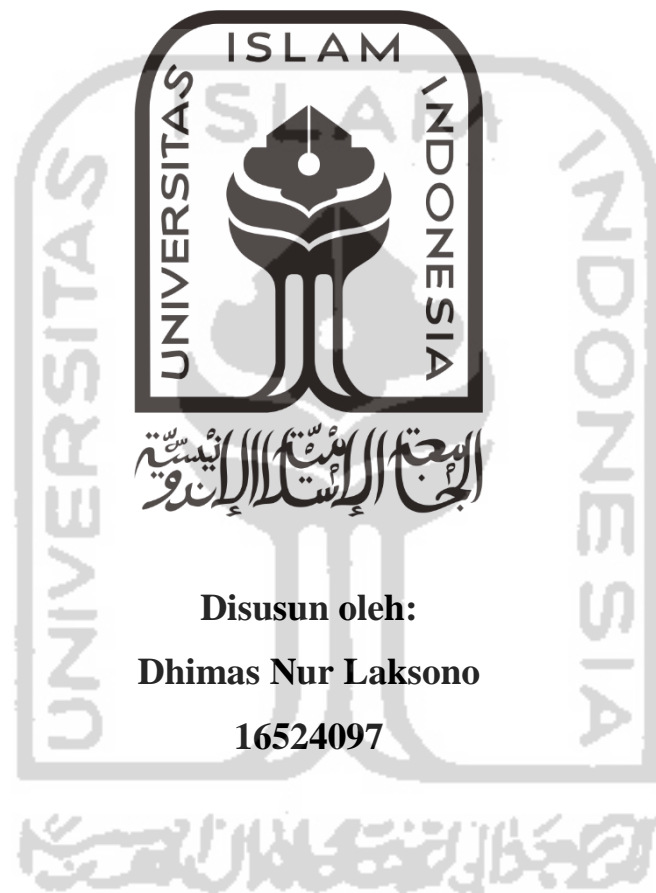


**PERANCANGAN TAS SIAGA BERBASIS SEL SURYA UNTUK  
POMPA AIR DAN PENERANGAN PADA KONDISI GAWAT  
DARURAT BENCANA**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S1



**Disusun oleh:  
Dhimas Nur Laksono  
16524097**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta  
2020**

# LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN TAS SIAGA BERBASIS SEL SURYA UNTUK POMPA AIR DAN  
PENERANGAN PADA KONDISI GAWAT DARURAT BENCANA

## TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

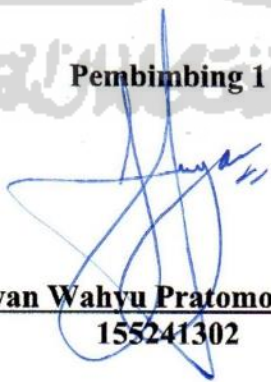
Disusun oleh:

Dhimas Nur Laksono  
16524097

Yogyakarta, 20-04-2020

Menyetujui,

Pembimbing 1

  
Setyawan Wahyu Pratomo, S.T., M.T.  
155241302

# LEMBAR PENGESAHAN

## SKRIPSI

### PERANCANGAN TAS SIAGA BERBASIS SEL SURYA UNTUK POMPA AIR DAN PENERANGAN PADA KONDISI GAWAT DARURAT BENCANA

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Dhimas Nur Laksono**

16524097

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

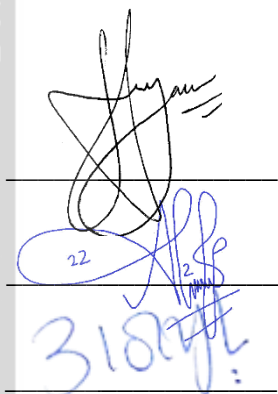
Pada tanggal: 08 Mei 2020

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Setyawan Wahyu Pratomo, S.T., M.T.,

Anggota Penguji 1: Almira Budiyanto, S.Si., M.Eng.,

Anggota Penguji 2: Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd., M.Eng.,



Handwritten signatures of the examiners: Setyawan Wahyu Pratomo, Almira Budiyanto, and Elvira Sukma Wahyuni. The signatures are written in black and blue ink on horizontal lines.

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 04 Juni 2020

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Handwritten signature of Yusuf Aziz Anwarulloh in black ink.

Yusuf Aziz Anwarulloh, S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101

## PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 01 Maret 2020



Dhimas Nur Laksono

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya yang selalu diberikan pada hambanya. Tak lupa rasa syukur kita panjatkan atas karunia yang tak ada habisnya dianugerahkan sehingga pengerjaan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar. Shalawat dan salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya, para sahabatnya dan para pengikutnya hingga akhir zaman, amiin. Skripsi yang berjudul “Perancangan Tas Siaga Berbasis Sel Surya Untuk Pompa Air Dan Penerangan Pada Kondisi Gawat Darurat Bencana” disusun untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, motivasi, bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih banyak kepada:

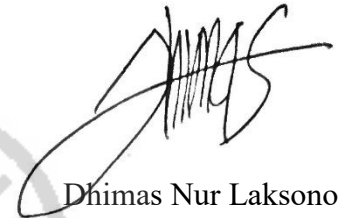
1. Ibu, Bapak dan seluruh keluarga atas segala doa, nasihat, dukungan, saran, motivasi dan kasih sayang yang telah diberikan.
2. Bapak Dr. Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Sc., Ph.D. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Setyawan Wahyu Pratomo, ST., M.T. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, memberi saran, masukan, serta pengarahan selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staff Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu dan bantuan dalam bentuk apapun.
5. Eca yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi, nasihat, dukungan, ilmunya, waktunya, dan selalu mendampingi selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Segenap keluarga besar Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia khususnya angkatan 2016 yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam mengerjakan skripsi.
7. Seluruh pihak yang terlibat dari awal hingga akhir dalam pengerjaan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun dan positif untuk

pengembangan kedepannya. Dan semoga di waktu mendatang, akan ada pengembangan dari hasil skripsi ini untuk menjadikannya lebih baik. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan dapat menambah ilmu pengetahuan bagi semua pihak terutama teman-teman Teknik Elektro.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 01 Maret 2020



Dhimas Nur Laksono



## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
W	Watt
Wh	<i>Watt Hour</i>
kWh	<i>Kilo Watt Hour</i>
gWp	<i>Giga Watt Hour</i>
kWp	<i>Kilo Watt Hour</i>
PV	<i>Photovoltaic</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
AC	<i>Alternating current</i>
DC	<i>Direct Current</i>
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
V	Volt
Ah	<i>Ampere Hour</i>
A	Ampere
Wp	<i>Watt Peak</i>
VRLA	<i>Valve Regulated Lead Acid</i>
AC	<i>Air Conditioning</i>
TV	<i>Television</i>
Pmax	<i>Maximum power</i>
Vmp	<i>Voltage at Pmax</i>
Imp	<i>Current at Pmax</i>
Voc	<i>Open-circuit voltage</i>
Isc	<i>Short-circuit current</i>
mm	Milimeter
cm	Centimeter
°C	Derajat Celcius
%	Persen
Rp	Rupiah

## ABSTRAK

Air bersih dan penerangan merupakan kebutuhan yang penting bagi manusia. Dimana pada prosesnya kedua hal ini sangat berkaitan dengan energi listrik, seperti penggunaan pompa air dalam penyaluran air bersih dan penggunaan lampu dalam proses penerangan. Sedangkan ketika dalam keadaan gawat darurat bencana sering kali terjadi pemadaman listrik oleh PLN. Sehingga dibutuhkan adanya sumber energi alternatif yang dapat menggantikan energi listrik dari PLN. Pada penelitian ini dirancang sebuah tas siaga berbasis sel surya untuk pompa air dan penerangan pada keadaan gawat darurat bencana. Alat ini tersusun dari fotovoltaiik 10Wp, baterai VRLA dengan kapasitas 12V 7Ah, *solar charge controller*, pompa air mini, dan sebuah lampu LED yang dirancang secara portable dalam sebuah tas/koper. Sistem alat ini memanfaatkan sumber energi matahari sebagai sumber energinya dan menggunakan teknologi fotovoltaiik untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Kemudian setelah alat selesai dirancang dilakukan pengujian kinerja alat untuk mengetahui nilai efisiensi dari alat tersebut. Dari hasil pengujian, alat ini memiliki nilai efisiensi yaitu rata-rata 94,83% pada proses pengisian baterai, rata-rata 96,30% pada proses penyuplaian beban, dan rata-rata 79,98% dari proses pengisian baterai hingga penyuplaian beban. Nilai efisiensi ini merupakan perbandingan antara total energi keluaran dengan total energi masukan pada setiap pengujian. Seperti pengujian pengisian baterai memiliki nilai efisiensi sebesar rata-rata 94,83%, artinya bahwa total energi pada keluaran yaitu sebesar 94,83% dari total energi masukan, begitu pula dengan pengujian lainnya.

Kata kunci : energi listrik, energi terbarukan, fotovoltaiik, pompa air, lampu LED.

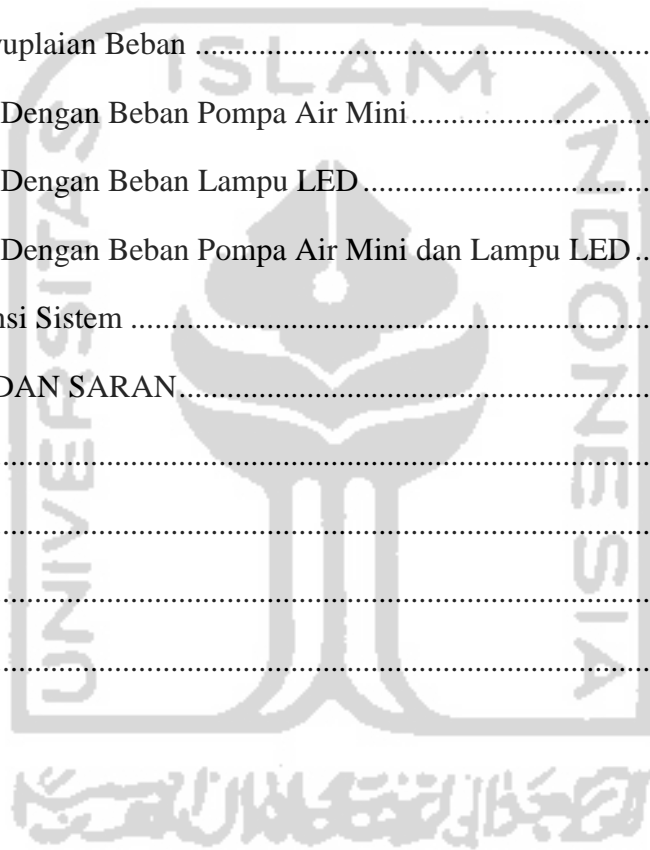




# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Studi Literatur .....	3
2.2 Tinjauan Teori.....	4
2.2.1 Modul Surya.....	4
2.2.2 <i>Solar Charge Controller (Regulator)</i> .....	5
2.2.3 Baterai .....	6
2.2.4 Beban .....	6
BAB 3 METODOLOGI.....	8
3.1 Alat dan Bahan.....	8
3.2 Alur Penelitian .....	9

3.3 Perancangan Sistem .....	10
3.4 Cara Analisis .....	11
3.4.1 Pengujian dan Pengambilan Data .....	11
3.4.2 Analisis.....	13
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>14</b>
4.1 Sebelum Percobaan.....	14
4.1.1 Indikator Kinerja .....	14
4.2 Pengujian Pengisian Baterai Selama 10 Jam .....	14
4.3 Pengujian Penyuplaian Beban .....	16
4.3.1 Pengujian Dengan Beban Pompa Air Mini.....	16
4.3.2 Pengujian Dengan Beban Lampu LED.....	17
4.3.3 Pengujian Dengan Beban Pompa Air Mini dan Lampu LED.....	19
4.4 Analisis Efisiensi Sistem .....	20
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>21</b>
5.1 Kesimpulan .....	21
5.2 Saran .....	21
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>22</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>1</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul Surya .....	5
Gambar 2.2 <i>Solar Charge Controller</i> .....	6
Gambar 2.3 Baterai .....	6
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	9
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem .....	10



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat dan Bahan .....	8
Tabel 4.1 Pengukuran Pengisian Baterai Oleh Panel Surya.....	14
Tabel 4.2 Pengujian Beban Pompa Air Mini .....	16
Tabel 4.3 Pengujian Beban Lampu LED .....	17
Tabel 4.4 Pengujian Beban Pompa Air Mini dan Lampu LED .....	19



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Air bersih dan penerangan merupakan kebutuhan yang penting bagi manusia. Dalam prosesnya kedua hal ini sangat berkaitan dengan energi listrik, seperti penggunaan pompa air pada proses penyaluran air bersih dan penggunaan lampu pada proses penerangan. Dari kedua hal ini dapat kita lihat bahwa energi listrik merupakan energi yang berperan penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Berbagai macam aktivitas manusia mulai dari hal kecil hingga hal besar membutuhkan energi listrik. Seiring berkembangnya zaman energi listrik menjadi energi yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Namun, dalam kondisi gawat darurat bencana seringkali terjadi pemadaman listrik oleh PLN baik untuk alasan keamanan atau karena terjadinya kerusakan pada sistem distribusinya. Sehingga pada kondisi seperti ini diperlukan sumber energi alternatif yang dapat menggantikan energi listrik dari PLN.

Energi listrik sendiri dapat dibangkitkan dari konversi sumber energi lain. Konversi sumber energi yang umum dilakukan adalah konversi dari pembakaran beberapa bahan yaitu batu bara dan minyak bumi [1]. Namun di zaman yang telah maju ini, banyak sumber-sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan dalam pembangkitan sumber energi listrik. Salah satunya yaitu sumber energi surya (matahari).

Indonesia merupakan negara yang secara geografis terletak di daerah khatulistiwa. Oleh karena itu, Indonesia menjadi negara yang memiliki potensi besar dalam pengembangan energi surya. Luas daratan  $\pm 2$  juta  $\text{km}^2$  yang terdapat di Indonesia memiliki potensi pembangkitan energi surya sebesar  $4,8 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$  atau setara dengan  $112.000 \text{ gWp}$  yang didistribusikan. Selain memiliki potensi yang besar, energi surya juga merupakan energi yang ramah lingkungan, serta dalam instalasi, pengoperasian dan perawatan cukup mudah dilakukan [2].

Pemanfaatan energi surya dapat dilakukan dengan teknologi *Photovoltaic* (PV). Alat ini merupakan alat yang dapat mengkonversi sumber energi surya menjadi sumber energi listrik. PV tersusun dari kumpulan sel surya yang pada dasarnya adalah sebuah fotodiode besar yang dapat menghasilkan energi listrik. Listrik yang dihasilkan dari alat ini adalah listrik arus searah [3].

Dengan memperhatikan kebutuhan manusia terhadap air bersih dan penerangan terutama pada keadaan gawat darurat bencana, kemudian besarnya potensi sumber energi surya di Indonesia dan dengan memanfaatkan teknologi PV maka pada penelitian ini akan dirancang tas siaga berbasis sel surya untuk pompa air dan penerangan. Pada tas ini terdapat pompa air mini dan lampu LED yang beroperasi menggunakan energi listrik dari baterai yang listriknya dihasilkan oleh PV.

Tas ini dirancang secara portable sehingga dapat digunakan pada kondisi gawat darurat bencana untuk membantu proses penyaluran air bersih dan penerangan.

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana merancang tas siaga berbasis sel surya yang dapat melakukan pemompaan air dan penerangan secara efisien?
2. Seberapa besar nilai efisiensi dari tas siaga berbasis sel surya untuk pompa air dan penerangan?

### **1.3 Batasan Masalah**

1. Panel surya yang digunakan hanya sebesar 10Wp.
2. Pengisian baterai oleh panel surya hanya dilakukan selama 10 jam.
3. Pengujian baterai untuk menyuplai beban dilakukan sampai tegangan baterai kembali seperti sebelum dilakukan pengisian selama 10 jam.
4. Hasil pengujian sangat dipengaruhi oleh kondisi matahari dan cuaca.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Merancang tas siaga berbasis sel surya agar dapat melakukan pemompaan air dan penerangan secara efisien.
2. Mengetahui nilai efisiensi dari tas siaga berbasis sel surya untuk pompa air dan penerangan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Dapat melakukan fungsi pemompaan air dan penerangan pada kondisi gawat darurat bencana.
2. Dapat memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi alternatif.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi Literatur

Penelitian mengenai pemanfaatan potensi energi surya telah banyak dilakukan, salah satunya yang dilakukan oleh Subandi dan Slamet Hani [4]. Mereka melakukan penelitian mengenai pembangkit listrik tenaga surya yang digunakan untuk menggerakkan pompa air, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan beban pompa AC 125W dan beberapa variasi lampu 100W, 200W, dan 300W. Pada penelitian ini peneliti menyatakan bahwa prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yaitu mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya. Selain itu, untuk dapat mengubah tegangan 12V DC dari baterai menjadi sebuah tegangan AC 220V dapat dilakukan menggunakan rangkaian inverter. Keluaran dari *solar cell* sendiri sangat terpengaruh oleh kondisi matahari dan cuaca, meskipun tegangan yang dihasilkan oleh *solar cell* mencapai  $\pm 17,2V$ , namun dalam pendistribusiannya untuk pengisian baterai dapat distabilkan dengan maksimal rata-rata 13,5V karena pengisiannya dikontrol oleh *solar charger controller* [4]. Pada penelitian ini terdapat kelebihan dimana ketika tegangan pada baterai sudah mencapai tegangan maksimum, maka secara otomatis arus yang mengalir ke baterai akan dihentikan sehingga akan meminimalisir terjadinya *over charging*, hal ini dapat terjadi karena terdapat *solar charger controller*. Sistem *solar cell* ini juga masih memiliki kelemahan dimana kurangnya efisiensi daya ketika cuaca berubah-ubah. Dari penelitian ini kita mendapatkan pengetahuan mengenai prinsip-prinsip kerja dari sistem PLTS.

Pada tahun 2012, Hasyim Asy'ari dkk [5] melakukan penelitian mengenai pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap daya keluaran dari sebuah panel sel surya. Penelitian dilakukan dengan alat dan bahan berupa lumen meter yang berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya matahari, multimeter yang berfungsi untuk mengukur tegangan dan arus, panel sel surya berkapasitas 100 Wp, *battery charge regulator* dengan kapasitas 10 A, dan baterai 7 Ah. Metode yang digunakan peneliti adalah pengukuran daya keluaran panel sel surya dan pengukuran intensitas matahari secara *real*. Pada penelitian ini dinyatakan bahwa intensitas cahaya matahari tertinggi terjadi pada pukul 12.00 – 13.00 yaitu sebesar 115.800 Lux. Kemudian dihasilkan daya total yaitu 79,6742 watt dari 11 pengambilan data (11 waktu yang berbeda), dan daya rata-ratanya adalah 7,2431 watt [5]. Dari penelitian ini kita dapat mengetahui bahwa besarnya intensitas matahari yang masuk ke panel surya sangat mempengaruhi besaran keluaran daya panel surya. Kemudian diketahui juga bahwa nilai intensitas cahaya matahari tertinggi terjadi pada pukul 12.00 – 13.00.

Pada tahun 2016, Anwar Ilmar Ramadhan dkk [6] juga melakukan penelitian berkaitan dengan PLTS, yaitu menganalisis desain sistem PLTS kapasitas 50 Wp. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa sel surya, baterai, regulator, dan inverter. Pengujian yang dilakukan peneliti yaitu pengujian pengaruh dari arah sudut matahari terhadap keluaran sel surya dengan menguji dua posisi pemasangan panel surya dengan posisi tegak lurus (*horizontal*) dan posisi sudut kemiringan tertentu mengikuti arah matahari. Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa pada posisi sudut kemiringan dari modul surya yang mengikuti arah matahari menghasilkan tegangan rata-rata rangkaian terbuka 18,27 V, arus rata-rata hubung singkat 2,49 A dan daya keluaran sebesar 38,24 W. Kemudian untuk posisi tegak lurus menghasilkan tegangan rata-rata rangkaian terbuka 19,67 V, arus rata-rata hubung singkat 1,40 A dan daya keluaran sebesar 21,91 W. Dari penelitian ini kita mengetahui bahwa posisi sudut kemiringan panel surya sangat berpengaruh terhadap keluaran daya panel surya. Kemudian dapat kita ketahui juga bahwa posisi sudut kemiringan panel surya yang mengikuti arah matahari memiliki keluaran daya yang lebih besar.

Penelitian [4], [5] dan [6] tersebut telah melakukan penelitian berkaitan dengan PLTS. Dengan adanya penelitian tersebut akan dapat menunjang jalannya penelitian ini. Penelitian ini adalah sebuah pengaplikasian dari PLTS yang akan digunakan untuk menyuplai sebuah pompa air mini dan sebuah lampu LED. Semua komponen tersebut akan dirancang menjadi satu dalam sebuah bentuk tas, dimana tas tersebut bersifat *portable* dan dapat digunakan pada kondisi gawat darurat bencana.

## 2.2 Tinjauan Teori

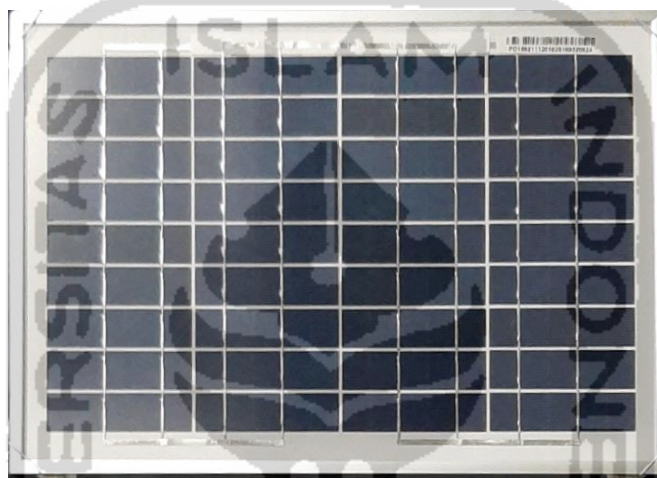
### 2.2.1 Modul Surya

Untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik diperlukan perangkat fotovoltaik atau sel surya. Sel surya adalah silicon seperti semikonduktor yang merupakan bagian terkecil penyusun fotovoltaik [7]. Pada dasarnya sel surya merupakan sebuah foto dioda yang besar dan mampu menghasilkan listrik. Fotovoltaik sendiri terdiri atas dua jenis bahan berbeda yang tersambungkan oleh sebuah bidang *junction* yang apabila terkena sinar matahari pada permukaannya akan menghasilkan listrik arus searah [3]. Proses fisik yang terlibat dalam konversi energi surya menjadi listrik dalam perangkat PV meliputi adsorpsi cahaya, transportasi elektron, dan mekanisme rekombinasi, yang ditentukan oleh sifat elektro-optik dari bahan semikonduktor yang digunakan untuk pembuatan PV [8]. Sel-sel surya yang sudah tersusun berbentuk panel biasanya dinamakan modul surya.



Kapasitas dari sebuah modul surya biasanya dinyatakan dalam *watt peak* (Wp) dan ada beberapa ukuran yang tersedia. Apabila ingin mendapatkan daya yang besar maka sel surya yang diperlukan juga harus banyak. Pada pembangkitan, ukuran modul surya yang biasa digunakan yaitu antara 80Wp sampai 300Wp permodulnya. Modul dapat disusun secara seri untuk mendapatkan tegangan yang lebih besar, dan dapat disusun secara parallel untuk mendapatkan arus yang besar.

Besarnya energi (kWh) yang dibutuhkan oleh beban dalam satu periode dan juga tingkat intensitas matahari di lokasi menentukan kebutuhan kapasitas (kWp) dari sebuah panel surya. Efisiensi panel dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu koneksi kabel, temperatur, baterai, inverter, dan lain-lain [3].



Gambar 2.1 Modul Surya

### 2.2.2 Solar Charge Controller (Regulator)

Alat yang digunakan untuk mengatur pengisian daya listrik yang dihasilkan modul surya ke baterai atau sebaliknya adalah regulator baterai. Ketika isi baterai yang tersisa sekitar 20% hingga 30%, maka regulator akan memutuskan aliran daya dari baterai ke beban. Regulator baterai juga berfungsi untuk mencegah kelebihan daya pada proses pengisian baterai dan mengatur apabila terjadi tegangan yang terlalu tinggi dari modul surya. Selain itu, alat ini juga memiliki manfaat untuk menghindari *full discharge* dan juga *overloading* serta memonitor suhu dari baterai. Kelebihan pengisian dan tegangan yang terlalu tinggi dapat memperpendek umur dari baterai. Regulator baterai juga dilengkapi sebuah pengaman berupa *diode protection* yang mampu mencegah arus DC dari baterai sehingga tidak lagi masuk ke panel surya [2].



Gambar 2.2 Solar Charge Controller

### 2.2.3 Baterai

Daya yang telah dihasilkan oleh modul surya yang tidak segera digunakan oleh beban akan disimpan dalam sebuah komponen yang bernama baterai. Baterai sebagai sistem penyimpanan memiliki kapasitas untuk mengisi atau mengeluarkan daya dengan cepat dan kapasitas untuk menyerap dan melepaskan energi dalam jangka panjang [9]. Daya tersimpan tersebut dapat dipergunakan ketika kondisi intensitas cahaya matahari rendah atau pada saat malam hari. Baterai juga sering disebut akumulator. Sistem dari baterai sendiri adalah menyimpan energi listrik ke dalam bentuk kimia. Pada aplikasi PLTS baterai yang sering digunakan adalah baterai yang bebas dari pemeliharaan bertimbal asam (*maintenance-free lead-acid batteries*), atau biasa disebut VRLA (klep pengatur asam timbal atau *valve regulated lead acid*) ataupun baterai *recombinant* [10].



Gambar 2.3 Baterai

### 2.2.4 Beban

Beban yaitu peralatan-peralatan yang mengkonsumsi daya. Beban dapat berupa peralatan seperti lampu, komunikasi nirkabel, pompa air, AC, TV, kulkas, kipas, dan lain-lain. Pada penelitian kali ini beban yang akan digunakan berupa pompa air mini dan lampu LED. Sangat

penting untuk dapat memperkirakan jumlah konsumsi daya dengan tepat agar sistem dapat berjalan dengan baik.



## BAB 3

### METODOLOGI

#### 3.1 Alat dan Bahan

Pada penjalanan penelitian ini, diperlukan beberapa alat dan bahan yang akan dirancang dan alat untuk mengukur hasil dari perancangan alat tersebut, berikut alat dan bahan yang digunakan diantaranya:

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	
1	Panel surya 10WP DKD <i>Polycrystalline Silicon</i>	<i>Maximum power (Pmax)</i>	10W
		<i>Voltage at Pmax (Vmp)</i>	17,6V
		<i>Current at Pmax (Imp)</i>	0,58A
		<i>Open-circuit voltage (Voc)</i>	22,0V
		<i>Short-circuit current (Isc)</i>	0,60A
		<i>Max System Voltage</i>	700V
		<i>Temperature Range</i>	-45°C ~ +80 °C
		<i>Dimension</i>	354mm x 251mm x 17mm
2	<i>Solar Charge controller</i>	<i>Rated Voltage</i>	12V/24V
		<i>Rated Current</i>	10A
3	Baterai VRLA	Kapasitas	12V 7Ah
4	Pompa air mini	<i>Type</i>	<i>Primming Diaphragm</i>
		<i>Flow Rate</i>	±1,9L/menit
		<i>Input Voltage</i>	12V
		<i>Current</i>	≤0,4A
		<i>Power</i>	4,8W
5	Lampu LED	<i>Voltage</i>	12V DC
		<i>Power</i>	5W
6	<i>Koper Hardcase</i>	Ukuran	16 inch
7	Kabel	-	-
8	Saklar	-	-
9	Multimeter	-	-
10	Solder dan Tenol	-	-
11	Selang	-	-

### 3.2 Alur Penelitian

Untuk dapat menyelesaikan penelitian ini maka diperlukan beberapa tahapan yang harus diselesaikan. Adapun tahapan-tahapan tersebut dapat kita lihat pada Alur penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



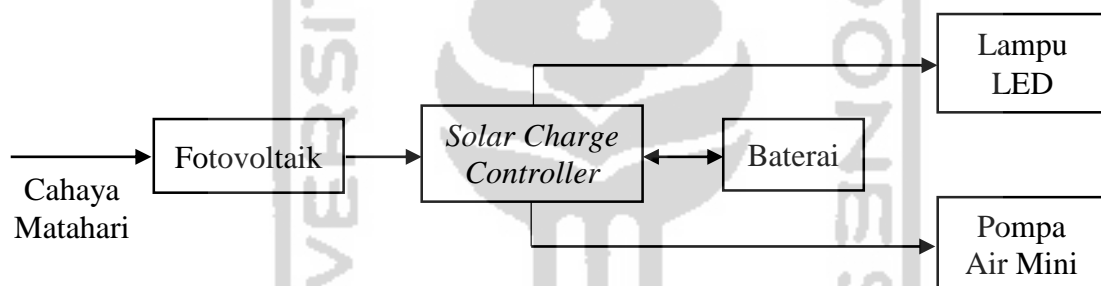
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Diagram ini menunjukkan garis besar dari alur penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini. Langkah pertama yang akan dilakukan yaitu perancangan sistem alat, pada tahap ini dilakukan proses perancangan sistem dari alat yang akan dirancang. Proses ini dilakukan untuk dapat mempermudah dalam proses perancangan alat. Rancangan sistem ini digambarkan dalam bentuk diagram blok sistem, untuk lebih jelas diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 3.2. Langkah kedua yaitu persiapan alat dan bahan, pada tahap ini dilakukan pemilihan, penyediaan, dan penyiapan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat. Alat dan bahan utama yang digunakan pada perancangan alat ini yaitu panel surya, *solar charge controller*, baterai, pompa air mini, lampu LED dan koper, untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.1. Langkah ketiga yaitu perangkaian alat, proses perangkaian yang dilakukan yaitu merangkai alat dan bahan yang telah disiapkan sesuai dengan rancangan sistem, alat dan bahan ini akan dirangkai menjadi satu dalam sebuah koper. Selanjutnya setelah alat selesai dirangkai maka

langkah berikutnya adalah pengujian alat, pengujian yang dilakukan yaitu pengujian mengenai kinerja dari alat yang telah dirancang. Pengujian ini berkaitan dengan proses pengisian daya dari panel surya ke baterai dan proses penyuplaian daya dari baterai ke beban. Kemudian dari tahap pengujian alat akan didapatkan data-data terkait hasil pengujian, maka langkah selanjutnya yaitu proses analisis hasil pengujian, pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap data-data hasil pengujian, lalu dari proses ini akan diketahui tingkat efisiensi dari alat yang telah dirancang. Selanjutnya tahap terakhir dari penelitian ini adalah kesimpulan, pada tahap ini akan dilakukan pengambilan kesimpulan dari penelitian yang telah dilaksanakan.

### 3.3 Perancangan Sistem

Untuk dapat mempermudah proses perancangan alat maka diperlukan proses perancangan sistemnya terlebih dahulu. Adapun rancangan sistem dari alat yang akan dirancang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem pada Gambar 3.2 menunjukkan rancangan sistem dari alat yang akan dirancang. Pertama yaitu cahaya matahari, cahaya matahari disini merupakan masukan dari sistem ini atau dapat dikatakan cahaya matahari merupakan penghasil sumber energi utama pada sistem ini. Banyak sedikitnya intensitas cahaya matahari akan sangat berpengaruh terhadap kinerja sistem. Kemudian Fotovoltaik, pada sistem ini digunakan fotovoltaik yang akan mengkonversi energi dari masukan cahaya matahari menjadi sumber energi listrik DC. Selanjutnya sumber energi listrik DC yang dihasilkan oleh fotovoltaik akan masuk ke *Solar Charge Controller* sebelum energi listrik masuk ke baterai yang merupakan media yang digunakan sebagai penyimpan energi listrik sebelum disalurkan ke beban. *Solar charge controller* berfungsi sebagai regulator untuk menjaga agar tegangan yang masuk ke dalam sistem tidak melebihi rating kerja sistem. Selain itu alat ini berfungsi sebagai pengatur pengisian daya listrik yang dihasilkan fotovoltaik ke baterai dan dari baterai ke beban. Alat ini dapat mencegah kelebihan daya pada proses pengisian baterai dan dapat menghindari terjadinya *full discharge* dan *overloading* untuk memperpanjang umur baterai. Lalu beban yang digunakan pada sistem ini yaitu lampu LED dan pompa air mini. Lampu

LED ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan penerangan apabila dibutuhkan pada keadaan gawat darurat bencana. Sedangkan pompa air mini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan dalam penyaluran air bersih dari sumber air ke tempat yang membutuhkan air bersih dalam keadaan gawat darurat bencana. Kemudian pada perancangan alat ini semua komponen tersebut akan dirancang menjadi satu dalam sebuah koper, sehingga alat ini bersifat *portable* dan dapat digunakan pada kondisi gawat darurat bencana.

### 3.4 Cara Analisis

#### 3.4.1 Pengujian dan Pengambilan Data

Diperlukan adanya data untuk dapat melakukan analisis pada alat yang telah dirancang, untuk itu pada penelitian ini dilakukan pengujian sekaligus pengambilan data. Pengujian dan pengambilan data ini dilakukan pada rentang waktu antara tanggal 15 Maret 2020 hingga tanggal 24 Maret 2020. Berikut merupakan langkah-langkah yang akan dilaksanakan pada pengujian dan pengambilan data :

1. Langkah-langkah pengujian pengisian baterai.
  - a. Melakukan pengecekan terhadap nilai tegangan awal baterai yang akan diuji.
  - b. Meletakkan alat ke area yang terkena sinar matahari.
  - c. Pengujian dilaksanakan mulai dari pukul 07.00 WIB hingga 17.00 WIB.
  - d. Melakukan pengukuran dan pengambilan data tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya yang masuk ke *solar charge controller* dengan menggunakan multimeter. Proses pengukuran dan pengambilan data dilakukan sekali setiap 1 jam selama kurun waktu kurang lebih 10 jam.
  - e. Melakukan pengukuran dan pengambilan data tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh *solar charge controller* yang akan masuk ke baterai dengan menggunakan multimeter. Proses pengukuran dan pengambilan data dilakukan sekali setiap 1 jam selama kurun waktu kurang lebih 10 jam.
  - f. Proses pengukuran tegangan dilakukan dengan cara menyambungkan multimeter ke rangkaian secara paralel dan untuk pengukuran arus dilakukan dengan cara menyambungkannya secara seri.
  - g. Setelah data selama 10 jam telah terkumpul maka dilakukan proses perhitungan daya setiap jamnya menggunakan Persamaan (3.1) dan energi setiap jamnya menggunakan Persamaan (3.2), kemudian dengan menjumlahkan energi setiap jamnya kita dapat mengetahui total energinya.

2. Langkah-langkah pengujian penyuplaian beban.

- a. Pengujian dilakukan pada saat baterai tidak dalam kondisi *charging*.
- b. Melakukan pengecekan terhadap nilai tegangan awal baterai dan mencatat nilai tegangan awal baterai sebelum dilakukan pengisian.
- c. Menyambungkan beban yang akan diuji ke baterai melalui *solar charge controller*.
- d. Melakukan pengukuran dan pengambilan data tegangan dan arus dari baterai yang masuk ke *solar charge controller* menggunakan multimeter. Proses pengukuran dan pengambilan data dilakukan sekali setiap 1 jam selama proses pengujian.
- e. Melakukan pengukuran dan pengambilan data tegangan dan arus pada sisi beban menggunakan multimeter. Proses pengukuran dan pengambilan data dilakukan sekali setiap 1 jam selama proses pengujian.
- f. Proses pengukuran tegangan dilakukan dengan cara menyambungkan multimeter ke rangkaian secara paralel dan untuk pengukuran arus dilakukan dengan cara menyambungkannya secara seri.
- g. Pengujian dilakukan sampai tegangan baterai tanpa beban kembali seperti sebelum dilakukan pengisian.
- h. Mengamati seberapa lama baterai yang telah *discharge* selama 10 jam dapat menyuplai beban.
- i. Setelah data pengujian telah terkumpul maka dilakukan proses perhitungan daya setiap jamnya menggunakan Persamaan (3.1) dan energi setiap jamnya menggunakan Persamaan (3.2), kemudian dengan menjumlahkan energi setiap jamnya kita dapat mengetahui total energinya.

Untuk menghitung nilai daya dan energi dapat dilakukan dengan Persamaan (3.1) dan Persamaan (3.2).

$$P = V \times I \quad (3.1)$$

$$Wh = V \times I \times t \quad (3.2)$$

Dimana :

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

T = Waktu (jam)

Wh = Energi



### 3.4.2 Analisis

Pada tahap ini akan dilakukan analisis berdasarkan data yang telah diambil pada proses pengujian alat. Kemudian dilakukan juga analisis tingkat efisiensi dari alat pada proses pengisian baterai oleh panel surya, proses penyuplaian beban oleh baterai dan efisiensi sistem dari proses pengisian hingga proses penyuplaian beban. Selanjutnya dilakukan juga analisis mengenai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tingkat efisiensi dari sistem tersebut. Untuk menghitung nilai efisiensi dapat dilakukan dengan Persamaan (3.3).

$$\eta = \frac{\text{Energi Keluaran}}{\text{Energi Masukan}} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dimana,  $\eta$  = Efisiensi (%)



## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses perancangan alat tas siaga berbasis sel surya telah selesai, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian dan analisis terhadap kinerja dari alat yang telah dirancang ini. Hal ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran berdasarkan indikator-indikator yang telah ditentukan. Sehingga dapat diketahui tingkat efisiensi dari alat yang telah dirancang.

#### 4.1 Sebelum Percobaan

Sebelum percobaan, dilakukan penentuan indikator-indikator yang akan digunakan sebagai dasar pengujian dan data-data yang akan diambil pada penelitian ini.

##### 4.1.1 Indikator Kinerja

Indikator yang akan menjadi acuan dalam melakukan penelitian ini adalah energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya yang kemudian disimpan di baterai apakah mampu untuk menyuplai beban secara efisien. Hal ini akan diketahui dengan dilakukan pengujian pada proses pengisian baterai oleh panel surya melalui *solar charge controller* dan pengujian pada proses baterai menyuplai beban yang telah ditentukan. Dimana parameter-parameter yang diukur yaitu berupa tegangan, arus, daya dan total energi.

#### 4.2 Pengujian Pengisian Baterai Selama 10 Jam

Tabel 4.1 Pengukuran Pengisian Baterai Oleh Panel Surya

Jam	Panel Surya ke <i>Solar Charge Controller</i>			<i>Solar Charge Controller</i> ke Baterai			Baterai
	V	A	W	V	A	W	V
07.00	12,35	0,29	3,58	12,27	0,28	3,44	12,20
08.00	12,44	0,41	5,10	12,36	0,40	4,94	12,27
09.00	12,69	0,46	5,84	12,60	0,45	5,67	12,47
10.00	12,88	0,52	6,70	12,80	0,51	6,53	12,68
11.00	12,94	0,54	6,99	12,85	0,52	6,68	12,76
12.00	13,11	0,56	7,34	13,02	0,55	7,16	12,90
13.00	13,18	0,55	7,25	13,09	0,53	6,94	12,96

Jam	Panel Surya ke <i>Solar Charge Controller</i>			<i>Solar Charge Controller</i> ke Baterai			Baterai
	V	A	W	V	A	W	V
14.00	13,17	0,49	6,45	13,08	0,47	6,15	12,93
15.00	13,03	0,38	4,95	12,94	0,36	4,66	12,84
16.00	12,94	0,21	2,72	12,86	0,19	2,44	12,81
17.00	12,64	0,02	0,25	12,56	0,01	0,13	12,55
<b>Total Energi = 57,17Wh</b>				<b>Total Energi = 54,73Wh</b>			
<b>Efisiensi = 95,74%</b>							

Tabel 4.1 bagian kiri merupakan hasil pengukuran tegangan, arus dan daya dari panel surya yang masuk ke *solar charge controller*. Kemudian hasil dari pengukuran keluaran *solar charge controller* yang masuk ke baterai dapat dilihat pada Tabel 4.1 bagian kanan. Tegangan dari panel surya yang masuk ke *solar charge controller* akan dikontrol dan distabilkan terlebih dahulu sehingga tidak melebihi dari rating kerja baterai. Pada tabel ini total energi didapatkan dari menghitung energi yang dihasilkan tiap jam dengan Persamaan (3.2) kemudian menjumlahkannya.

Pengujian ini dilakukan pada tanggal 21 Maret 2020 yang berlokasi di Perumahan Sedayu Permai, Argorejo, Sedayu, Bantul, DI. Yogyakarta dengan kondisi cuaca selama pengujian cenderung cerah berawan dan dengan nilai tegangan awal baterai sebelum *dichrage* sebesar 11,78V. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran setiap 1 jam sekali dengan durasi 10 Jam, mulai dari pukul 07.00 hingga pukul 17.00. Pengukuran dilakukan dengan mengukur secara manual menggunakan multimeter pada keluaran panel surya yang masuk ke *solar charge controller* dan keluaran *solar charge controller* yang menuju ke baterai.

Hal-hal yang diamati pada pengujian ini ialah nilai tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya hingga masuk ke baterai selama 10 Jam. Jika kita lihat pada Tabel 4.1 nilai tegangan setiap jamnya cenderung berbeda-beda, begitupun dengan parameter lainnya. Hal ini terjadi karena parameter-parameter yang diukur sangat tergantung oleh kondisi matahari dan cuaca pada saat itu. Semakin terik matahari maka semakin besar juga nilai parameter yang didapat. Pada pengujian ini rata-rata daya yang dihasilkan oleh panel surya selama 10 Jam sebesar 5,20W dan yang masuk ke baterai rata-rata sebesar 4,98W, kemudian nilai daya terbesar didapat pada sekitar pukul 11.00 hingga 13.00, dimana nilai daya terbesar yang dihasilkan panel surya yaitu 7,34W dengan tegangan 13,11V dan arus 0,56A pada pukul 12.00. Setelah pukul 12.00 hingga pukul 17.00 daya yang dihasilkan mulai menurun seiring dengan kondisi matahari.

Kemudian pada pengujian ini terdapat sedikit perbedaan antara daya dari panel surya yang masuk ke *solar charge controller* dengan daya yang masuk ke baterai, nilai perbedaan tersebut sebesar rata-rata 0,22W. Perbedaan nilai daya tersebut dapat diakibatkan oleh faktor rugi-rugi yang dihasilkan oleh *solar charge controller* dan kabel yang dilalui. Dari pengujian ini didapatkan total energi yang dihasilkan oleh panel surya sebesar 57,17Wh dan total energi yang masuk ke baterai 54,73Wh. Dengan menggunakan Persamaan (3.3) dapat dihitung nilai efisiensi dari pengujian ini sebesar adalah 95,74%. Apabila dilihat dari kapasitas baterai yaitu 12V 7Ah maka baterai dapat menyimpan energi 84Wh, sehingga pada pengujian pengisian baterai selama 10 Jam hanya mampu mengisi sekitar 65,15% dari total kapasitas baterai, kemudian dengan rata-rata daya yang masuk ke baterai sebesar 4,98W maka waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai sampai penuh  $\pm 17$  Jam.

### 4.3 Pengujian Penyuplaian Beban

#### 4.3.1 Pengujian Dengan Beban Pompa Air Mini

Tabel 4.2 Pengujian Beban Pompa Air Mini

Jam ke-	Baterai			Beban		
	V	A	W	V	A	W
0	12,52	0	0	0	0	0
1	12,24	0,40	4,90	12,19	0,39	4,75
2	12,12	0,38	4,61	12,06	0,36	4,34
3	12,03	0,39	4,69	11,97	0,38	4,55
4	11,94	0,38	4,54	11,88	0,37	4,40
5	11,84	0,39	4,62	11,77	0,38	4,47
6	11,72	0,38	4,45	11,67	0,37	4,32
7	11,60	0,37	4,29	11,55	0,36	4,16
8	11,47	0,38	4,36	11,41	0,37	4,22
9	11,30	0,38	4,29	11,24	0,37	4,16
10	11,16	0,38	4,24	11,10	0,36	4,00
<b>Total Energi = 43,93Wh</b>			<b>Total Energi = 42,37Wh</b>			
<b>Efisiensi = 96,45%</b>						

Tabel 4.2 merupakan hasil dari pengujian beban yang pertama yaitu beban pompa air mini. Pengujian ini dilakukan dengan memindahkan air dari ember ke ember menggunakan pompa air

mini yang kemudian dilakukan pengukuran tegangan, arus dan daya setiap 1 jam sekali. Sumber energi yang digunakan adalah baterai yang telah *dicharge* selama 10 jam pada tanggal 17 Maret 2020 (data terlampir).

Tegangan awal baterai sebelum diberi beban adalah 12,52V dan setelah diberi beban tegangan baterai turun menjadi 12,24V. Dalam pengujian ini setiap 1 jam baterai mengalami penurunan tegangan rata-rata sebesar 0,12V. Kemudian daya yang dikeluarkan oleh baterai setiap jam rata-rata sebesar 4,50W dan yang masuk ke beban setiap jam rata-rata sebesar 4,34W, di sini terdapat selisih perbedaan antara daya yang dikeluarkan baterai dan daya yang masuk ke beban rata-rata sebesar 0,16W. Selisih perbedaan daya ini dapat terjadi karena pada pengujian ini daya dari baterai sebelum masuk ke beban daya dilewatkan melalui *solar charge controller* terlebih dahulu sehingga terjadi rugi-rugi yang diakibatkan oleh *solar charge controller*, selain itu kabel yang dilalui juga dapat mempengaruhi hal tersebut.

Pengujian ini dilakukan hingga tegangan baterai tanpa beban  $\pm 11,72V$ . Dimana 11,72V merupakan tegangan awal baterai sebelum *dicharge* oleh panel surya pada tanggal 17 Maret 2020. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui juga tingkat efisiensi pada analisis efisiensi sistem dan seberapa lama baterai yang telah *dicharge* selama 10 jam dapat menyuplai beban. Pada pengujian ini baterai mampu menyuplai beban selama 9 jam 45 menit dengan total energi yang keluar dari baterai sebesar 43,93Wh dan total energi yang masuk ke beban sebesar 42,37Wh. Pada Tabel 4.2 jam ke 10 daya yang dikeluarkan dikalikan 0,75 karena hanya berlangsung 45 menit, sehingga energi yang dikeluarkan baterai sebesar 3,18Wh dan yang masuk ke beban sebesar 3,00Wh. Dengan menggunakan Persamaan (3.3) dapat dihitung nilai efisiensi dari pengujian ini sebesar 96,45%.

#### 4.3.2 Pengujian Dengan Beban Lampu LED

Tabel 4.3 Pengujian Beban Lampu LED

Jam ke-	Baterai			Beban		
	V	A	W	V	A	W
0	12,51	0	0	0	0	0
1	12,31	0,34	4,19	12,25	0,33	4,04
2	12,21	0,33	4,03	12,15	0,32	3,89
3	12,14	0,32	3,88	12,08	0,31	3,74
4	12,06	0,31	3,74	12,00	0,30	3,60
5	12,00	0,31	3,72	11,94	0,30	3,58
6	11,92	0,30	3,58	11,86	0,29	3,44

Jam ke-	Baterai			Beban		
	V	A	W	V	A	W
7	11,85	0,29	3,44	11,79	0,28	3,30
8	11,77	0,29	3,41	11,71	0,28	3,28
9	11,71	0,28	3,28	11,65	0,27	3,15
10	11,62	0,27	3,14	11,57	0,26	3,01
11	11,54	0,26	3,00	11,47	0,25	2,87
12	11,41	0,25	2,85	11,35	0,24	2,72
13	11,28	0,24	2,71	11,22	0,23	2,58
<b>Total Energi = 44,96Wh</b>			<b>Total Energi = 43,20Wh</b>			
<b>Efisiensi = 96,09%</b>						

Tabel 4.3 merupakan hasil dari pengujian beban yang kedua yaitu beban lampu LED. Pengujian ini dilakukan dengan menyalakan lampu LED menggunakan baterai yang kemudian dilakukan pengukuran tegangan, arus dan daya setiap 1 jam sekali. Sumber energi yang digunakan adalah baterai yang telah *dicharge* oleh panel surya pada tanggal 24 Maret 2020 (data terlampir).

Baterai sebelum diberi beban memiliki tegangan sebesar 12,51V yang kemudian ketika diberi beban turun menjadi 12,31V. Dapat dilihat pada Tabel 4.3 pada pengujian ini baterai mengalami penurunan tegangan rata-rata sebesar 0,09V setiap 1 jam. Kemudian daya yang dikeluarkan oleh baterai setiap jam rata-rata sebesar 3,46W dan yang masuk ke beban setiap jam rata-rata sebesar 3,32W, di sini terdapat selisih perbedaan antara daya yang dikeluarkan baterai dan daya yang masuk ke beban rata-rata sebesar 0,14W. Selisih perbedaan ini dapat terjadi karena adanya rugi-rugi yang diakibatkan oleh *solar charge controller* dan kabel yang dilalui.

Tegangan awal baterai sebelum *dicharge* oleh panel surya pada tanggal 24 Maret 2020 adalah 11,79V. Sehingga pengujian ini dilakukan hingga tegangan baterai tanpa beban  $\pm 11,79V$ . Dalam pengujian ini baterai mampu menyuplai beban selama 13 jam dengan total energi yang keluar dari baterai sebesar 44,96Wh dan total energi yang masuk ke beban sebesar 43,20Wh. Dengan menggunakan Persamaan (3.3) dapat dihitung nilai efisiensi dari pengujian ini sebesar 96,09%.

### 4.3.3 Pengujian Dengan Beban Pompa Air Mini dan Lampu LED

Tabel 4.4 Pengujian Beban Pompa Air Mini dan Lampu LED

Jam ke-	Baterai			Beban		
	V	A	W	V	A	W
0	12,50	0	0	0	0	0
1	12,14	0,71	8,62	12,02	0,70	8,41
2	12,01	0,69	8,29	11,90	0,67	7,97
3	11,84	0,69	8,17	11,72	0,67	7,85
4	11,67	0,68	7,94	11,54	0,66	7,62
5	11,45	0,66	7,56	11,33	0,64	7,25
6	11,22	0,64	7,18	11,11	0,62	6,89
<b>Total Energi = 42,72Wh</b>			<b>Total Energi = 41,17Wh</b>			
<b>Efisiensi = 96,37%</b>						

Tabel 4.4 merupakan hasil dari pengujian beban yang ketiga yaitu beban pompa air mini dan lampu LED. Pengujian ini dilakukan dengan beban pompa air mini dan lampu LED dirangkai secara paralel lalu dinyalakan secara bersamaan kemudian dilakukan pengukuran tegangan, arus dan daya setiap 1 jam sekali. Sumber energi yang digunakan adalah baterai yang telah *discharge* oleh panel surya pada tanggal 21 Maret 2020.

Sebelum diberi beban baterai memiliki tegangan sebesar 12,50V yang kemudian turun menjadi 12,14V ketika diberi beban. Jika dilihat pada Tabel 4.4 pada pengujian ini setiap 1 jam baterai mengalami penurunan tegangan rata-rata sebesar 0,18V. Kemudian daya yang dikeluarkan oleh baterai setiap jam rata-rata sebesar 7,96W dan yang masuk ke beban setiap jam rata-rata sebesar 7,67W, di sini terdapat selisih perbedaan antara daya yang dikeluarkan baterai dan daya yang masuk ke beban rata-rata sebesar 0,29W. Selisih perbedaan ini dapat terjadi karena adanya rugi-rugi yang diakibatkan oleh *solar charge controller* dan kabel yang dilalui.

Pengujian dihentikan ketika tegangan baterai tanpa beban mencapai  $\pm 11,78V$ . Dimana 11,78V merupakan tegangan awal baterai sebelum *discharge* oleh panel surya pada tanggal 21 Maret 2020. Dalam pengujian ini baterai mampu menyuplai beban selama 5 jam 20 menit dengan total energi yang keluar dari baterai sebesar 42,72Wh dan total energi yang masuk ke beban sebesar 41,17Wh. Pada Tabel 4.4 jam ke 6 daya yang dikeluarkan dikalikan 0,3 karena hanya berlangsung selama 20 menit, sehingga energi yang dikeluarkan baterai sebesar 2,15Wh dan yang masuk ke beban sebesar 2,07Wh. Dengan menggunakan Persamaan (3.3) dapat dihitung nilai efisiensi dari pengujian ini sebesar 96,37%.

#### 4.4 Analisis Efisiensi Sistem

Pada bagian ini akan dilakukan analisis mengenai nilai efisiensi dari sistem secara keseluruhan. Maksud dari efisiensi sistem di sini adalah nilai efisiensi dari awal energi masuk hingga akhir energi dapat menyuplai beban. Hal ini dapat diketahui dengan membandingkan jumlah energi yang dikeluarkan baterai untuk menyuplai beban dengan jumlah energi yang masuk ke baterai pada proses pengisian. Pada pengujian beban pompa air mini total energi yang dikeluarkan oleh baterai sebesar 43,93Wh sedangkan energi yang masuk ke baterai sebesar 55,45Wh, apabila dihitung dengan Persamaan (3.3) maka nilai efisiensinya sebesar 79,22%. Kemudian pada pengujian beban lampu LED total energi yang dikeluarkan oleh baterai sebesar 44,96Wh sedangkan energi yang masuk ke baterai sebesar 54,40Wh, apabila dihitung nilai efisiensinya yaitu sebesar 82,65%. Selanjutnya pada pengujian beban pompa air mini dan lampu LED secara bersamaan total energi yang dikeluarkan oleh baterai sebesar 42,72Wh sedangkan energi yang masuk ke baterai sebesar 54,73Wh, apabila dihitung nilai efisiensinya yaitu sebesar 78,06%. Dari ketiga pengujian ini apabila dirata-rata maka nilai efisiensi sistem adalah sebesar 79,98%. Nilai efisiensi ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, kondisi cuaca yang berubah-ubah selama dilakukan pengujian pengisian baterai sehingga dalam kurun waktu 1 jam besar energi yang masuk ke baterai dapat bervariasi, selain itu rugi-rugi yang diakibatkan oleh *solar charge controller* dan kabel yang dilalui juga dapat mempengaruhi.



## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Dari hasil analisis pengisian baterai menggunakan panel surya 10Wp selama 10 jam dapat menghasilkan energi sebesar 54,73Wh dan hanya mampu mengisi 65,15% dari total kapasitas baterai 12V 7Ah.
2. Sistem ini memiliki nilai efisiensi yaitu rata-rata sebesar 94,83% pada proses pengisian baterai, rata-rata 96,30% pada proses penyuplaian beban, dan rata-rata 79,98% untuk efisiensi sistem dari proses pengisian baterai hingga penyuplaian beban.
3. Proses pengisian baterai sangat dipengaruhi oleh kondisi matahari dan cuaca pada saat itu.

#### **5.2 Saran**

1. Perancangan masih menggunakan spesifikasi yang kurang, seperti penggunaan PV dengan daya kecil sehingga proses pengisian baterai kurang optimal, kemudian penggunaan pompa air yang kecil sehingga *flow* yang didapatkan hanya kecil dan penggunaan lampu LED dengan daya yang kecil sehingga penerangan tidak terlalu terang.
2. Pengukuran dilakukan hanya dengan satu multimeter sehingga kurang efektif, karena dalam pelaksanaannya harus melepas-pasang kabel secara berulang-ulang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. ADY PRATAMA and I. HERLAMBA SIREGAR, “Uji Kinerja Panel Surya Tipe Polycrystalline 100 Wp,” 2018.
- [2] H. Hasan, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *jurnal Riset dan Teknologi Kelautan*, vol. 10, no. 2, pp. 169–180, 2012.
- [3] R. Sianipar, “Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *Jurusan Teknik Elektro Universitas Trisakti Jakarta Barat*, vol. 11, no. 2, pp. 61–78, 2014.
- [4] Subandi and S. Hani, “Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell,” *Jurnal Teknologi Technoscientia*, vol. 7, no. 2, p. 2015, 2015.
- [5] A. Hasyim Asy’ari, Jatmiko, “Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya,” *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS –2012*, pp. 52–57, 2012.
- [6] S. H. Ramadhan, Anwar Ilmar; Diniardi, Ery; Mukti, “Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP,” pp. 59–63, 2016.
- [7] A. Awasthi *et al.*, “Review on sun tracking technology in solar PV system,” *Energy Reports*, vol. 6. Elsevier Ltd, pp. 392–405, 01-Nov-2020.
- [8] K. Li, C. Liu, S. Jiang, and Y. Chen, “Review on hybrid geothermal and solar power systems,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 250. Elsevier Ltd, 20-Mar-2020.
- [9] Y. Yang, S. Bremner, C. Menictas, and M. Kay, “Battery energy storage system size determination in renewable energy systems: A review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 91. Elsevier Ltd, pp. 109–125, 01-Aug-2018.
- [10] J. Heri, “Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Cell Kapasitas 50 WP,” *Engineering*, vol. 4, No 1, pp. 47–55, 2012.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 – Rincian Biaya Skripsi

No	Rincian	Banyak	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Panel Surya + <i>Solar Charge Controller</i> + Baterai	1	Rp456.400,00	Rp456.400,00
2	Pompa air mini	1	Rp32.176,00	Rp32.176,00
3	Lampu LED	1	Rp27.650,00	Rp27.650,00
4	Solder	1	Rp14.000,00	Rp14.000,00
5	Selang	3m	Rp5.000,00	Rp15.000,00
6	Tenol	2m	Rp2.500,00	Rp5.000,00
7	Multimeter	1	Rp100.000,00	Rp100.000,00
8	Koper	1	Rp278.000,00	Rp278.000,00
9	Kabel	2m	Rp3.000,00	Rp6.000,00
10	Mur	10	Rp100,00	Rp1.000,00
11	Baut	10	Rp100,00	Rp1.000,00
12	Ring	18	Rp50,00	Rp900,00
13	Kawat	1	Rp5.000,00	Rp5.000,00
14	Saklar	2	Rp4.000,00	Rp8.000,00
<b>Jumlah</b>				<b>Rp950.126,00</b>

### Lampiran 2 – Pengukuran Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 15 Maret 2020 (Vawal=11,60)

Jam	Panel Surya ke <i>Solar Charge Controller</i>			<i>Solar Charge Controller</i> ke Baterai			Baterai
	V	A	Wh	V	A	Wh	V
07.00	12,21	0,30	3,66	12,18	0,26	3,17	12,06
08.00	12,27	0,41	5,03	12,20	0,38	4,64	12,12
09.00	12,35	0,48	5,93	12,27	0,44	5,40	12,19
10.00	12,57	0,53	6,66	12,50	0,51	6,38	12,32
11.00	12,66	0,56	7,09	12,57	0,52	6,54	12,44
12.00	12,75	0,56	7,14	12,68	0,54	6,85	12,55
13.00	12,87	0,55	7,08	12,79	0,53	6,78	12,67
14.00	12,92	0,51	6,59	12,84	0,49	6,29	12,74
15.00	12,79	0,38	4,86	12,71	0,31	3,94	12,64
16.00	12,52	0,11	1,38	12,44	0,08	1,00	12,42
17.00	12,37	0,05	0,62	12,30	0,02	0,25	12,29
<b>Total Energi = 56,04Wh</b>				<b>Total Energi = 51,21Wh</b>			
<b>Efisiensi = 91,39%</b>							

**Lampiran 3 – Pengukuran Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 17 Maret 2020**  
**(Vawal=11,72V)**

Jam	Panel Surya ke <i>Solar Charge Controller</i>			<i>Solar Charge Controller</i> ke Baterai			Baterai
	V	A	Wh	V	A	Wh	V
07.00	12,25	0,40	4,90	12,23	0,39	4,77	12,20
08.00	12,60	0,51	6,43	12,51	0,50	6,26	12,40
09.00	12,82	0,58	7,44	12,74	0,58	7,39	12,61
10.00	12,94	0,60	7,76	12,87	0,59	7,59	12,73
11.00	13,04	0,62	8,08	12,95	0,60	7,77	12,82
12.00	13,16	0,60	7,90	13,07	0,59	7,71	12,93
13.00	13,26	0,58	7,69	13,17	0,53	6,98	13,03
14.00	13,27	0,54	7,17	13,19	0,51	6,73	13,08
15.00	12,73	0,01	0,13	12,65	0,01	0,13	12,64
16.00	12,67	0,01	0,13	12,59	0,01	0,13	12,59
17.00	12,61	0,00	0,00	12,53	0,00	0,00	12,53
<b>Total Energi = 57,62Wh</b>				<b>Total Energi = 55,45Wh</b>			
<b>Efisiensi = 96,24%</b>							

**Lampiran 4 – Pengukuran Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 24 Maret 2020**  
**(Vawal=11,79V)**

Jam	Panel Surya ke <i>Solar Charge Controller</i>			<i>Solar Charge Controller</i> ke Baterai			Baterai
	V	A	Wh	V	A	Wh	V
07.00	12,20	0,20	2,44	12,12	0,19	2,30	12,09
08.00	12,46	0,37	4,61	12,38	0,36	4,46	12,29
09.00	12,62	0,45	5,68	12,54	0,44	5,52	12,43
10.00	12,85	0,57	7,32	12,76	0,56	7,15	12,63
11.00	12,95	0,56	7,25	12,88	0,54	6,96	12,79
12.00	13,05	0,57	7,44	12,96	0,55	7,13	12,85
13.00	13,22	0,55	7,27	13,13	0,54	7,09	12,99
14.00	13,16	0,49	6,45	13,08	0,47	6,15	12,98
15.00	13,11	0,40	5,24	13,02	0,39	5,08	12,92
16.00	12,98	0,21	2,73	12,89	0,19	2,45	12,78

Jam	Panel Surya ke <i>Solar Charge Controller</i>			<i>Solar Charge Controller</i> ke Baterai			Baterai
	V	A	Wh	V	A	Wh	V
17.00	12,63	0,02	0,25	12,55	0,01	0,13	12,54
<b>Total Energi = 56,69Wh</b>				<b>Total Energi = 54,40Wh</b>			
<b>Efisiensi = 95,96%</b>							

**Lampiran 4 – Gambar Hasil Perancangan Alat**

