat itu, kedua data diberikan pada mikrokontroler untuk diproses. Selain Pada bagian kontrol, rancangan ini ditangani oleh sebuah mikrokontroler avr yaitu atmega 8. Atmega 8 berfungsi sebagai pengontrol dan pengolah data input untuk mengendalikan proses charging pada batere. Masukan sensor diubah menjadi data digital oleh mikrokontroler atmega 8 dan dikalibrasi untuk mendapatkan nilai sebenarnya. Hasil dibandingkan dengan suatu acuan untuk menentukan apakah proses charge batere dilakukan atau dihentikan . Jika batere dibawah 80% proses charge diaktifkan dan jika mencapai 100% charge dihentikan. Proses ini dilakukan untuk mencegah kerusakan batere akibat overcharge.



Gambar 3. 1 Blok Diagram

### 3.5. Prinsip kerja rangkaian

Rangkaian keseluruhan sistem pembangkit listrik tenaga matahari ditampilkan pada gambar 3.2 berikut. Dimana terdapat beberapa komponen utama misalnya panel matahari, sensor, mikrokontroler ,penguat dan batere yang memiliki fungsi masing-masing . Sistem mengubah cahaya menjadi listrik 12V dan diisi ke batere litium ion. Proses pengisian dikontrol oleh sebuah mikrokontroler avr yaitu atmega 8. Saat tidak ada cahaya mikrokontroler tidak akan mengaktifkan relay. Jika terdeteksi cahaya oleh sensor LDR, mikrokontroler akan mengaktifkan relay charger dan arus akan mengalir ke batere. Batere dipantau terus tegangannya , jika tegangan telah mencapai 13,8V maka batere dinyatakan penuh dan relay akan dimatikan secara otomatis oleh atmega 8. Berikut akan dijelaskan fungsi tiap komponen dalam sistem fan cara kerjanya.



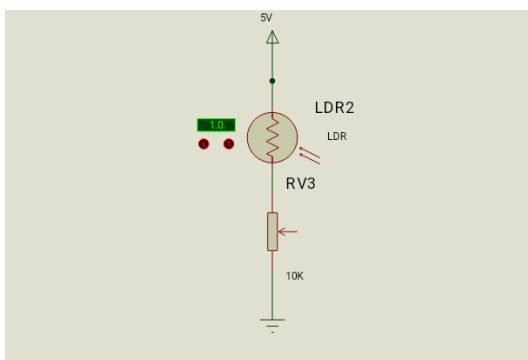
Gambar 3. 2 Rangkaian PLTS Pada Robot Desinfektan.

### 3.5.1. Sensor

Sensor yang digunakan dalam rancangan ini ada 3 yaitu :

- a. Sensor tegangan - sensor tegangan digunakan untuk membaca tegangan batere dan memberikan nilainya pada mikrokontroler. Sensor terbuat dari resistor pembagi tegangan yaitu resistor seri. Rancangan ini menggunakan resistor variabel sebagai sensor tegangan. Resistor variabel membagi tegangan sesuai putaran as resistor . Tegangan diatur supaya keluaran tegangan maksimal tidak mencapai 5V karena level pembacaan adc maksimal adalah 5V. Resistor variabel yang digunakan bernilai 10 kilo ohm sehingga arus yang keluar cukup untuk mensuplai mikrokontroler.
- b. Sensor cahaya – sensor cahaya bekerja sebagai pengubah intensitas cahaya menjadi tegangan. Pada prinsipnya , sensor cahaya juga merupakan sejenis resistor. Perbedaannya adalah nilai resistansi sensor cahaya berubah ubah tergantung pada intensitas cahaya. Prinsip kerja sensor juga sebagai pembagi tegangan . Sensor cahaya yang disebut photocell atau LDR

diserikan dengan sebuah resistor konstan bernilai 10K Ohms. Kedua ujung diberi catu daya 5V dan ground. Pada titik tengah adalah output sensor dimana tegangan akan bergantung pada intensitas cahaya. Makin tinggi intensitas cahaya makin besar tegangan keluarannya. Penggunaan sensor dalam rancangan ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat cahaya matahari atau tidak. Jika ada maka proses charge dapat dilakukan ,sedangkan jika tidak ada cahaya matahari maka proses charge tidak akan dilakukan.



Gambar 3. 3 Sensor cahaya LDR

### 3.5.2 Panel surya/ solar panel

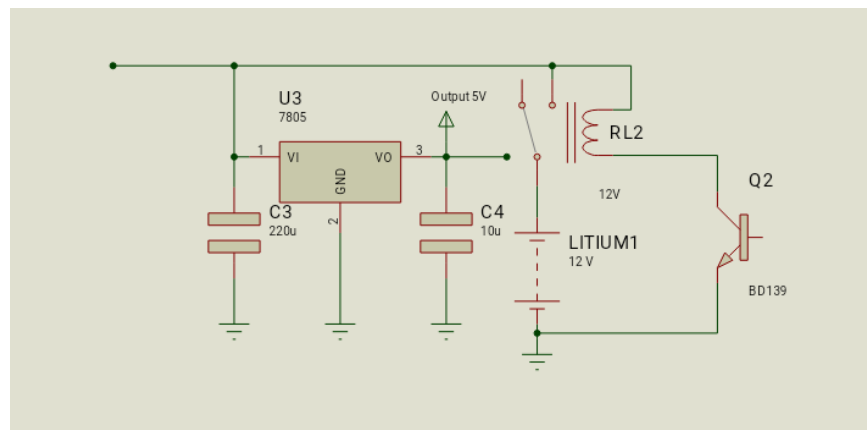
Panel surya adalah sebuah komponen yang mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik. Panel surya akan mengeluarkan tegangan dan arus bila disinari cahaya terutama cahaya matahari. Seperti diketahui, molekul cahaya yang bergerak mengandung energi sehingga bila mengenai sel surya akan menyebabkan aliran elektron pada sel tersebut. Tegangan keluaran panel bergantung pada intensitas cahaya. Rancangan ini adalah rancangan yang bekerja mendeteksi dan menyerap energi cahaya dengan menggunakan panel surya . Energi yang diperoleh akan digunakan untuk mensuplai robot desinfektan sehingga dapat bekerja.



Gambar 3. 4 Panel matahari 20 WP

### 3.5.3. Driver / penguat

Merupakan sebuah transistor yang bekerja sebagai penguat arus. Tipe transistor adalah npn yaitu BD139. Dengan konfigurasi common emiter yaitu emitor diground maka beban yang akan diaktifkan dihubungkan pada kolektor dan sumber tegangan. Jika masukan pada basis transistor diberi bias positif akan menyebabkan transistor jenuh atau ON dan mengalirkan arus ke beban. Transistor dikendalikan oleh mikrokontroler melalui basisnya dan digunakan untuk menghidupkan relay charger.



Gambar 3. 5 Rangkaian penguat arus dan relay

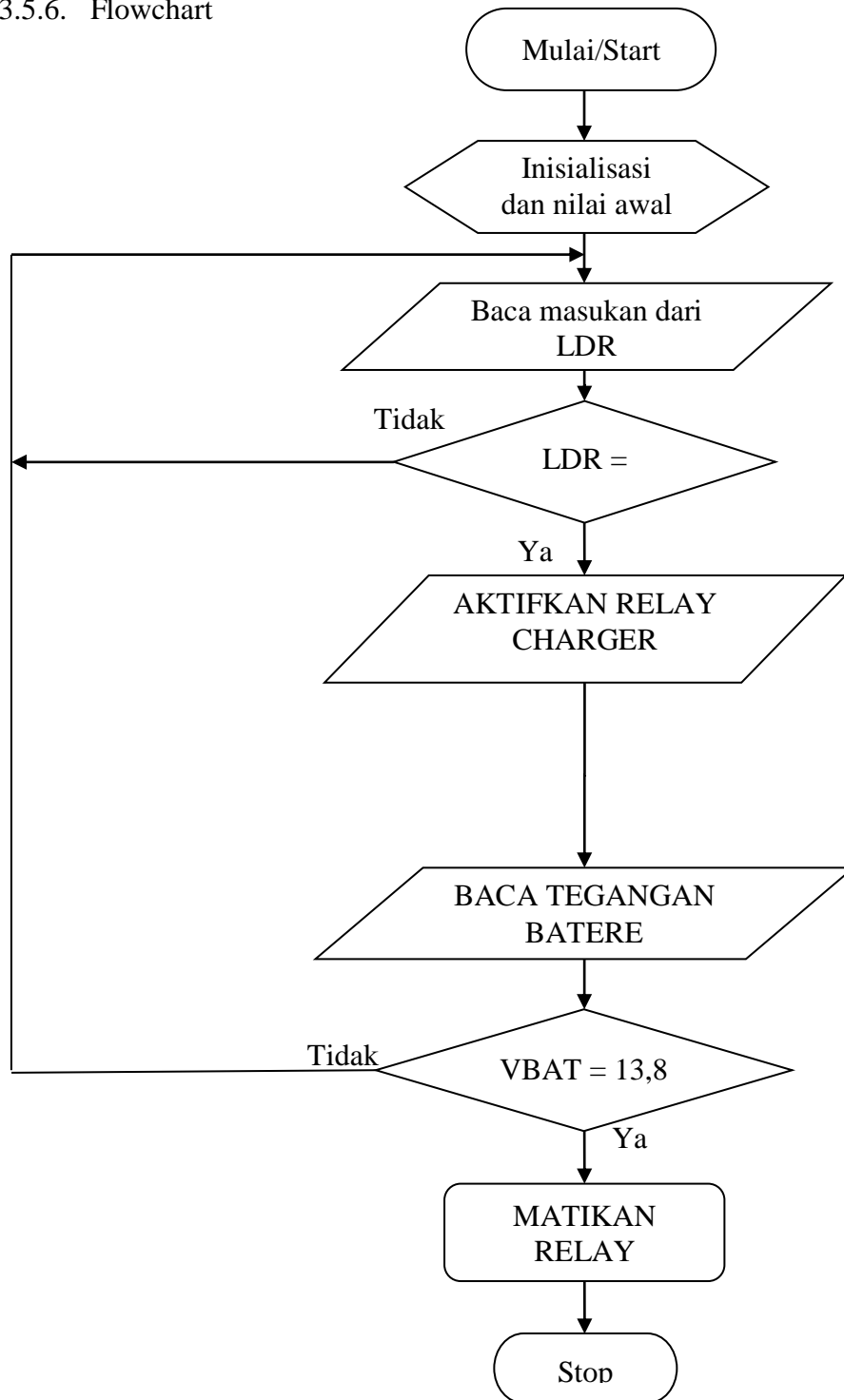
#### 3.5.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler digunakan untuk mengontrol sistem secara keseluruhan yaitu membaca sensor, mengolah data dan membuat keluaran. Tipe mikrokontroler yang digunakan adalah AVR yaitu atmega 8. Atmega 8 mempunyai 3 buah port. Atmega 8 diprogram dengan bahasa C. Pada rancangan Mikrokontroler diprogram untuk membaca data sensor, mengubahnya menjadi data digital, mengkalibrasi dan mengeluarkannya sebagai output. Input analog dari sensor tegangan dan sensor cahaya diubah menjadi data digital 10 bit pada masukan analog yaitu PortC.4 dan Port C.5. Hasil konversi kemudian dikalibrasi menjadi nilai tegangan dan intensitas cahaya. Setelah itu data dibandingkan dengan tegangan acuan. Dalam hal ini tegangan acuan adalah 10,8V untuk batere kosong dan 13,8V untuk batere penuh. Output Mikrokontroler atmega 8 akan mengontrol relay melalui port B.0 untuk memulai atau menghentikan charge batere sesuai acuan tegangan tersebut.



Gambar 3.6 Rangkaian mikrokontroler Atmega 8 sebagai kontrol charger.

## 3.5.6. Flowchart



Gambar 3.7 Flowchart sistem



Flowchart atau diagram alir menjelaskan alur proses kerja program. Dimulai inialisasi dan nilai awal yang dilanjutkan dengan membaca masukan sensor yaitu tegangan dan intensitas cahaya. Kedua sinyal analog diubah oleh adc internal menjadi data digital kemudian dikalibrasi menjadi nilai sesungguhnya. Data kemudian dibandingkan oleh Program dengan data acuan, jika tegangan batere dibawah 10,8 maka program akan mengatifkan relay untuk memulai pengecasan batere dan bila tegangan batere sudah mencapai 13,8 V relay akan dihentikan karena batere telah mencapai 100%.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### 4.1 Hasil

Hasil alat yaitu sebuah alat konversi energi dari cahaya menjadi energi listrik untuk mensuplai kebutuhan energi sebuah robot. Konverter energi yang digunakan adalah panel sel surya atau solar panel. Kapasitas panel adalah 20 watt peak, yang cukup memenuhi kebutuhan sebuah robot desinfektan. Sistem konversi adalah mengubah cahaya menjadi listrik, meregulasi tegangan dan menyalurkannya pada baterai. Baterai digunakan untuk menyimpan dan menjaga agar suplai arus ke rangkaian tetap konstan. Tegangan keluaran solar panel harus diregulasi atau distabilkan karena tegangan panel bersifat fluktuatif terhadap kondisi cahaya. Tegangan panel jika tidak diregulasi akan mencapai 20V. Tegangan tersebut dapat merusak baterai yang dipakai. Untuk itu rangkaian regulator dibutuhkan untuk menstabilkan dan membatasi tegangan puncak panel. Tipe baterai yang digunakan adalah tipe Litium Ion yaitu baterai kering berbentuk sel. Satu sel baterai Litium Ion bertegangan 3,8V hingga 4,2V dengan kapasitas 2000 - 3000 mAh. Untuk memperbesar tegangan dan kapasitas dapat dilakukan dengan cara seri-paralel. Rancangan ini menggunakan 3 seri dan 4 paralel dengan kapasitas masing-masing sel 2000 mAh sehingga diperoleh tegangan 12V dan kapasitas 8000 mAh. Baterai diisi melalui regulator yang telah diatur tegangannya pada 14,4V. Saat baterai kosong, tegangan baterai akan berada dibawah 12V. Dan saat penuh baterai akan mencapai 14,4V. Berdasarkan tegangan baterai, mikrokontroler Arduino dapat mengetahui keadaan baterai apakah telah kosong atau masih penuh. Demikianlah hasil implementasi alat dan untuk mengetahui kinerja atau unjuk kerja alat maka berikut ini akan dilakukan beberapa pengujian-pengujian misalnya output panel surya, regulator dan baterai.



**Gambar 4. 1. Rancangan sistem PLTS untuk suplai arus pada robot.**

## 4.2 Pengujian sistem

### 4.2.1 Pengujian panel sel surya

Panel surya merupakan kumpulan sel surya menjadi sebuah panel. Kapasitas panel surya yang digunakan adalah 20 watt peak atau daya puncak 20 watt. Pengujian panel dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran panel yaitu pada saat dijemur cahaya matahari. Untuk mengetahui kemampuan pengumpulan energi oleh panel 20 WP maka dilakukan pengujian sepanjang hari yaitu mulai dari jam 8 hingga jam 6 sore. Untuk menguji output panel dibutuhkan beban. Dalam hal ini ,pengujiann menggunakan sebuah motor DC yang dihubung langsung ke output motor. Tahanan dalam motor dc yang digunakan adalah 10 Ohms tanpa beban. Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan pada pada panel surya yang digunakan.

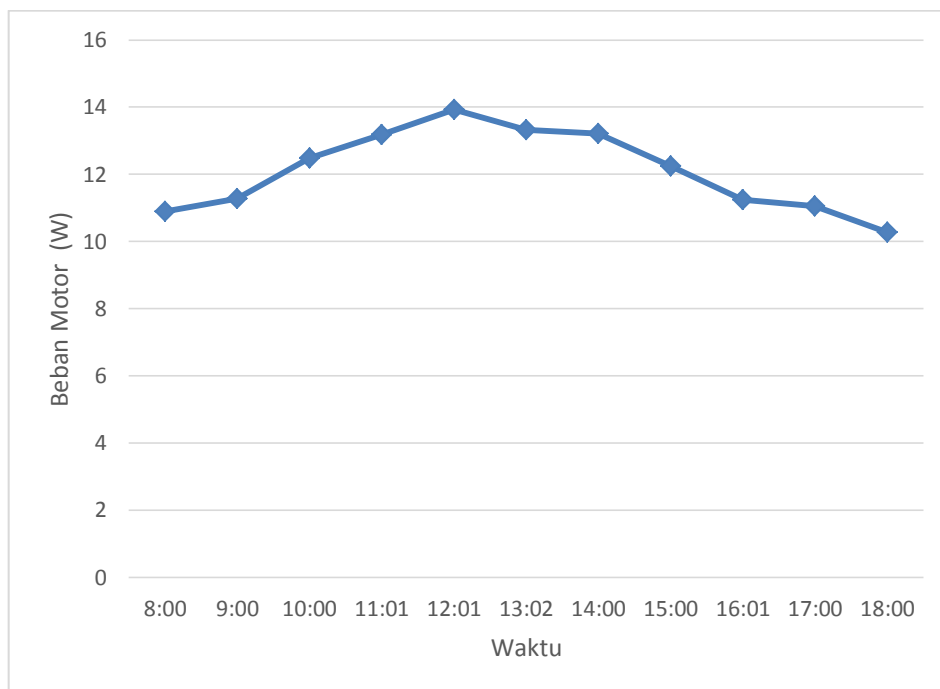
Tabel 4.1. Hasil pengukuran panel surya dengan beban motor DC

Waktu	Beban motor (W)
08:00	11,76
09:00	12,74
10:00	15,60

11:01	17,26
12:01	19,34
13:02	17,71
14:00	17,43
15:00	16,17
16:01	13,93
17:00	12,15
18:00	10,47

Pada table 4.1 diatas menunjukkan bahwasanya ketika pagi hari (08.00 am) hasil dari output sel surya yaitu sebesar 10,89 V, Seiring dengan kenaikan waktu menuju siang hari maka berbanding lurus dengan kenaikan tegangan output yang dihasilkan.

Puncak dari tegangan output yang dihasilkan yaitu 13,92 V pada pukul 12.01 pm (siang hari). Kemudian dengan waktu yang beranjak sore terjadi penurunan tegangan output, dikarenakan matahari yang mulai beranjak terbenam.



Gambar 4.2. Grafik pengukuran panel surya dengan beban motor DC

Dari data table 4.1 dapat dicari arus dan daya keluaran panel yaitu dengan mengukur tahanan dalam motor dc kemudian dibagi dengan tegangan. Sedangkan untuk menghitung daya adalah perkalian tegangan dan arus kemotor.

Arus keluaran panel = arus motor = Tegangan motor / tahanan dalam motor

$$I \text{ motor} = V_{\text{motor}} / R_{\text{d motor}}$$

$$R_{\text{d motor}} = 10,01 \text{ Ohm}$$

Contoh 1 :

$$V \text{ motor} = 10,89\text{V}$$

Maka :

$$I \text{ motor} = 10,89\text{V} / 10,01 \text{ Ohms}$$

$$I \text{ motor} = 1,08 \text{ A}$$

Sedangkan Daya keluaran panel = daya motor

Rumus daya adalah =  $V \times I$ , dalam hal ini :

$V$  = tegangan motor

$I$  = arus motor

Maka :

$$P = 10,89\text{V} \times 1,08\text{A} = 11,76 \text{ Watt}$$

Tabel berikut adalah hasil perhitungan arus dan daya yang dikeluarkan oleh panel tiap jam.

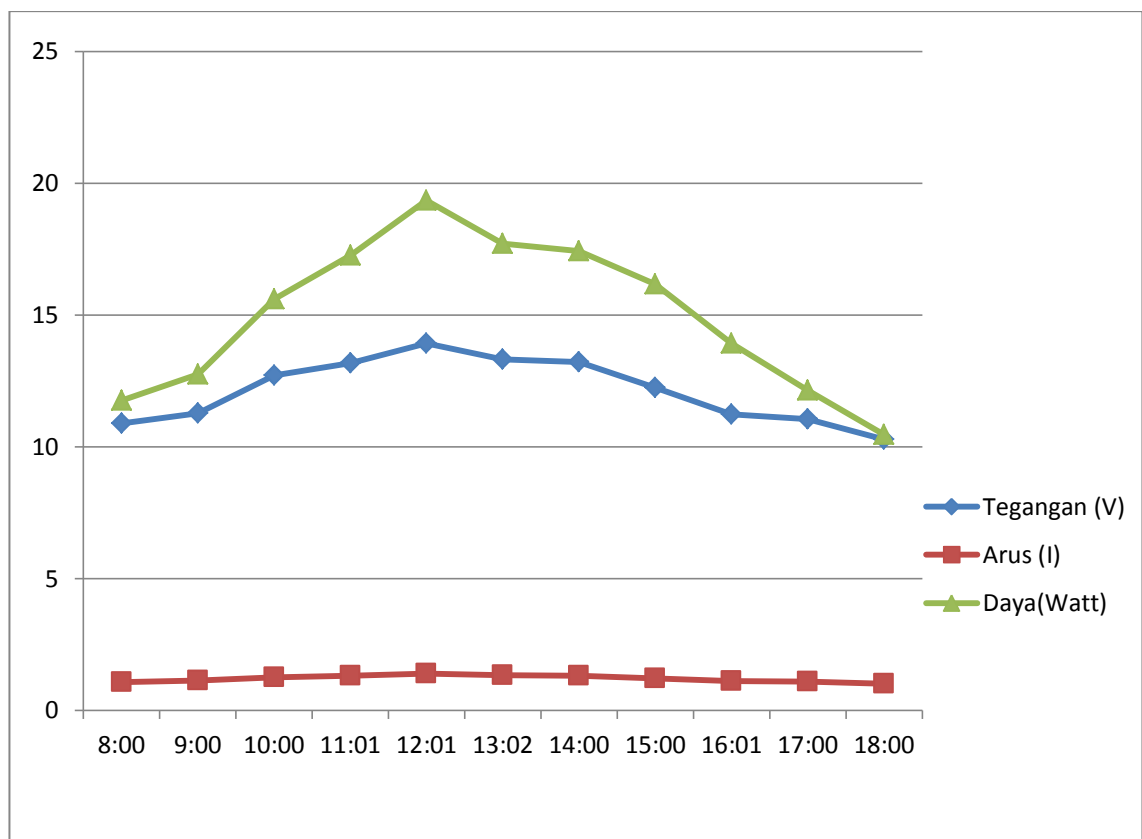
Tabel 4.2. Hasil perhitungan arus dan daya output panel surya.

Waktu	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya(Watt)
08:00	10,89	1,08	11,76
09:00	11,28	1,13	12,74
10:00	12,70	1,25	15,60
11:01	13,18	1,31	17,26
12:01	13,92	1,39	19,34
13:02	13,32	1,33	17,71
14:00	13,21	1,32	17,43
15:00	12,25	1,22	16,17

16:01	11,24	1,11	13,93
17:00	11,05	1,10	12,15
18:00	10,27	1,02	10,47

Dari table 4.2 diatas menunjukkan bahwasanya ketika pagi hari (08.00 am) hasil dari output sel surya yaitu sebesar 10,89 V dengan arus 1.08 A dan menghasilkan daya 11,76 W. Seiring dengan kenaikan waktu menuju siang hari maka berbanding lurus dengan kenaikan tegangan output yang dihasilkan.

Puncak dari tegangan output yang dihasilkan yaitu 13,92 V dengan arus 1,39 A dan daya 11,34 W pada pukul 12.01 pm (siang hari). Kemudian dengan waktu yang beranjak sore terjadi penurunan tegangan output, dikarenakan matahari yang mulai beranjak terbenam.



Gambar 4.3. Grafik perhitungan arus output panel surya.

Selanjutnya untuk menghitung jumlah energi yang dikeluarkan oleh panel adalah dengan menjumlahkan daya tiap jam dikali dengan jumlah jam.

$$E \text{ output panel} = (P1 + P2 + \dots + P11) \times 11 \text{ Jam}$$

$$E \text{ output panel} = 159,29 \text{ Watt-Hour}$$



Gambar 4. 4. Proses pengukuran tegangan panel

#### 4.2.2 Pengujian rangkaian regulator

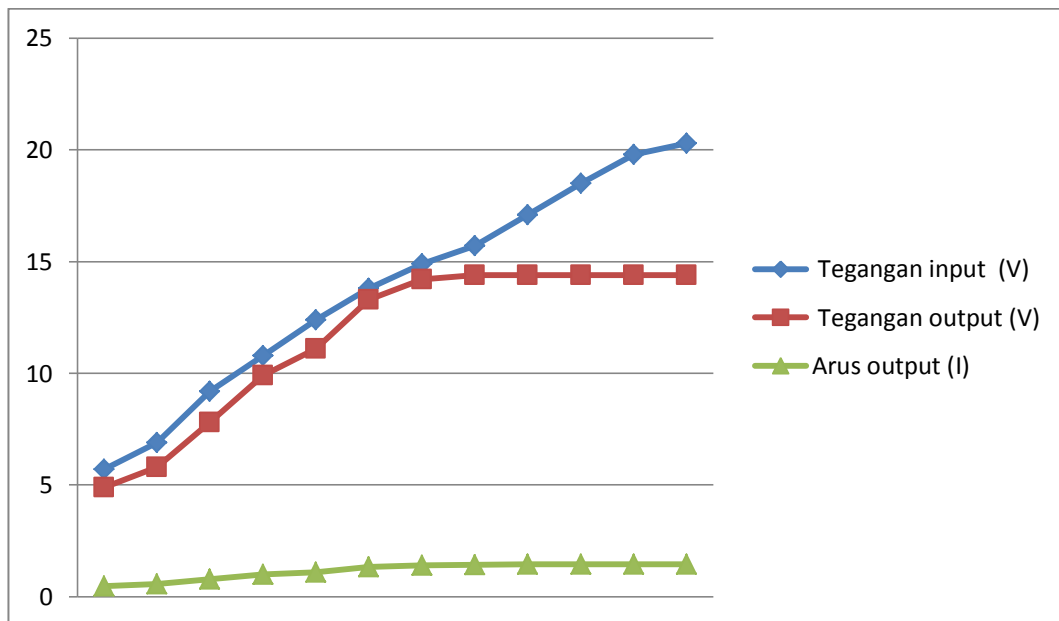
Regulator adalah rangkaian yang bekerja sebagai pengatur tegangan agar stabil pada satu titik. Tanpa regulator tegangan keluaran panel surya akan fluktuatif dan cenderung lebih tinggi dari tegangan batere yaitu diatas 12V bahkan jika tanpa beban akan mencapai 20V. Tegangan ini akan merusak rangkaian dan batere jika tidak distabilkan. Regulator bekerja membatasi tegangan pada satu titik tertentu. Dalam rancangan ini regulator diatur untuk bekerja pada tegangan 14,4V yaitu tegangan batere saat terisi penuh. Untuk menguji regulator dilakukan dengan menggunakan solar panel yang dijemur langsung dibawah terik matahari dan mengukur input output regulator. Berikut adalah tabel hasil pengukuran yang dilakukan saat pengujian.

Tabel 4. 3. Hasil pengujian regulator tegangan LM317

Tegangan input (V)	Tegangan output (V)	Arus output (I)
5,7	4,9	0,48
6,9	5,8	0,57

9,2	7,8	0,78
10,8	9,9	0,99
12,4	11,1	1,10
13,8	13,3	1,32
14,9	14,2	1,41
15,7	14,4	1,43
17,1	14,4	1,44
18,5	14,4	1,44
19,8	14,4	1,44
20,3	14,4	1,44

Dari tabel 4.3 menunjukkan hasil pengujian regulator tegangan LM317. Tegangan input lebih dari 14.4 (14,9 V-20,3). Pada tegangan outputnya diatur menjadi 14,4 V. sehingga pengukuran diatas dapat disimpulkan bahwa regulator berfungsi dengan baik.



Gambar 4. 5. Grafik hasil pengujian regulator tegangan LM317

Dari tabel diatas dapat dihitung daya keluaran rregulator dengan cara yang sama yaitu mengalikan tegangan output dengan arus output dari regulator.

$$P \text{ regulator} = V_{\text{out}} \times I_{\text{out}}$$

$$P \text{ reg} = 4,9\text{V} \times 0,48\text{A}$$

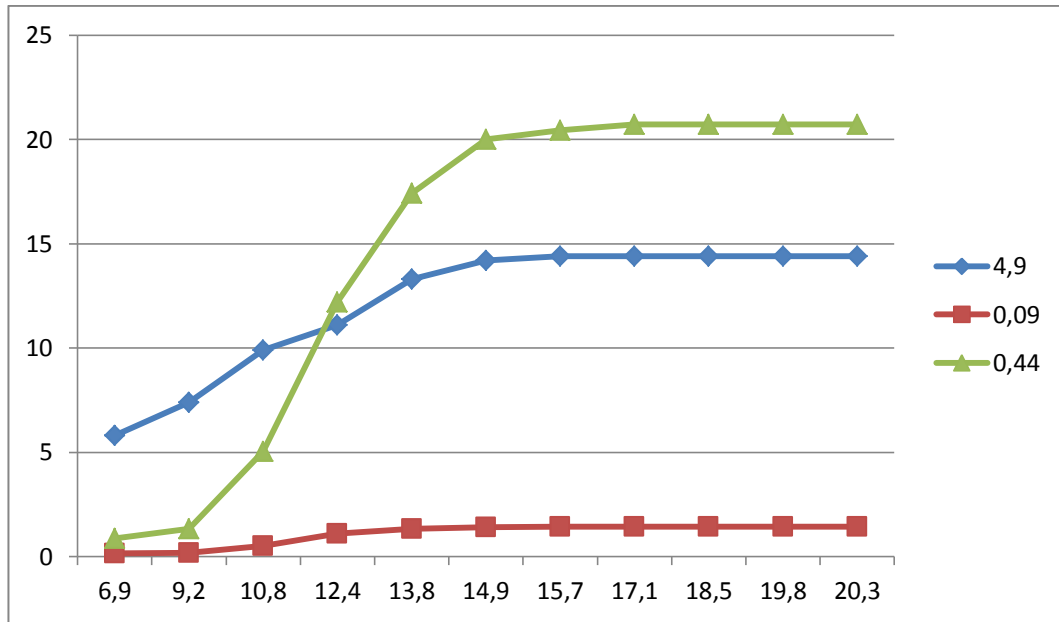


$$P_{\text{reg}} = 2,35 \text{ Watt}$$

Tabel 4. 4. Hasil perhitungan daya output regulator

Tegangan input (V)	Tegangan output (V)	Arus output (I)	Daya output (W)
5,7	4,9	0,09	0,44
6,9	5,8	0,15	0,87
9,2	7,4	0,18	1,33
10,8	9,9	0,51	5,04
12,4	11,1	1,10	12,21
13,8	13,3	1,32	17,43
14,9	14,2	1,41	20,02
15,7	14,4	1,43	20,44
17,1	14,4	1,44	20,73
18,5	14,4	1,44	20,73
19,8	14,4	1,44	20,73
20,3	14,4	1,44	20,73

Dari tabel 4.4 merupakan hasil perhitungan daya output regulator, dimana daya maksimal yang dapat dihasilkan sebesar 20.73 W. Daya maksimal yang dihasilkan ini berdasarkan pengaturan dari tegangan output regulator yang diatur tetap pada 14,4 V, sehingga tidak lebih.



Gambar 4. 6. Grafik hasil perhitungan daya output regulator



Gambar 4. 7. Hasil pengukuran tegangan pada regulator .



Gambar 4. 8. Pengukuran tegangan pada regulator

Analisa :

Dari pengujian diatas dapat dilihat bahwa tegangan keluaran regulator akan stabil dititik 14,4V. Kenaikan tegangan input akan diatur tetap 14,4 V sehingga tidak lebih.

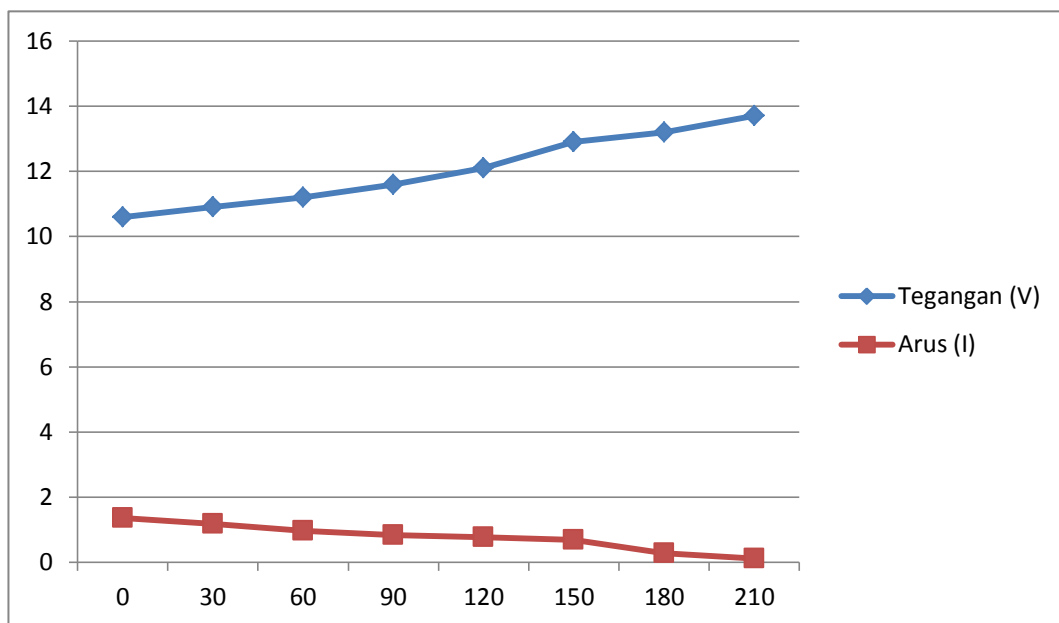
#### 4.2.3 Pengujian batere sel Litium Ion

Tipe batere yang digunakan adalah Batere litium ion. Batere Litium digunakan sebagai sumber catu daya yang menyediakan energi listrik. Batere tipe ini adalah batere dengan tegangan sel adalah 3,8-4,2V. Untuk mendapatkan tegangan yang cukup untuk menggerakkan robot maka batere diseri dan diparalelkan sebanyak 12 buah. Pengujian batere dilakukan dengan mengisi terlebih dahulu hingga penuh kemudian mengurasnya hingga kosong. Dengan demikian batere harus di cas dulu dengan charger yang ada.

Tabel 4.5. Proses pengisian batere.

Waktu (s)	Tegangan (V)	Arus (I)
0	10,6	1,36
30	10,9	1,18

60	11,2	0,96
90	11,6	0,83
120	12,1	0,77
150	12,9	0,68
180	13,2	0,28
210	13,7	0,11



Gambar 4. 9. Grafik proses pengisian batere

Dari tabel 4.5 diatas terlihat bahwa batere bekerja diisi dengan durasi waktu 210 menit atau 3,5 jam dengan acuan tegangan cas mencapai 13,6V yaitu 20% diatas tegangan normal batere. Tegangan batere normal adalah  $3,8 \times 3 = 11,4$  V jika ditambah 20% menjadi 13,68V. Maka pada menit 210 batere dinyatakan penuh. Sedangkan kapasitas amper-hour yang mengalir ke batere dapat dihitung dari penjumlahan amper tiap jam nya yaitu sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas} = (I_1 + I_2 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8) \times 0,5 \text{ Jam}$$

$$\text{Kapasitas} = (1,36+1,18+0,96+0,83+0,77+0,68+0,28+0,11) \times 0,5 \text{ Jam}$$

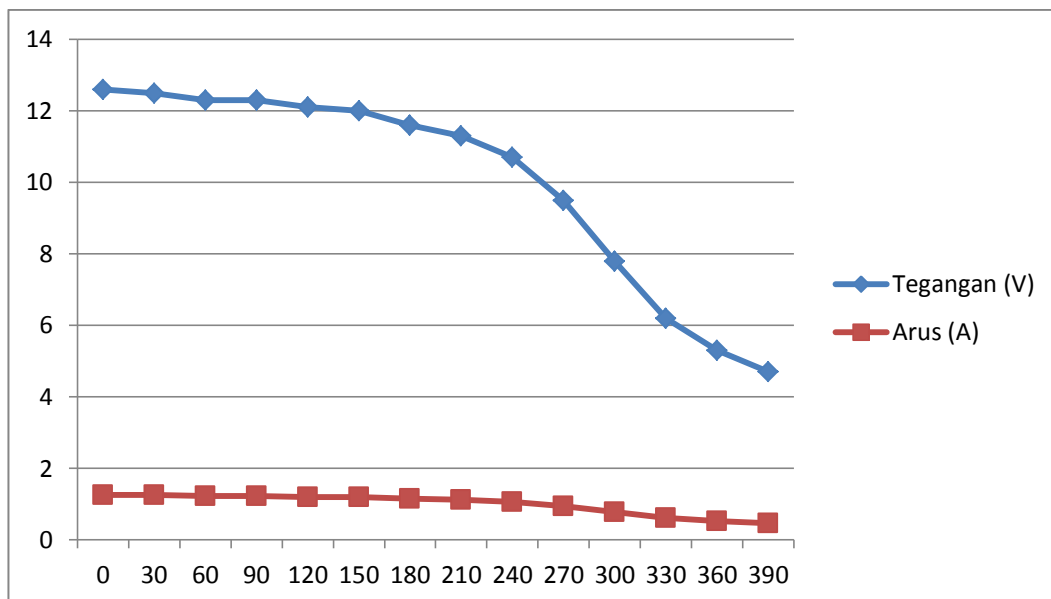
$$\text{Kapasitas} = 3,085 \text{ AH}$$

Setelah batere terisi penuh saatnya menguji pengosongan batere yaitu dengan memberikan beban konstan dan mengukur arus dan tegangannya hingga batere mencapai tegangan dibawah 5V. Untuk beban pada pengujian ini digunakan resistor 10 ohm 5 watt. Berikut adalah tabel hasil pengujian pengosongan batere.

Tabel 4.6. Proses pengosongan batere.

Waktu (s)	Tegangan (V)	Arus (I)
0	12,6	1,25
30	12,5	1,25
60	12,3	1,23
90	12,3	1,22
120	12,1	1,20
150	12,0	1,20
180	11,6	1,15
210	11,3	1,12
240	10,7	1,07
270	9,5	0,94
300	7,8	0,78
330	6,2	0,61
360	5,3	0,52
390	4,7	0,46

Tabel 4.6 menunjukan proses pengosongan batere, dimana waktu yg dibutuhkan untuk proses pengosongan batere ini selama 390 menit.



Gambar 4. 10. Grafik proses pengosongan batere

Dari tabel diatas , Kapasitas arus pengosongan adalah :

$$\text{Amper-hour} = (1,25\text{A} + 1,25\text{A} + 1,23\text{A} + 1,22\text{A} + 1,20\text{A} + 1,20\text{A} + 1,15\text{A} + 1,12\text{A} + 1,07\text{A} + 0,94\text{A} + 0,78\text{A} + 0,61\text{A} + 0,52\text{A} + 0,46\text{A}) \times 0,5 \text{ Jam}$$

$$\text{Amper-hour} = 7 \text{ AH}$$

Dengan demikian kapasitas batere yang digunakan adalah 7Amper Hour.

#### 4.3. Hasil penguji

Spesifikasi alat ditentukan melalui datasheet panel surya dan hasil pengujian yang dilakukan dengan data data komponen yang ada. Berikut adalah spesifikasi alat berdasarkan hasil penguji:

- Daya maksimum panel : 20W
- Tegangan maksimum : 17,2 V
- Arus maksimum : 1,16A
- Tegangan open circuit : 2,64V
- Arus hububg singkat : 1,3A
- Berat panel : 2kg
- Tegangan kerja : 12-14V DC
- Kapasitas batere : 12V/8000 mAh
- Arus maksimum : 3,7A
- Durasi cas batere : 4 Jam

- Tipe batere : Litium Ion
- Total daya batere : 96 Watt
- Dimensi panel : 34,5x53,5x2,5 cm

## **BAB V PENUTUP**

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk menggerakkan robot desinfektan dapat dirancang dengan menggunakan sebuah panel surya 20 WP ,rangkaian charger dan batere Litium sebagai penyimpan energi yang dihasilkan oleh panel.
2. Implementasi PLTS dapat dilakukan dengan memasang panel surya pada robot yang telah dibuat dan mengatur agar charger dapat mengecas batere secara otomatis saat terdapat cahaya matahari. Penentuan kapasitas panel dan batere disesuaikan dengan kebutuhan robot saat aktif (bekerja).
3. Pengaturan kestabilan tegangan hasil output panel surya dapat menggunakan sebuah IC regulator LM 317. Regulator tersebut dapat mengatur tegangan stabil pada satu titik ,dalam hal ini 14,4 V sebagai batas tegangan penuh batere sel Litium ion.

### 5.2 Saran

Adapun saran dari penulis dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penyempurnaan dan penambahan kapasitas sistem solar panel agar dapat mensuplai Robot dengan durasi yang lebih lama.
2. Penggunaan batere dengan kapasitas yang lebih besar untuk menyimpan energi yang lebih lama dengan demikian bila cahaya matahari kurang maksimal robot masih memiliki energi yang cukup.



## DAFTAR PUSTAKA

- Trisnawati Fika, dkk. (2018). *Pengendali Lengan Robot Dengan Mikrokontroler Arduino Berbasis Smartphone*. Jurnal Teknik Elektro ITP Vol. 7 No. 2, Juli 2018
- Utomo, Teguh. (2009). *Kajian Kelayakan Sistem Photovoltaik Sebagai Pembangkit Daya Listrik Segala Rumah Tangga (Studi Kasus Di Gedung VEDC Malang)*. Jurnal EECCIS Vol. III No. 1, Juni 2009.
- Bachtiar, Muhammad. (2006). *Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System)*. Jurnal SMARTek, Vol. 4, No. 3, Agustus 2006: 176 – 182.
- Siregar, Matoga, dkk. (2021). *Analisa Hubungan Seri Dan Paralel Terhadap Karakteristik Solar Sel Di Kota Medan*. Jurnal Teknik Elektro, Vol. 3, No. 2, Januari 2021, ISSN 2622 - 7022.
- Giriantari, I.A.D, dkk. (2014). *Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 KW Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran*. E-Journal SPEKTRUM, Vol. 1, No. 1, Desember 2014
- Amri, Djulil. (2010). *Komparasi Rangkaian Sensor Garis Dengan LM 741 Dan TLC 274 Pada Robot Mobil Pengikut Garis (Line Follower) Dengan Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535*. Jurnal Rekayasa Sriwijaya, No. 1, Vol. 19, Maret 2010.
- Nogueira, Jason Scott. (1997). *A Guide to Designing and Optimizing Small Photovoltaic System*. Massachusetts Institute of Technology. June 1997.
- Roal, Mario. (2015). *Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS*. Jurnal ELKHA, Vol. 7, No. 2, Oktober 2015.
- Ramadhan, Anwar Ilmar, dkk. (2016). *Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP*. Copyright © 2016, TEKNIK, p-ISSN 0852-1697, e-ISSN: 2460-9919.
- Budi, Setyawan. (2015). *Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 Dengan Menampilkan Status Gerak Pada LCD*. e-Journal NARODROID, Vol. 1, No. 1, Januari 2015. E-ISSN : 2407-7712.
- Hasan, Hasnawiya. (2012). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi*. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK), Volume 10, Nomor 2, Juli – Desember 2012.

# Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Robot Penyemprot Disinfektan

**Agus Setiawan<sup>1</sup>, Noorly Evalina, S.T., M.T<sup>2</sup>**

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Jl. Kapt. Mughtar Basri No. 110-112, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Medan, Sumatera Utara, Indonesia  
e-mail: agusxn23@gmail.com

**Abstrak**— Perkembangan energi listrik dan kemajuan teknologi diharapkan dapat memenuhi kebutuhan listrik yang mampu mempermudah kehidupan manusia modern. Kondisi kehidupan zaman modern sangat cepat berubah dan bisa terjadi apa saja. Pada tahun 2020 dimana kehidupan dunia sedang dilanda pandemi yang disebabkan karena adanya virus baru yaitu “COVID-19”, dimana menyebabkan tatanan dunia berubah drastis baik dalam bidang kesehatan maupun perekonomian. Teknologi yang dikembangkan dengan sistem energi baru terbarukan diharapkan dapat membantu penanganan pada bidang kesehatan yaitu dengan menciptakan robot yang secara otomatis dapat menyemprotkan cairan disinfektan dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Perancangan PLTS pada robot penyemprot disinfektan ini dirancang dengan sedemikian rupa agar dapat membantu kebutuhan penanganan pandemi secara kongkrit. PLTS dirancang dan telah dilakukan pengujian yang menghasilkan daya listrik maksimal sebesar 20 WP. Sebagai suplai, PLTS diharapkan mampu bertahan sebagai sumber daya robot penyemprot disinfektan yang tegangan maksimalnya distabilkan 14,4 V dengan daya output 20,73 Watt. Daya yang telah dihasilkan disalurkan ke baterai sebagai penyimpanan daya tersebut yang pengisian penuh baterainya selama 3,5 jam dengan kapasitas 3,085 AH.

**Kata kunci** : PLTS, tegangan, daya

***Abstract** — The development of electrical energy and technological advances are expected to meet the demand for electricity that can facilitate modern human life. Living conditions in modern times change rapidly and anything can happen. In 2020, the world's life is being hit by a pandemic which is caused by a new virus, namely “COVID-19”, which causes the world order to change drastically in both the health and economic sectors. The technology developed with a new and renewable energy system is expected to help handling the health sector by creating a robot that can automatically spray disinfectant liquid using a solar power plant (PLTS). The design of the PLTS in this disinfectant spraying robot is designed in such a way as to help concrete handling needs of the pandemic. PLTS is designed and tested that produces a maximum electrical power of 20 WP. As a supply, PLTS is expected to be able to survive as a power source for disinfectant spray robots whose maximum voltage is stabilized at 14.4 V with an output power of 20.73 Watts. The power that has been generated is channeled to the battery as power storage which fully charges the battery for 3.5 hours with a capacity of 3.085 AH.*

**Keywords** : PLTS, voltage, power

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan dibidang teknologi khususnya elektronik dan listrik selalu memberi keuntungan bagi umat manusia. Teknologi elektronika dan komputer berkembang sangat pesat seiring kemajuan diberbagai bidang. Karenanya penemuan dibidang sistem konversi tenaga (energi) terbarukan juga sangat pesat. Konversi Energi seperti panas bumi, kecepatan angin, arus sungai dan cahaya matahari kerap dimanfaatkan untuk sistem pembangkit listrik ukuran mikro.

Pada penelitian tugas akhir ini, penulis mencoba memanfaatkan sebuah sistem pembangkit untuk mensuplai sebuah robot. Sistem yang akan dibuat dipilih energi tenaga matahari yang dapat diperoleh

dengan mudah. Objek nya adalah sebuah robot penyebar/penyembur cairan desinfektan. Sistem robot yang digerakkan oleh sinar matahari dengan tugas melakukan desinfektan pada area-area publik. Seperti kita ketahui saat ini dunia sedang dilanda wabah virus yaitu covid-19 yang sangat menular Resiko penyebaran virus tersebut sangat tinggi dan mematikan.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas ide untuk membangun suatu alat yang dapat mengatasi dan meminimalisir resiko penularan virus saat melakukan desinfektan. Sebuah robot penyemprot desinfektan akan dibuat untuk menggantikan tugas manusia . Sebagai energy penggerak robot menggunakan cahaya matahari yang juga dilengkapi dengan baterai.

## II. STUDI PUSTAKA

### PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah peralatan pembangkit listrik yang mengubah daya matahari menjadi listrik. Oleh karena itu meskipun terdapat cahaya, maka PLTS dapat menghasilkan listrik.

Sistem sel surya yang dapat digunakan di permukaan bumi terdiri dari panel sel surya, rangkaian kontroler pengisian (*charge controller*), dan aki (baterai) 12 volt yang *maintenance free*. Rangkaian kontroler pengisian aki dalam sistem sel surya merupakan rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian akinya. Kontroler ini dapat mengatur tegangan aki dalam selang tegangan 12 volt. Bila tegangan turun sampai 10.8 volt berarti sisa tegangan pada aki 2.2 volt, maka kontroler akan mengisi aki dengan panel surya sebagai sumber dayanya. Tentu saja proses pengisian itu akan terjadi bila berlangsung pada saat ada cahaya matahari. Jika penurunan tegangan terjadi pada malam hari, maka kontroler akan memutus pemasokan energi listrik. Setelah proses pengisian itu berlangsung selama beberapa jam, tegangan aki itu akan naik bila tegangan aki itu mencapai 12 volt, maka kontroler akan menghentikan proses pengisian aki itu.

Bahan sel surya sendiri terdiri dari kaca pelindung dan material *adhensive* transparan yang melindungi bahan sel surya dari keadaan lingkungan kemudian material anti-refleksi untuk menyerap lebih banyak cahaya dan mengurangi jumlah cahaya yang dipantulkan, semikonduktor P-type dan N-type (terbuat dari campuran silikon) untuk menghasilkan medan listrik, saluran awal dan saluran akhir (terbuat dari logam tipis) untuk mengirim elektron ke perabot listrik. Cara kerja sel surya sendiri sebenarnya identik dengan piranti semikonduktor dioda. Ketika cahaya bersentuhan dengan sel surya dan diserap oleh bahan semi-konduktor, terjadi pelepasan elektron. Apabila elektron tersebut bisa menempuh perjalanan menuju bahan semi-konduktor pada lapisan yang berbeda, terjadi perubahan sigma gaya pada bahan. Gaya tolakan antar bahan semi-konduktor, menyebabkan aliran medan magnet listrik. Dan menyebabkan elektron dapat disalurkan ke saluran awal dan akhir untuk digunakan pada perabot listrik.

### Daya Listrik

Daya didefinisikan sebagai laju hantaran energi listrik dalam sirkuit listrik. Satuan internasional daya listrik adalah Watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik) dan dirumuskan sebagai berikut:

$$P = V.I \quad (1)$$

Keterangan :

P = adalah daya (watt atau W)

I = adalah arus (ampere atau A)

V = adalah perbedaan potensial (volt atau V).

### STC (*Standart Test Condition*)

Kinerja output listrik dari silikon kristal dan modul panel surya umumnya diukur dalam kondisi uji standar (STC). STC adalah standar industri-lebar untuk menunjukkan kinerja modul panel dan menentukan suhu sel 25 ° C dan radiasi 1000 W / m<sup>2</sup> dengan massa udara 1,5 (AM1.5) spektrum.

### Energi Surya

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi

### Panel Surya

Panel Surya sering kali disebut fotovoltaik, fotovoltaik dapat diartikan sebagai “cahaya-listrik”. Sel Surya atau sel PV bergantung pada efek fotovoltaik untuk menyerap energi matahari dari penyebab arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan.

Jenis panel surya:

1. Polycrystalline
2. Monocrystalline
3. Panel Surya Amorf

### Photovoltaic

Photovoltaic terdiri dari lapisan semikonduktor tipe-p yaitu bahan semikonduktor yang didalamnya terdapat hole sebagai pembawa muatan mayoritasnya dan lapisan semikonduktor tipe-n memiliki elektron sebagai pembawa muatan mayoritasnya. Dalam Photovoltaic terdapat medan listrik. Medan listrik ini terdapat di daerah depletion layer. Tegangan yang dihasilkan oleh fotovoltaik sangat bergantung terhadap besarnya medan listrik dan dengan fungsi muatan total yang ada di dalam fotovoltaik sangat tergantung terhadap jarak antara batas bertemunya kedua lapisan dengan batas terjauh dari depletion layer.

### Sel Surya

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (*Photodiode*), Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan

kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik.

Sinar Matahari terdiri dari partikel sangat kecil yang disebut dengan Foton. Ketika terkena sinar Matahari, foton yang merupakan partikel sinar Matahari tersebut menghantam atom semikonduktor silikon Sel Surya 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. Atom yang kehilangan elektron tersebut akan terjadi kekosongan pada strukturnya, kekosongan tersebut dinamakan dengan "hole" dengan muatan Positif (+).

Daerah Semikonduktor dengan elektron bebas ini bersifat negatif dan bertindak sebagai pendonor elektron, daerah semikonduktor ini disebut dengan semikonduktor tipe N (N-type). Sedangkan daerah semikonduktor dengan hole bersifat positif dan bertindak sebagai penerima (*Acceptor*) elektron yang dinamakan 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.

#### Charge Controller

*Solar Charge Controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya/solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

#### Baterai

Baterai merupakan sebuah peralatan yang dapat mengubah energi Baterai listrik adalah alat yang terdiri dari 2 atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik.

#### Karakteristik Baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA)

Baterai ini tidak memiliki caps/ katup, tidak ada akses ke elektrolit dan total sealed. Dengan demikian baterai jenis ini tidak memerlukan maintenance. Baterai *Deep Cycle*, adalah baterai yang cocok untuk sistem *solar cell*, karena dapat discharge sejumlah arus listrik secara konstan dalam waktu yang lama.

Untuk mengetahui waktu dalam proses dalam proses pengisian baterai, dapat menggunakan rumus berikut :

Lama pengisian arus :

$$T_a = \frac{Ah}{A} \quad (2)$$

Keterangan :

Ta = Lamanya pengisinyanya arus (jam)

Ah = Besarnya kapasitas baterai (ampere hours)

A = Besarnya arus pengisian ke baterai (ampere) lamanya

Pengisian daya :

$$T_d = \frac{\text{Daya Ah}}{\text{Daya A}} \quad (3)$$

Keterangan :

Td = Lamanya pengisian daya (jam)

Daya Ah = Besar daya Ah x tegangan baterai (Watt hours)

Daya A = Besar daya A x besar tegangan baterai (Watt)

#### Inverter

Inverter adalah sebuah alat yang mengubah listrik DC (*Direct Current*) dari baterai atau panel sel surya menjadi AC (*Alternating Current*). Penggunaan inverter dari dalam Pembangkit Tenaga Listrik (PLTS) adalah untuk perangkat yang menggunakan AC (*Alternating Current*).

### III. METODE

#### Lokasi Penelitian

Lokasi : Laboratorium teknik elektro kampus utama UMSU Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Medan, Sumatera Utara

#### Bahan dan alat

##### 1. Alat :

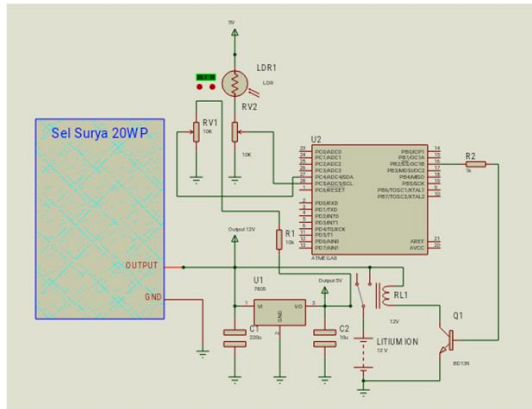
- Perangkat komputer
- Alat ukur voltmeter, Ampermeter
- Toolset
- Flux meter

##### 2. Bahan :

- IC mikrokontroler atmega 8
- Panel surya 20WP
- Sensor LDR
- Resistor
- Dioda

- Baterai Litium Ion 12V
- Transistor
- Lampu led
- PCB rangkaian dan casing
- Relay

#### Rangkaian



Gambar 3.1 Rangkaian PLTS pada robot desinfektan

Rangkaian keseluruhan sistem pembangkit listrik tenaga matahari ditampilkan pada gambar berikut. Dimana terdapat beberapa komponen utama misalnya panel matahari, sensor, mikrokontroler, penguat dan baterai yang memiliki fungsi masing-masing. Sistem mengubah cahaya menjadi listrik 12V dan diisi ke baterai litium ion. Proses pengisian dikontrol oleh sebuah mikrokontroler avr yaitu atmega 8. Saat tidak ada cahaya mikrokontroler tidak akan mengaktifkan relay. Jika terdeteksi cahaya oleh sensor LDR, mikrokontroler akan mengaktifkan relay charger dan arus akan mengalir ke baterai. Baterai dipantau terus tegangannya, jika tegangan telah mencapai 13,8V maka baterai dinyatakan penuh dan relay akan dimatikan secara otomatis oleh atmega 8.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pengujian panel sel surya

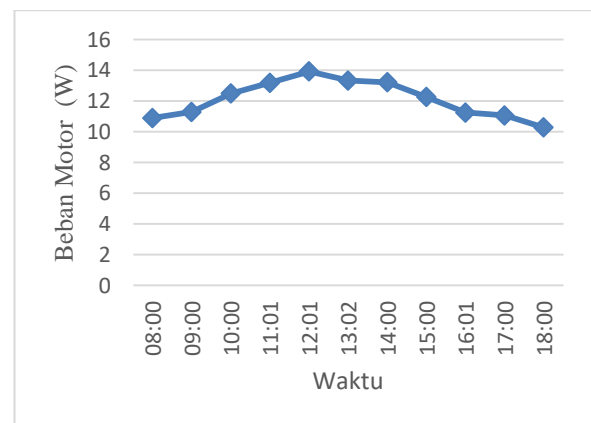
Untuk mengetahui kemampuan pengumpulan energi oleh panel 20 WP maka dilakukan pengujian sepanjang hari yaitu mulai dari jam 8 hingga jam 6 sore. Untuk menguji output panel dibutuhkan beban. Dalam hal ini, pengujian menggunakan sebuah motor DC yang dihubungkan langsung ke output motor. Tahanan dalam motor dc yang digunakan adalah 10 Ohms tanpa beban.

Tabel 4.1. Hasil pengukuran panel surya dengan beban motor DC

Waktu	Beban motor (W)
08:00	11,76
09:00	12,74
10:00	15,60
11:01	17,26
12:01	19,34
13:02	17,71
14:00	17,43
15:00	16,17
16:01	13,93
17:00	12,15
18:00	10,47

Pada table 4.1 di atas menunjukkan bahwasanya ketika pagi hari (08.00 am) hasil dari output sel surya yaitu sebesar 10,89 V, Seiring dengan kenaikan waktu menuju siang hari maka berbanding lurus dengan kenaikan tegangan output yang dihasilkan.

Puncak dari tegangan output yang dihasilkan yaitu 13,92 V pada pukul 12.01 pm (siang hari). Kemudian dengan waktu yang beranjak sore terjadi penurunan tegangan output, dikarenakan matahari yang mulai beranjak terbenam.



Gambar 4.1 Grafik pengukuran panel surya dengan beban motor DC

Dari data table 4.1 dapat dicari arus dan daya keluaran panel yaitu dengan mengukur tahanan dalam motor dc kemudian dibagi dengan tegangan.

Sedangkan untuk menghitung daya adalah perkalian tegangan dan arus kemotor.

Arus keluaran panel = arus motor = Tegangan motor / tahanan dalam motor

$$I \text{ motor} = V \text{ motor} / R_d \text{ motor}$$

$$R_d \text{ motor} = 10,01 \text{ Ohm}$$

Contoh 1 :

$$V \text{ motor} = 10,89 \text{ V}$$

Maka :

$$I \text{ motor} = 10,89 \text{ V} / 10,01 \text{ Ohms}$$

$$I \text{ motor} = 1,08 \text{ A}$$

Sedangkan Daya keluaran panel = daya motor

Rumus daya adalah =  $V \times I$ , dalam hal ini :

$$V = \text{tegangan motor}$$

$$I = \text{ arus motor}$$

Maka :

$$P = 10,89 \text{ V} \times 1,08 \text{ A} = 11,76 \text{ Watt}$$

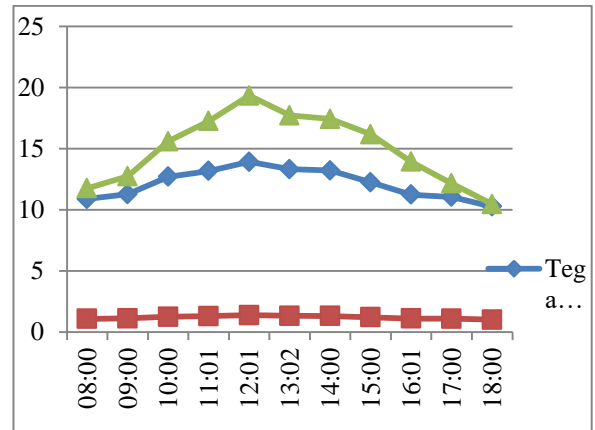
Tabel berikut adalah hasil perhitungan arus dan daya yang dikeluarkan oleh panel tiap jam.

Tabel 4.2. Hasil perhitungan arus dan daya output panel surya.

Waktu	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya(Watt)
08:00	10,89	1,08	11,76
09:00	11,28	1,13	12,74
10:00	12,70	1,25	15,60
11:01	13,18	1,31	17,26
12:01	13,92	1,39	19,34
13:02	13,32	1,33	17,71
14:00	13,21	1,32	17,43
15:00	12,25	1,22	16,17
16:01	11,24	1,11	13,93
17:00	11,05	1,10	12,15
18:00	10,27	1,02	10,47

Dari table 4.2 diatas menunjukkan bahwasanya ketika pagi hari (08.00 am) hasil dari output sel surya yaitu sebesar 10,89 V dengan arus 1.08 A dan menghasilkan daya 11,76 W. Seiring dengan kenaikan waktu menuju siang hari maka berbanding lurus dengan kenaikan tegangan output yang dihasilkan.

Puncak dari tegangan output yang dihasilkan yaitu 13,92 V dengan arus 1,39 A dan daya 11,34 W pada pukul 12.01 pm (siang hari). Kemudian dengan waktu yang beranjak sore terjadi penurunan tegangan output, dikarenakan matahari yang mulai beranjak terbenam.



Gambar 4.2. Grafik perhitungan arus output panel surya

Selanjutnya untuk menghitung jumlah energi yang dikeluarkan oleh panel adalah dengan menjumlahkan daya tiap jam dikali dengan jumlah jam.

$$E \text{ output panel} = (P_1 + P_2 + \dots + P_{11}) \times 11 \text{ Jam}$$

$$E \text{ output panel} = 159,29 \text{ Watt-Hour}$$

#### 4.2 Pengujian Rangkaian Regulator

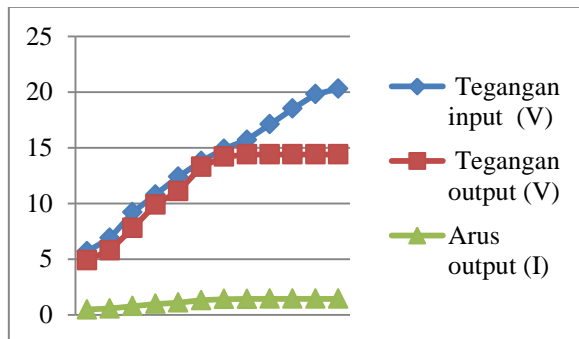
Regulator bekerja membatasi tegangan pada satu titik tertentu. Dalam rancangan ini regulator diatur untuk bekerja pada tegangan 14,4V yaitu tegangan batere saat terisi penuh. Untuk menguji regulator dilakukan dengan menggunakan solar panel yang dijemur langsung dibawah terik matahari dan mengukur input output regulator.

Tabel 4. 3. Hasil pengujian regulator tegangan LM317

Tegangan input (V)	Tegangan output (V)	Arus output (I)
5,7	4,9	0,48
6,9	5,8	0,57
9,2	7,8	0,78
10,8	9,9	0,99
12,4	11,1	1,10
13,8	13,3	1,32
14,9	14,2	1,41
15,7	14,4	1,43
17,1	14,4	1,44
18,5	14,4	1,44
19,8	14,4	1,44

20,3	14,4	1,44
------	------	------

Dari tabel 4.3 menunjukkan hasil pengujian regulator tegangan LM317. Tegangan input lebih dari 14,4 (14,9 V-20,3). Pada tegangan outputnya diatur menjadi 14,4 V. sehingga pengukuran diatas dapat disimpulkan bahwa regulator berfungsi dengan baik.



Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian regulator tegangan LM317

Dari tabel diatas dapat dihitung daya keluaran rregulator dengan cara yang sama yaitu mengalikan tegangan output dengan arus output dari regulator.

$$P_{\text{regulator}} = V_{\text{out}} \times I_{\text{out}}$$

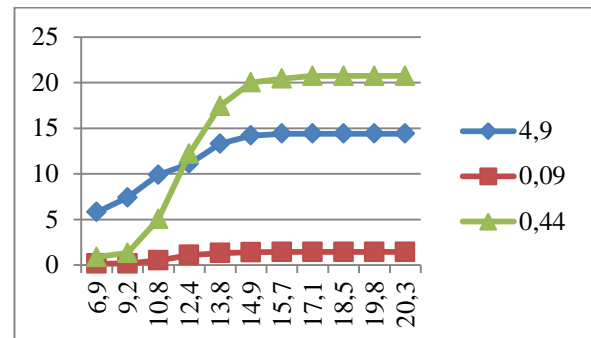
$$P_{\text{reg}} = 4,9\text{V} \times 0,48\text{A}$$

$$P_{\text{reg}} = 2,35 \text{ Watt}$$

Tabel 4. 4. Hasil perhitungan daya output regulator

Tegangan input (V)	Tegangan output (V)	Arus output (I)	Daya output (W)
5,7	4,9	0,09	0,44
6,9	5,8	0,15	0,87
9,2	7,4	0,18	1,33
10,8	9,9	0,51	5,04
12,4	11,1	1,10	12,21
13,8	13,3	1,32	17,43
14,9	14,2	1,41	20,02
15,7	14,4	1,43	20,44
17,1	14,4	1,44	20,73
18,5	14,4	1,44	20,73
19,8	14,4	1,44	20,73
20,3	14,4	1,44	20,73

Dari tabel 4.4 merupakan hasil perhitungan daya output regulator, dimana daya maksimal yang dapat dihasilkan sebesar 20,73 W. Daya maksimal yang dihasilkan ini berdasarkan pengaturan dari tegangan output regulator yang diatur tetap pada 14,4 V, sehingga tidak lebih.



Gambar 4.4 Grafik hasil perhitungan daya output regulator



Gambar 4.5. Hasil pengukuran tegangan pada regulator

Analisa :

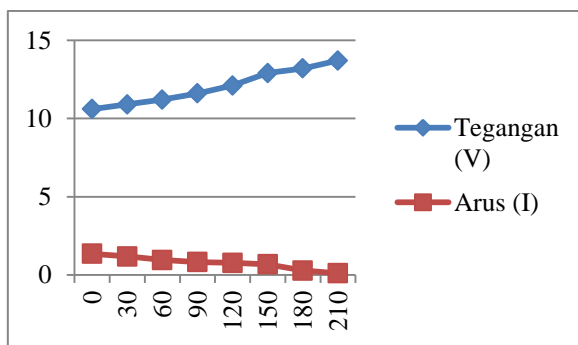
Dari pengujian diatas dapat dilihat bahwa tegangan keluaran regulator akan stabil dititik 14,4V. Kenaikan tegangan input akan diatur tetap 14,4 V sehingga tidak lebih.

#### 4.3. Pengujian batere sel litium Ion

Tipe batere yang digunakan adalah Batere litium ion. Batere Litium digunakan sebagai sumber catu daya yang menyediakan energi listrik. Batere tipe ini adalah batere dengan tegangan sel adalah 3,8-4,2V. Untuk mendapatkan tegangan yang cukup untuk menggerakkan robot maka batere diseri dan diparalelkan sebanyak 12 buah. Pengujian batere dilakukan dengan mengisi terlebih dahulu hingga penuh kemudian mengurasnya hingga kosong.

Tabel 4.5. Proses pengisian batere.

Waktu (s)	Tegangan (V)	Arus (I)
0	10,6	1,36
30	10,9	1,18
60	11,2	0,96
90	11,6	0,83
120	12,1	0,77
150	12,9	0,68
180	13,2	0,28
210	13,7	0,11



Gambar 4.6. Grafik proses pengisian batere

Dari tabel 4.5 diatas terlihat bahwa batere bekerja diisi dengan durasi waktu 210 menit atau 3,5 jam dengan acuan tegangan cas mencapai 13,6V yaitu 20% diatas tegangan normal batere. Tegangan batere normal adalah  $3,8 \times 3 = 11,4 \text{ V}$  jika ditambah 20% menjadi 13,68V. Maka pada menit 210 batere dinyatakan penuh. Sedangkan kapasitas amper-hour yang mengalir ke batere dapat dihitung dari penjumlahan amper tiap jam nya yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= (I_1 + I_2 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 \\ &+ I_7 + I_8) \times 0,5 \text{ Jam} \\ \text{Kapasitas} &= (1,36 + 1,18 + 0,96 + 0,83 + 0,77 + 0,68 + 0,28 + 0,11) \times 0,5 \text{ Jam} \\ \text{Kapasitas} &= 3,085 \text{ AH} \end{aligned}$$

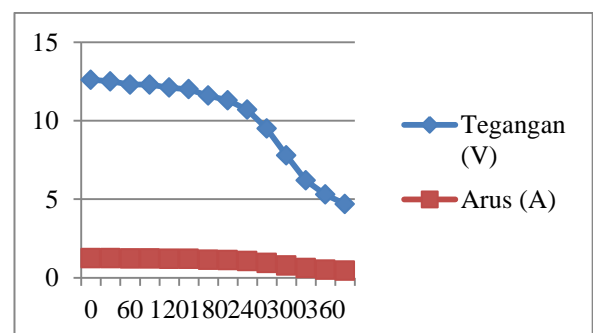
Setelah batere terisi penuh saatnya menguji pengosongan batere yaitu dengan memberikan beban konstan dan mengukur arus dan tegangannya hingga batere mencapai tegangan dibawah 5V. Untuk beban pada pengujian ini digunakan resistor 10 ohm 5 watt.

Berikut adalah tabel hasil pengujian pengosongan batere.

Tabel 4.6. Proses pengosongan batere.

Waktu (s)	Tegangan (V)	Arus (I)
0	12,6	1,25
30	12,5	1,25
60	12,3	1,23
90	12,3	1,22
120	12,1	1,20
150	12,0	1,20
180	11,6	1,15
210	11,3	1,12
240	10,7	1,07
270	9,5	0,94
300	7,8	0,78
330	6,2	0,61
360	5,3	0,52
390	4,7	0,46

Tabel 4.6 menunjukan proses pengosongan batere, dimana waktu yg dibutuhkan untuk proses pengosongan batere ini selama 390 menit.



Gambar 4.7. Grafik proses pengosongan batere

Dari tabel diatas , Kapasitas arus pengosongan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Amper-hour} &= (1,25 \text{ A} + 1,25 \text{ A} + 1,23 \text{ A} + 1,22 \text{ A} + \\ &1,20 \text{ A} + 1,20 \text{ A} + 1,15 \text{ A} + 1,12 \text{ A} + 1,07 \text{ A} + 0,94 \text{ A} + \\ &0,78 \text{ A} + 0,61 \text{ A} + 0,52 \text{ A} + 0,46 \text{ A}) \times 0,5 \text{ Jam} \\ \text{Amper-hour} &= 7 \text{ AH} \end{aligned}$$



Dengan demikian kapasitas batere yang digunakan adalah 7Amper Hour.

#### 4.4 Hasil Pengujian

Spesifikasi alat ditentukan melalui datasheet panel surya dan hasil pengujian yang dilakukan dengan data data komponen yang ada. Berikut adalah spesifikasi alat berdasarkan hasil pengujian:

- Daya maksimum panel : 20W
- Tegangan maksimum : 17,2 V
- Arus maksimum : 1,16A
- Tegangan open circuit : 2,64V
- Arus hububg singkat : 1,3A
- Berat panel : 2kg
- Tegangan kerja : 12-14V DC
- Kapasitas batere : 12V/8000 mAh
- Arus maksimum : 3,7A
- Durasi cas batere : 4 Jam
- Tipe batere : Litium Ion
- Total daya batere : 96 Watt
- Dimensi panel : 34,5x53,5x2,5 cm

## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Dari penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk menggerakkan robot desinfektan dapat dirancang dengan menggunakan sebuah panel surya 20 WP ,rangkaiannya charger dan batere Litium sebagai penyimpan energi yang dihasilkan oleh panel.
2. Implementasi PLTS dapat dilakukan dengan memasang panel surya pada robot yang telah dibuat dan mengatur agar charger dapat mengecaskan batere secara otomatis saat terdapat cahaya matahari. Penentuan kapasitas panel dan batere disesuaikan dengan kebutuhan robot saat aktif (bekerja).
3. Pengaturan kestabilan tegangan hasil output panel surya dapat menggunakan sebuah IC regulator LM 317. Regulator tersebut dapat mengatur tegangan stabil pada satu titik ,dalam hal ini 14,4 V sebagai batas tegangan penuh batere sel Litium ion.

### 5.2. Saran

Adapun saran dari penulis dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penyempurnaan dan penambahan kapasitas sistem solar panel agar dapat mensuplai Robot dengan durasi yang lebih lama.
2. Penggunaan batere dengan kapasitas yang lebih besar untuk menyimpan energi yang

lebih lama dengan demikian bila cahaya matahari kurang maksimal robot masih memiliki energi yang cukup.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Trisnawati Fika, dkk. (2018). *Pengendali Lengan Robot Dengan Mikrokontroler Arduino Berbasis Smartphone*. Jurnal Teknik Elektro ITP Vol. 7 No. 2, Juli 2018
- [2] Utomo, Teguh. (2009). *Kajian Kelayakan Sistem Photovoltaik Sebagai Pembangkit Daya Listrik Segala Rumah Tangga (Studi Kasus Di Gedung VEDC Malang)*. Jurnal EECCIS Vol. III No. 1, Juni 2009.
- [3] Bachtiar, Muhammad. (2006). *Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System)*. Jurnal SMARTek, Vol. 4, No. 3, Agustus 2006: 176 – 182.
- [4] Siregar, Matoga, dkk. (2021). *Analisa Hubungan Seri Dan Paralel Terhadap Karakteristik Solar Sel Di Kota Medan*. Jurnal Teknik Elektro, Vol. 3, No. 2, Januari 2021, ISSN 2622 - 7022.
- [5] Giriantari, I.A.D, dkk. (2014). *Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 KW Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran*. E-Journal SPEKTRUM, Vol. 1, No. 1, Desember 2014
- [6] Amri, Djulil. (2010). *Komparasi Rangkaian Sensor Garis Dengan LM 741 Dan TLC 274 Pada Robot Mobil Pengikut Garis (Line Follower) Dengan Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535*. Jurnal Rekayasa Sriwijaya, No. 1, Vol. 19, Maret 2010.
- [7] Nogueira, Jason Scott. (1997). *A Guide to Designing and Optimizing Small Photovoltaic System*. Massachusetts Institute of Technology. June 1997.
- [8] Roal, Mario. (2015). *Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS*. Jurnal ELKHA, Vol. 7, No. 2, Oktober 2015.
- [9] Ramadhan, Anwar Ilmar, dkk. (2016). *Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP*. Copyright © 2016, TEKNIK, p-ISSN 0852-1697, e-ISSN: 2460-9919.
- [10] Budi, Setyawan. (2015). *Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 Dengan Menampilkan Status Gerak Pada LCD*. e-Journal NARODROID, Vol. 1, No. 1, Januari 2015. E-ISSN : 2407-7712.
- [11] Hasan, Hasnawiya. (2012). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau*

*Saugi*. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK), Volume 10, Nomor 2, Juli – Desember 2012.



Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
Website: <http://teknik.umsu.ac.id> E-mail: [teknik@umsu.ac.id](mailto:teknik@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN**  
**DOSEN PEMBIMBING**

**Nomor : 681/II.3AU/UMSU-07/F/2020**

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 18 juni 2020 dengan ini Menetapkan :

Nama : AGUS SETIAWAN  
Npm : 1607220073  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO  
Semester : VIII ( Delapan )  
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA ROBOT PENYEMPROT DESINFEKTAN

Pembimbing I : NOORLY EVALINA ST. MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Elektro
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 27 Syawal 1441 H  
19 Juni 2020 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST., MT

NIDN: 0101017202

Cc. File

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Robot Penyemprot Disinfektan

Nama : Agus Setiawan

NPM : 1607220073

Dosen Pembimbing : Noorly Evalina, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Kamis / 1.10.2020	- Pembeli mesin mesin dan tyn	Sud
2	Senin / 5.10.2020	- Pembeli cara pengal	Sud
3	Rabu / 7.10.2020	- " pemilih Dues	
4	Jumat / 9.10.2020	- Pembeli mesin dan pulsi kutip	Sud
5	Jumat / 12.10.2020	- Pembeli flouidant	Sud
6	Senin / 19.10.2020	- Ase sensor Prognal	Sud
7	Senin / 11-1-2020	- Pembeli Catragn Grafes	Sud
8	Senin / 19-1-2020	- Pembeli busukan dan plyn Hal a Pulem	Sud

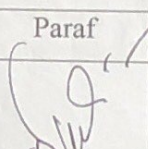
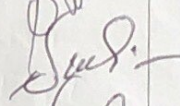
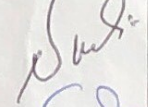
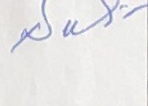
## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Robot Penyemprot Disinfektan

Nama : Agus Setiawan

NPM : 1607220073

Dosen Pembimbing : Noorly Evalina, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
9.	Senin / 25-10-2020	Publikasi gambar paginasi	
10	Senin / 1-2-2021	— 1 —	
11	Senin / 5-2-2021	Revisi Seminar Harat	
12	22/ - 3 - 2021	Revisi Sidang TA	

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### DATA DIRI PESERTA

**Nama Lengkap** : Agus Setiawan  
**Panggilan** : Agus  
**Tempat, Tanggal Lahir** : Medan, 12 – Agustus - 1997  
**Jenis Kelamin** : Laki - laki  
**Agama** : Islam  
**Status** : Belum Menikah  
**Alamat Sekarang** : Jalan Mangan V Lk. 13 Mabar  
**No. Handphone/ Wa** : 081362732753  
**Email** : agusxn1@gmail.com



### PENDIDIKAN FORMAL

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1.	Taman Kanak – kanak	TK Al Ikhlas	2002 – 2003
2.	Sekolah Dasar	SD Negeri 064011	2003 – 2009
3.	Sekolah Menengah Pertama	SMP Negeri 33 Medan	2009 – 2012
4.	Sekolah Menengah Atas	SMA Swasta Dharmawangsa Medan	2012 – 2015
5.	Perguruan Tinggi / Strata 1	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2016 -2020