

**SKRIPSI**

**DESAIN SISTEM PLTS UNTUK POMPA AIR MENARA IQRA KAMPUS  
UNISMUH MAKASSAR**



**OGE MASDAR**

**105 82 00731 11**

**ASRIANDI**

**105 82 00746 11**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2018**

**DESAIN SISTEM PLTS UNTUK POMPA AIR MENARA IQRA KAMPUS**

**UNISMUH MAKASSAR**

**Skripsi**

diajukan sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar sarjana

Program Studi Teknik Listrik

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh

**OGE MASDAR**

**105 82 00731 11**

**ASRIANDI**

**105 82 00746 11**

**PADA**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**MAKASSAR**

**2018**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Oge Masdar dengan nomor induk Mahasiswa 10582 00731 11 dan Asriandi dengan nomor induk Mahasiswa 10582 00746 11 dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0006/SK-Y/20201/091004/2018, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Jum'at tanggal 31 Agustus 2018.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

Makassar, 22 Muharram 1440 H  
102 Oktober 2018 M

2. Penguji

a. Ketua : Rizal Ahdiyati Duyo, S.T.,M.T

b. Sekretaris : Adriani, S.T.,M.T

3. Anggota : 1. Ir. Abd Hafid, M.T

2. Dr. Umar Katu, S.T.,M.T

3. Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Pembimbing II

Andi Faharuddin, S.T.,M.T

Dekan



Dr. Hamzan Al Imran, S.T., M.T.

Ek NBM / 855 500



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

## **FAKULTAS TEKNIK**

**GEDUNG MENARA IQRA LT. 3**

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e\_mail: [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### **HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **Desain Sistem PLTS untuk Pompa Air Menara Iqra Kampus Unismuh Makassar**

Nama : 1. Oge Masdar  
2. Asriandi

Stambuk : 1. 10582 00731 11  
2. 10582 00746 11

Makassar, 02 Oktober 2018

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Pembimbing II

Andi Faharuddin, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir ini adalah : “*DESAIN SISTEM PLTS UNTUK POMPA AIR MENARA IQRA KAMPUS UNISMUH MAKASSAR*”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, sebab itu penulis sebagai manusia biasa tidak luput dari kesalahan dan kekurangan baik dari segi teknik penulisan maupun dari segi perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan lapang dada atas segala koreksi serta perbaikan guna menyempurnakan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat buat kita semua.

Skripsi ini dapat terwujud atas berkat bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.

2. Bapak Hamzah Al Imran, ST, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, ST, MT. sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T selaku pembimbing I dan Bapak Ir. Andi Faharuddin, S.T., M.T. selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam bimbingan kami.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar terkhusus angkatan 2011 yang dengan keakraban dan persaudaran banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut diatas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT. dan skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, 1 Agustus 2018

Penulis

Oge Masdar<sup>1</sup>, Asriandi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email: [ogemasdar01@gmail.com](mailto:ogemasdar01@gmail.com)

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

Email: [asriandi93@gmail.com](mailto:asriandi93@gmail.com)

## ABSTRAK

Abstrak; Desain system PLTS untuk pompa air menara iqra kampus unismuh Makassar yang dibimbing oleh Hafsah Nirwana dan Andi Faharuddin. Salah satu upaya untuk mengatasi krisis energi listrik adalah mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Hal ini dikarenakan energi fosil yang ada, jumlahnya terbatas dan energi fosil ini juga merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui, jadi butuh jutaan tahun untuk menciptakannya. Karena kelangkaan tersebut, pompa air yang biasanya menggunakan sumber energi listrik yang bahan bakarnya berasal dari energi fosil bisa diganti menggunakan sumber energi listrik dari cahaya matahari. Tujuan penelitian ini adalah sebagai energi alternatif agar pompa air terus beroperasi pada saat terjadi pemadaman listrik oleh PLN. Untuk perencanaan sebuah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada kampus unismuh Makassar perlu diperhatikan kapasitas masing-masing komponen PLTS. Dalam perencanaan ini dilakukan perhitungan untuk kebutuhan distribusi listrik sebesar 37,488 kWh perharinya. Karakteristik modul surya yang digunakan berkapasitas 100 Wp baterai sebanyak 48 unit dengan kapasitas 100 Ah, baterai charge regulator (BCR) dengan kapasitas arusnya sebesar 1655,45 A dan inverter dengan kapasitas daya 26,710 kW. Apabila setiap komponen terpasang telah memenuhi spesifikasi, maka sistem PLTS ini akan mampu melayani 1 buah pompa air.

Kata kunci : Krisis energi, Panel surya, Cahaya matahari, Pompa air, Air

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Batasan Masalah .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	4
F. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
A. Konsep sistem PLTS.....	6
B. Pembangkit listrik tenaga surya .....	7
1. Sel Surya .....	7



2. Jenis-Jenis Sel surya .....	8
C. Komponen-Komponen PLTS .....	9
1. Panel Surya .....	10
2. Charge Controller.....	12
3. Baterai .....	12
4. Inverter .....	13
D. Kapasitas Komponen PLTS .....	14
1. Jumlah Panel Surya.....	14
2. Menghitung Area Array (PV Array).....	14
3. Daya Yang Dibangkitkan PLTS .....	15
4. Charge Controller .....	15
5. Kapasitas Baterai .....	16
6. Kapasitas Inverter .....	18
7. Penghantar.....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
A. Jenis penelitian.....	21
B. Tempat dan waktu penelitian .....	21
C. Metode Pengumpulan Data.....	21
D. Tahap Penelitian.....	22
E. Skema Penelitian.....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
A. Menghitung energi listrik yang akan disuplay .....	23

B. Menentukan sistem PLTS .....	24
C. Menghitung kebutuhan panel surya .....	24
D. Mengitung area .....	26
E. Pemasangan panel surya .....	29
F. Kapasitas <i>charge controller</i> .....	29
G. Menghitung kapasitas baterai.....	29
H. Kapasitas inverter.....	31
I. Penghantar .....	32
BAB V PENUTUP.....	34
A. Kesimpulan .....	34
B. Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA .....	36

## **DAFTAR TABEL**

4.1 Data panel surya venus solar system VG-100-18-P.....	28
4.2 Panjang penghantar .....	32

## **DAFTAR GAMBAR**

3.1 Skema penelitian .....	22
4.1 Diagram PLTS off-grid.....	24
4.3 Rangkaian panel surya seri-paralel .....	26

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Salah satu kebutuhan pokok sehari-hari makhluk hidup di dunia ini yang tidak dapat dipisahkan adalah air, karena semua makhluk hidup sangat memerlukan air untuk bertahan hidup. Dalam memenuhi kebutuhan air dimasyarakat sering terjadi beberapa kendala seperti misalnya untuk mencapai sumber mata air harus berjalan kaki dan melewati medan yang cukup sulit. Untuk mengangkat air ke permukiman penduduk sangatlah susah dan memerlukan biaya yang sangat mahal, karena harus menggunakan sumber energi listrik yang besar untuk menggerakkan pompa air.

Sebagaimana yang telah kita ketahui bersama, bahwasanya energi listrik sekarang ini sudah semakin menipis, untuk itu kita harus menggunakan energi listrik tersebut secara hemat dan efisien. Di dunia, terutama di Indonesia pemerintah telah menyarankan agar masyarakat dapat menghemat listrik. Misalnya saja pada siang hari tidak perlu menyalakan lampu, mengganti lampu pijar dengan lampu hemat energi, mengurangi pemakaian listrik dari pukul 17:00 hingga 22:00. Sekarang ini, telah banyak para ahli menemukan berbagai alat pembangkit tenaga listrik. Yang bekerja dengan mengubah suatu energi menjadi energi listrik. Dengan keadaan geografis di Indonesia yang setiap tahun dapat sinar matahari, salah satu alat yang optimal di Indonesia adalah Panel Surya.

Salah satu upaya untuk mengatasi krisis energi listrik adalah mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil. Hal ini dikarenakan energi fosil yang ada, jumlahnya terbatas dan energi fosil ini juga merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui, jadi butuh jutaan tahun untuk menciptakannya. Karena kelangkaan tersebut, pompa air yang biasanya menggunakan sumber energi listrik yang bahan bakarnya berasal dari energi fosil bisa diganti menggunakan sumber energi listrik dari cahaya matahari. Aplikasi pompa air menggunakan sumber energi matahari ini sasarannya adalah daerah terpencil yang belum terjangkau listrik (Santhiarsa, 2005).

Beberapa studi memproyeksikan bahwa biaya pembangkit listrik tenaga surya untuk masa depan akan semakin murah. Hal ini memberikan harapan untuk membuat perencanaan penggunaan energi surya dalam skala global. Meskipun secara ekonomis belum terbukti layak untuk saat ini tetapi memberikan wawasan dalam penggunaan energi surya untuk masa depan. Berdasarkan atas pemikiran dan pertimbangan di atas, dilakukan suatu perancangan alat dengan penerapan sistem photovoltaik sebagai penyedia daya dengan beban pompa air (Harsono, 2003).

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis mengambil judul “***Desain Sistem PLTS Untuk Pompa Air Menara Iqra Kampus Unismuh Makassar***” sebagai judul tugas akhir.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana mendesain sistem PLTS yang dapat diterapkan untuk memasok energi listrik pada menara Iqra Unismuh Makassar?
2. Bagaimana kelayakan pemanfaatan PLTS dilihat dari aspek teknis?

## **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Sebagai energi alternatif agar pompa air terus beroperasi pada saat terjadi pemadaman listrik oleh PLN.
2. Untuk mengetahui tingkat kelayakan pemanfaatan PLTS dilihat dari aspek teknis.

## **D. Batasan Masalah**

Untuk menghindari ruang lingkup pembahasan yang terlalu luas dan jauh dari tujuan yang ingin dicapai, maka dipandang perlu membatasi permasalahan yang akan dibahas adalah penelitian difokuskan pada sistem reservoir ke tendon air dilantai 18 menara iqra.

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Sebagai langkah awal penerapan energi terbarukan di lingkungan lembaga pendidikan yaitu Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Menumbuhkan rasa hemat energi yang ada di bumi ini yang kian hari semakin berkurang.

#### **F. Sistematika penulisan**

##### **BAB I Pendahuluan**

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

##### **BAB II Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini memuat tentang referensi penunjang yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini.

##### **BAB III Metode Penelitian**

Pada bab ini gambaran umum mengenai daerah studi serta data yang dibutuhkan dalam penulisan

##### **BAB IV Hasil dan Pembahasan**

Bab ini menjelaskan tentang hasil dari penelitian, alat dan perhitungan serta pembahasan terkait judul penelitian.

##### **BAB V Penutup**

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dari keseluruhan pembahasan dan saran-saran sehubungan dengan pengembangan dalam tulisan ini.



## **Daftar Pustaka**

Berisi tentang sumber referensi yang digunakan penulis dalam memilih teori yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Konsep Sistem 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 buang yang dihasilkan dapat menimbulkan efek gas rumah kaca (green house gas) yang pengaruhnya dapat merusak ekosistem planet bumi kita. Sistem sel surya yang digunakan di permukaan bumi terdiri dari panel sel surya, rangkaian kontroler pengisian (charge controller), dan aki (batere) 12 volt yang maintenance free.

Biasanya panel surya itu diletakkan dengan posisi statis menghadap matahari. Padahal bumi itu bergerak mengelilingi matahari. Orbit yang ditempuh bumi berbentuk elip dengan matahari berada di salah satu titik fokusnya. Karena matahari bergerak membentuk sudut selalu berubah, maka dengan posisi panel

surya itu yang statis itu tidak akan diperoleh energi listrik yang optimal. Agar dapat terserap secara maksimum, maka sinar matahari itu harus diusahakan selalu jatuh tegak lurus pada permukaan panel surya.

## **B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

Energi surya berupa radiasi elektromagnetik yang dipancarkan ke bumi berupa cahaya matahari yang terdiri atas foton atau partikel energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik. Energi surya yang sampai pada permukaan bumi disebut sebagai radiasi surya global yang diukur dengan kepadatan daya pada permukaan daerah penerima. Intensitas sinar surya yang sampai ke bumi tidak stabil, kadang sampai lebih dari  $1000 \text{ Watt/m}^2$ , tetapi hanya beberapa detik. Intensitasnya kemudian turun mendadak karena adanya debu atau benda lain yang menghambat sinar tersebut. Energi matahari yang diterima bumi sekitar  $1367 \text{ W/m}^2$  (Wieder, 1996). Intensitas radiasi surya dipengaruhi oleh waktu siklus perputaran bumi, kondisi cuaca meliputi kualitas dan kuantitas awan, pergantian musim dan posisi garis lintang. Intensitas radiasi sinar matahari di Indonesia berlangsung 4 - 5 jam per hari.

### **1. Sel Surya**

Sel surya adalah suatu alat semikonduktor yang mengkonversi *foton* (cahaya) ke dalam listrik. Konversi ini disebut efek *photovoltaic*, dengan kata lain efek *photovoltaic* adalah fenomena dimana suatu sel *photovoltaic* dapat menyerap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi listrik. Efek *photovoltaic*

didefinisikan sebagai suatu fenomena munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat diexpose dibawah energi cahaya.

Sel surya dapat dianalogikan sebagai divais dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan dc sebesar 0,5 sampai 1 volt, dan arus short circuit dalam skala milliampere per  $\text{cm}^2$ . Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya sejumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul surya. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan dc sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar (Air Mass 1.5) Kepingan sel surya yang disusun inilah yang disebut dengan panel surya. Gambar dibawah menunjukkan ilustrasi dari modul surya.

## **2. Jenis-jenis sel surya**

Secara teknologi, berbagai jenis sel *photovoltaic* telah dikembangkan, namun untuk sistem PLTS *Photovoltaic* di Indonesia umumnya hanya 3 jenis sel yang dipergunakan, yaitu:

### **a. Monokristal (*Monocrystalline*)**

Jenis ini terbuat dari batangan kristal yang diiris tipis – tipis, karena sel surya berasal dari satu induk batangan kristal, maka setiap potongan memiliki

karakteristik yang identik dengan yang lainnya. Sehingga efisiensi *monocrystalline* mampu mencapai 15 – 20 %.

b. *Polycrystalline*

Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur kemudian dituang dalam cetakan yang umumnya berbentuk persegi. Kemurnian kristal silikon *polycrystalline* tidak setinggi *monocrystalline*. Efisiensinya sekitar 13 – 16 %.

c. *Thin-film Solar Cell*

Jenis sel surya ini mempunyai kerapatan atom yang rendah, sehingga mudah dibentuk dan dikembangkan ke berbagai macam ukuran dan potongan dan secara umum dapat diproduksi dengan biaya yang lebih murah. Sel surya ini dibuat dengan menambahkan satu atau beberapa lapisan tipis ke dalam lapisan dasar. Sel surya jenis ini sangat tipis sehingga ringan dan fleksibel. Oleh sebab itu sering juga disebut sebagai TFPV (*Thin Film Photovoltaic*).

### **C. Komponen-komponen PLTS**

Yang dimaksud dengan komponen panel surya ialah berbagai peralatan yang digunakan untuk membuat cara kerja panel listrik tenaga surya dapat bekerja sebagaimana mestinya. Melalui sebuah sistem atau cara kerja panel surya beserta teknologi fotosel, maka cahaya matahari bisa dirubah jadi energi listrik. Komponen\_listrik tenaga surya tersebut berbentuk suatu kesatuan yang disusun dan diorganisasikan sedemikian rupa agar dapat menjalankan tugasnya dengan optimal. Jika ada salah satu komponen yang rusak dan tidak bisa dipakai,

maka semua proses atas perubahan dari energi sinar matahari jadi energi listrik bisa terganggu. Beberapa komponen panel surya dan fungsinya yang utama adalah sebagai berikut.

### **1. Panel Surya**

Merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi radiasi matahari secara langsung menjadi energi listrik. Panel surya biasanya terdiri beberapa sel surya yang digabung dalam hubungan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. Sebuah panel surya umumnya terdiri dari 32-40 sel surya, tergantung ukuran panel. Gabungan dari panel-panel ini akan membentuk suatu *Array*.

Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi kinerja panel surya dalam menghasilkan daya. Hal dibawah ini tentulah sangat penting untuk diperhatikan agar efisiensi kinerja panel surya dapat dimaksimalkan.

#### **a. Intensitas penyinaran matahari**

Intensitas cahaya matahari akan berpengaruh pada daya keluaran panel surya. Semakin rendah intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya maka arus ( $I_{sc}$ ) akan semakin rendah. Hal ini membuat titik *Maximum Power Point* berada pada titik yang semakin rendah.

#### **b. Temperatur panel surya**

Idealnya solar panel bekerja pada temperatur standar 25 derajat celcius. Seiring dengan meningkatnya suhu, maka efisiensi kinerja solar panel juga menurun. Kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada panel surya akan melemahkan tegangan ( $V_{oc}$ ) yang dihasilkan. Setiap kenaikan

temperatur panel surya 1°C (dari 25°C) akan mengakibatkan berkurang sekitar 0,5% pada total tenaga (daya) yang dihasilkan. (Foster dkk 2010)

Untuk menghitung besarnya daya yang berkurang pada saat temperatur disekitar panel mengalami kenaikan °C dari temperature standarnya, dipergunakan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{saat t naik } ^\circ\text{C}} = 0,5\% / ^\circ\text{C} \times P_{\text{MPP}} \times \text{kenaikan temperatur } (^\circ\text{C}) \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

$P_{\text{saat t naik } ^\circ\text{C}}$  : daya pada saat temperature naik °C dari temperatur standarnya.

$P_{\text{MPP}}$  : daya keluaran maksimum panel surya.

Daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi t°C dari temperatur standarnya diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{MPP saat naik menjadi t } ^\circ\text{C}} = P_{\text{MPP}} - P_{\text{saat t naik } ^\circ\text{C}} \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana :

$P_{\text{MPP saat naik menjadi t } ^\circ\text{C}}$  : daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperatur disekitar panel surya naik menjadi t°C dari temperatur standarnya.

Faktor koreksi temperatur (*Temperature Correction Factor*) diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{TCP} = \frac{P_{\text{MPP saat naik menjadi t } ^\circ\text{C}}}{P_{\text{MPP}}} \dots\dots\dots 2.3$$

### c. Orientasi Panel Surya (*Array*)

Orientasi dari rangkaian panel surya ke arah matahari sangat penting, agar panel surya dapat menghasilkan energi maksimum. Misalnya, untuk lokasi yang terletak di belahan bumi Utara maka panel surya sebaiknya diorientasikan ke Selatan. Begitu pula untuk lokasi yang terletak di belahan bumi Selatan maka panel surya diorientasikan ke Utara.

## 2. *Charge Controller*

Adalah komponen di dalam sistem PLTS yang berfungsi sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus yang masuk dari panel PV maupun arus keluar atau digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan (*Over Charge*), Ini mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai.

## 3. **Baterai**

Baterai adalah alat yang digunakan untuk menyimpan daya yang dihasilkan oleh panel surya yang tidak segera digunakan oleh beban. Daya yang disimpan dapat digunakan saat periode radiasi matahari rendah atau pada malam hari. Baterai menyimpan listrik dalam bentuk daya kimia. Baterai yang paling biasa digunakan dalam aplikasi surya adalah baterai yang bebas pemeliharaan bertimbang asam (*maintenance-free lead-acid batteries*), yang juga dinamakan baterai *recombinant* atau VRLA (*valve regulated lead acid*).

Baterai memenuhi dua tujuan penting dalam sistem fotovoltaik, yaitu untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika daya tidak disediakan oleh panel-panel surya (*array*), dan untuk menyimpan kelebihan daya yang ditimbulkan oleh panel-panel setiap kali daya itu melebihi beban.



Suatu ketentuan yang membatasi tingkat kedalaman pengosongan maksimum, diberlakukan pada baterai. Tingkat kedalaman pengosongan (*Depth of Discharge*) baterai biasanya dinyatakan dalam persentase. Misalnya, suatu baterai memiliki DOD 80%, ini berarti bahwa hanya 80% dari energi yang tersedia dapat dipergunakan dan 20% tetap berada dalam cadangan. Pengaturan DOD berperan dalam menjaga usia pakai (*life time*) dari baterai tersebut. Semakin dalam DOD yang diberlakukan pada suatu baterai maka semakin pendek pula siklus hidup dari baterai tersebut.

#### **4. Inverter**

Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti baterai, panel surya / solar cell menjadi AC. Penggunaan inverter dari dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah untuk perangkat yang menggunakan AC (Alternating Current).

Pemilihan inverter yang tepat untuk aplikasi tertentu, tergantung pada kebutuhan beban dan juga tergantung pada apakah inverter akan menjadi bagian dari sistem yang terhubung ke jaringan listrik atau sistem yang berdiri sendiri.

Berdasarkan bentuk gelombang yang dihasilkan, inverter dikelompokkan menjadi tiga yaitu inverter dengan gelombang keluaran berbentuk *square*, *modified*, dan *true sine wave*. Inverter yang terbaik adalah yang mampu menghasilkan gelombang sinusoida murni atau *true sine wave* yaitu bentuk gelombang yang sama dengan bentuk gelombang dari jaringan listrik (*grid utility*).

## D. Kapasitas Komponen PLTS

### 1. Jumlah panel surya

Daya ( $W_{peak}$ ) yang dibangkitkan PLTS untuk memenuhi kebutuhan energi, diperhitungkan dengan persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{P_{watt\ peak}}{P_{MPP}} \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana :

$P_{WATT\ peak}$  = Daya yang dibangkitkan (Wp)

$P_{MPP}$  = Daya maksimum keluaran (*output*) panel surya (W)

### 2. Menghitung Area Array (PV Array)

Area *array* (PV Array) diperhitungkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{PV Area} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{PV} \times TCF} \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana :

$E_L$  = pemakaian energi (kWh/hari)

$G_{AV}$  = insolasi harian matahari rata-rata (kWh/m<sup>2</sup>/hari)

$\eta_{PV}$  = efisiensi panel surya.

$TCF$  = *Temperature Correction Inverter.*

### 3. Daya yang dibangkitkan PLTS (*Watt Peak*)

Dari perhitungan area array, maka besar daya yang dibangkitkan PLTS (*Watt peak*) dapat diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{Watt peak}} = \text{Area array} \times \text{PSI} \times \eta_{\text{PV}} \dots\dots\dots 2.6$$

Dimana :

$$\text{PSI (Peak Solar Insolation)} = 1000 \text{ W/m}^2$$

$$\eta_{\text{PV}} = \text{efisiensi panel surya.}$$

Untuk memperoleh besar tegangan, arus dan daya yang sesuai dengan kebutuhan, maka panel-panel surya tersebut harus dikombinasikan secara seri dan paralel dengan aturan sebagai berikut :

1. Untuk memperoleh tegangan keluaran yang lebih besar dari tegangan keluaran panel surya, maka dua buah (lebih) panel surya harus dihubungkan secara seri.
2. Untuk memperoleh arus keluaran yang lebih besar dari arus keluaran panel surya, maka dua buah (lebih) panel surya harus dihubungkan secara paralel.
3. Untuk memperoleh daya keluaran yang lebih besar dari daya keluaran panel surya dengan tegangan yang konstan maka panel-panel surya harus dihubungkan secara seri dan paralel.

### 4. *Charger Controller*

Charge controller diperlukan untuk melindungi baterai dari pengosongan dan pengisian berlebih. Masukan atau keluaran untuk Charge controller disesuaikan dengan arus ( $I_{\text{MPP}}$ ) keluaran *array* dan tegangan baterai.

Untuk menghitung kapasitas charge controller dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$I = I_{SC} \times N_p \times F_{safe} \dots\dots\dots 2.7$$

Dimana :

I = Arus (Ampere)

$I_{SC}$  = *Short circuit current*

$N_p$  = Jumlah panel

$F_{safe}$  = *Safety factor*

### 5. Kapasitas baterai

Besar kapasitas baterai yang dibutuhkan untuk memenuhi konsumsi energi harian dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$E_{rough} = E \times D \dots\dots\dots 2.8$$

Dimana :

$E_{rough}$  = Jumlah penyimpanan energi yang dibutuhkan

D = hari-hari otonomi (hari)

E = Total konsumsi energi (kWh)

Untuk keamanan energi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$E_{safe} = \frac{E_{rough}}{MDOD} \dots\dots\dots 2.9$$

Dimana :

$E_{safe}$  = Keamanan energi

$E_{rough}$  = Jumlah penyimpanan energi yang dibutuhkan

MDOD = *Maximum depth of discharge*

Untuk menghitung kapasitas baterai yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus :

$$C = \frac{E_{safe}}{V_b} \dots\dots\dots 2.10$$

Dimana :

C = Total Kapasitas baterai (Ah)

$E_{safe}$  = Keamanan energi

$V_b$  = Voltage Battery (V)

Untuk perhitungan jumlah total baterai dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$N_{batteries} = \frac{C}{C_b} \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana :

$N_{batteries}$  = Jumlah baterai

C = Total kapasitas baterai

$C_b$  = Kapasitas baterai

Menghitung jumlah dari baterai yang terhubung secara seri dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N_s = \frac{V_{DC}}{V_b} \dots\dots\dots 2.12$$

Dimana :

$N_s$  = Jumlah baterai seri

$V_{DC}$  = Tegangan DC

$V_b$  = Tegangan baterai

Menghitung jumlah baterai yang dihubungkan secara paralel dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N_p = \frac{N_{batteries}}{N_s} \dots\dots\dots 2.13$$

Dimana :

$N_p$  = Jumlah baterai paralel

$N_{batteries}$  = Jumlah baterai

$N_s$  = Jumlah baterai seri

## 6. Kapasitas inverter

Untuk menghitung kapasitas inverter dapat di tentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$p_{inv} = v_{ov} \times I_{sc} \times f_c \dots\dots\dots 2.14$$

Dimana:

$v_{ov}$  = Tegangan tanpa beban

$I_{sc}$  = Arus hubung singkat

$f_c$  = faktor koreksi (3)

## 7. Penghantar

Sebagai bahan penghantar untuk kabel listrik digunakan tembaga atau aluminium. Tembaga yang digunakan untuk penghantar umumnya tembaga *elektrolis*, dengan kemurnian sekurang-kurangnya 99,0%.

a. Kuat Hantar Arus

Ketentuan mengenai KHA suatu penghantar pada motor listrik menurut PUIL 2000 adalah sebagai berikut :

“Penghantar rangkaian akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125 % dari arus nominal beban penuh (pasal 5.5.3.1).”

Dengan mengetahui besarnya KHA suatu penghantar, maka dapat menentukan diameter penghantar yang akan digunakan.

b. Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan ujung pengirim dan tegangan ujung penerima. Untuk menghitung jatuh tegangan pada suatu penghantar dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = \pi \cdot r^2 \dots\dots\dots 2.15$$

Dimana :

A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

$\pi$  = nilainya 3,14

r = ½ dari diameter kabel

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots\dots\dots 2.16$$

Dimana :

R = hambatan ( $\Omega$ )

$\rho$  = hambatan jenis Cu 0,017241 ( $\Omega$  mm<sup>2</sup>/ m)

L = panjang kabel (m)

$$\Delta V = I \cdot R \cdot \cos \theta \dots\dots\dots 2.17$$

Dimana :

$\Delta V$  = Jatuh tegangan (V)

I = Arus beban (A)

R = Hambatan (ohm)

$\cos \theta$  = faktor daya (1)

$$\Delta V \% = \frac{\Delta V}{V} 100 \% \dots\dots\dots 2.18$$

Dimana

$\Delta V \%$  = Rugi tegangan dalam (%)

$\Delta V$  = Rugi tegangan (V)

V = Tegangan sumber (V)



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Metode yang dipakai adalah penelitian lapangan yang didasarkan pada data pengamatan dan pengukuran dilapangan pada area kampus Unismuh Makassar.

#### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

##### 1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di menara iqra kampus Universitas Muhammadiyah Makassar Jl. Sultan Alauddin No. 259

##### 2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 3 bulan mulai dari bulan Maret sampai bulan Mei.

#### **C. Metode Pengumpulan Data**

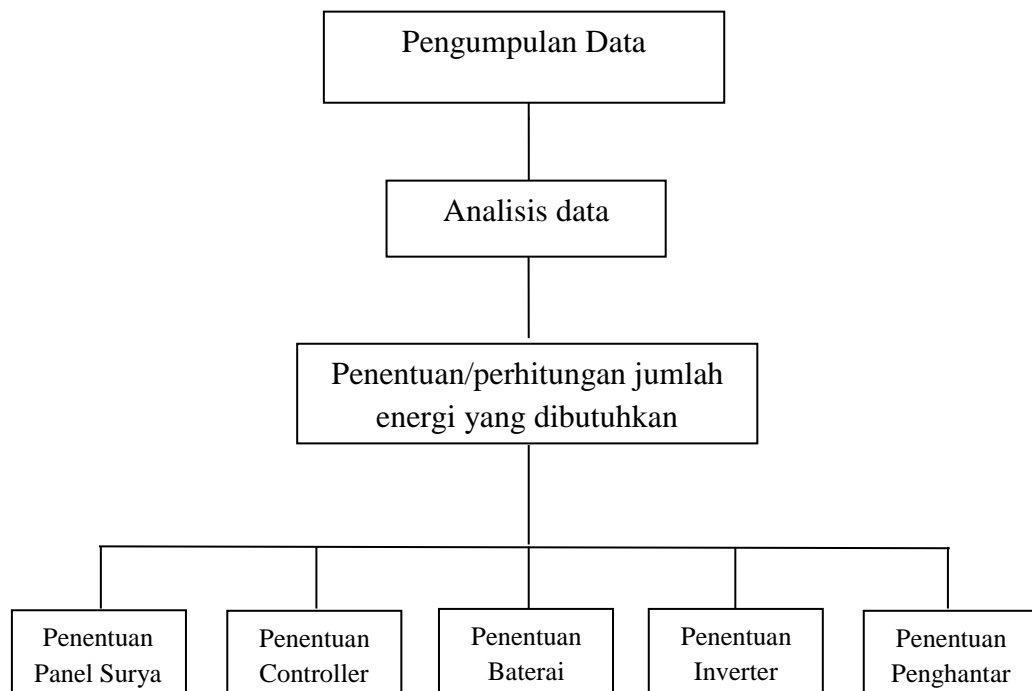
1. Metode Observasi, yaitu pengumpulan data dengan pengamatan secara langsung di Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Studi literatur, yaitu mengumpulkan data-data dari buku referensi dan jurnal-jurnal yang relevan dengan topik penelitian.

#### D. Tahap Penelitian

1. Mengumpulkan data energi yang akan dibutuhkan
2. Menentukan konfigurasi modul surya sesuai dengan beban pemakaian.
3. Menentukan kapasitas *controller*
4. Menentukan kapasitas baterai
5. Menentukan kapasitas inverter
6. Menentukan kapasitas penghantar

#### E. Skema Penelitian

Berdasarkan langkah-langkah pada tahapan penelitian, maka desain/skema penelitian dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Skema Penelitian

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Menghitung energi listrik yang akan disuplai**

Penentuan energi listrik yang akan disuplai bertujuan untuk mengetahui jumlah daya elektrik yang diperlukan sesuai dengan jumlah beban yang ada pada area kampus dan lama pemakaiannya. Dengan rentang waktu pemakaian sekitar 4 jam yaitu pukul 09:00 sampai dengan 13:00 WITA.

$$\begin{aligned}\text{Daya input motor (P)} &= 3 \times 220 \times 14,2 \\ &= 9372 \text{ W}\end{aligned}$$

Jadi daya input motor (P) diperoleh sebesar 9372 W, dengan rentang pemakaian perhari selama kurang lebih 4 jam maka diperoleh total energi sebesar:

$$\begin{aligned}&= 9372 \text{ W} \times 4 \text{ h} \\ &= 37488 \text{ Wh.}\end{aligned}$$

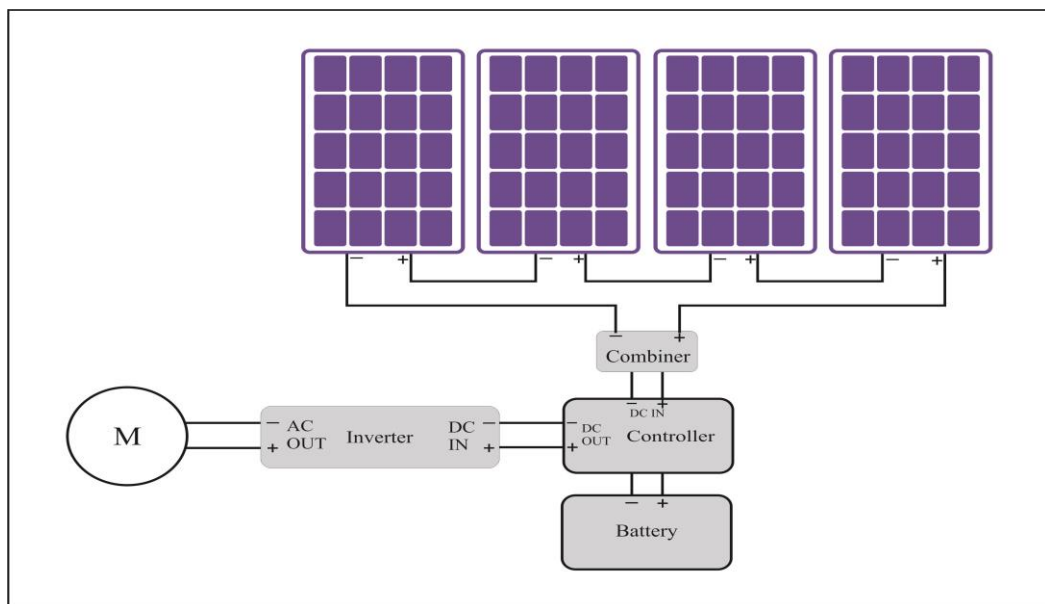
Dimana total energi yang didapat dikali 3 ( hari otonomi ) maka diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}&= 37388 \times 3 \\ &= 112464 \text{ Wh} \\ &= 112,464 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh total kapasitas daya input motor sebesar 9372 watt dengan total konsumsi energi sebesar 112,464 kWh.

## B. Menentukan Sistem PLTS

PLTS yang akan dikembangkan di Gedung Iqra Unismuh Makassar di rencanakan untuk menyuplai pompa air tanpa terkoneksi dengan sistem kelistrikan yang terdapat pada gedung Iqra Unismuh Makassar. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini sistem PLTS yang akan digunakan adalah sistem *off-grid* dengan *Backup Battery Banks*. Adapun diagram PLTS dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.1 Diagram PLTS *off-grid*

## C. Menghitung kebutuhan panel surya

Di Indonesia umumnya energi surya yang dapat diserap dan dikonversi kedalam energi listrik berlangsung selama kurang lebih sekitar 5 jam, karena itu untuk menghitung berapa kebutuhan modul surya adalah dengan cara membagi angka kebutuhan daya tersebut dengan 5.

Panel surya yang akan dipergunakan sebagai acuan adalah panel sesuai spesifikasi Tabel 4.1. panel surya ini memiliki spesifikasi  $P_{MPP}$  sebesar 100W per panel. Sehingga berdasarkan spesifikasi tersebut maka jumlah panel surya yang diperlukan untuk PLTS yang akan dikembangkan dapat diperhitungkan dengan perhitungan berikut :

$$= \frac{\text{jumlah energi}}{\text{waktu penyinaran minimum}}$$

$$= \frac{112464 \text{ Wh}}{5}$$

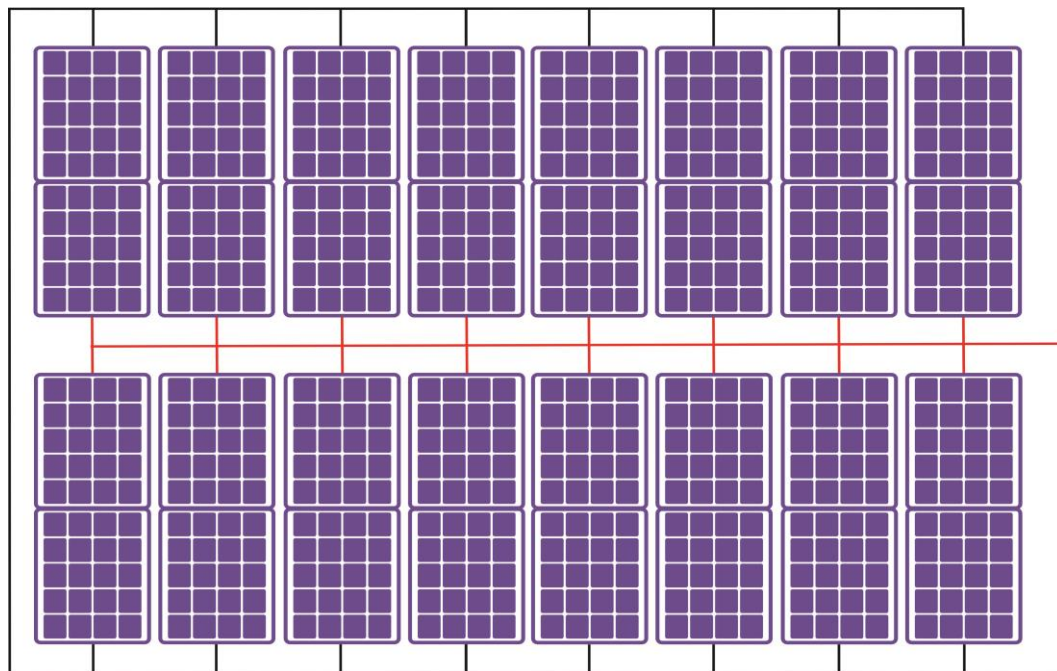
$$= 22492.8 \text{ Watt peak}$$

Panel surya yang akan digunakan adalah berukuran 100 WP, maka kebutuhan modul surya adalah nilai kebutuhan watt peak dibagi dengan nilai daya panel surya.

$$= \frac{22492,8 \text{ WP}}{100}$$

$$= 224,928 \text{ dibulatkan menjadi } 226 \text{ panel}$$

$$= 226$$



Gambar 4.2. Rangkaian panel surya seri-paralel

#### D. Menghitung Area Array

Area *array* diperhitungkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PV \text{ Area} = \frac{E_L}{G_{av} \times n_{PV} \times TCP \times n_{Out}}$$

Besar pemakaian energi listrik ( $E_L$ ) pompa air pada gedung Iqra Unismuh Makassar yang akan disuplai oleh PLTS adalah sebesar 112,464 kWh. Untuk nilai insolasi harian matahari akan dipergunakan nilai insolasi rata-rata terendah yaitu sebesar 4,57. Pemilihan nilai ini bertujuan agar pada saat insolasi harian matahari berada pada titik yang paling rendah, maka PLTS yang akan dibangun tetap dapat memenuhi besar kapasitas yang dibangkitkan. Efisiensi panel surya ( $\eta_{PV}$ ) ditentukan sebesar 17.64%, mengacu pada efisiensi panel surya 100 Wp (*Lihat tabel 4.1*) yang akan digunakan pada PLTS di Gedung Iqra.

Untuk *Temperature Correction Factor* (TCF) digunakan nilai sebesar 0,97. Seperti diketahui bahwa setiap kenaikan temperatur 1°C (dari temperatur standarnya) pada panel surya, maka hal tersebut akan mengakibatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya akan berkurang sekitar 0,5% (Foster dkk.,2010). Data temperatur maksimum untuk wilayah kota Makassar pada 2017 adalah sebesar 31,2°C. Data temperatur ini memperlihatkan bahwa ada peningkatan suhu sebesar 6,2°C dari suhu standar (25°C) yang diperlukan oleh panel surya.

Besarnya daya yang berkurang pada saat temperature di sekitar panel surya mengalami kenaikan 6,2°C dari temperatur standarnya, diperhitungkan dengan menggunakan rumus 2.1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{saat naik } 6,2^{\circ}\text{C}} &= 0,5\% /^{\circ}\text{C} \times P_{\text{MPP}} \times \text{kenaikan temperature } (^{\circ}\text{C}) \\
 &= 0,5\% /^{\circ}\text{C} \times 100 \times 6,2^{\circ}\text{C} \\
 &= 3,1 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Untuk daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi 32,1°C, maka nilai TCF dapat dihitung dengan rumus 2.2 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{MPP saat naik menjadi } t^{\circ}\text{C}} &= P_{\text{MPP}} - P_{\text{saat } t \text{ naik } ^{\circ}\text{C}} \\
 P_{\text{MPP saat naik menjadi } 31,2^{\circ}\text{C}} &= 100 \text{ W} - 3,1 \text{ W} \\
 &= 96,9 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya keluaran maximum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi 31,2°C, maka nilai TCF dapat dihitung dengan rumus 2.3 sebagai berikut :

$$\text{TCF} = \frac{P_{\text{MPP saat naik menjadi } t^{\circ}\text{C}}}{P_{\text{MPP}}}$$

$$= \frac{96,9 \text{ W}}{100 \text{ W}}$$

$$= 0,969 \text{ W}$$

Apabila nilai  $E_L$ ,  $G_{av}$ ,  $\eta_{PV}$ , TCF disubstitusikan pada rumus 2.5, maka akan diperoleh :

$$PV \text{ Area} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{PV} \times TCF}$$

$$PV \text{ Area} = \frac{112,464 \text{ kWh}}{5,87 \times 0,17 \times 0,969}$$

$$= 108,14 \text{ m}^2$$

Tabel 4.1 Data Panel Surya *Venus Solar System VG-100-18-P*

<b>Venus Solar Sytem VG-100-18-P</b>	
Maximum Power (Pmax)	100 W
Short Circuit Current (Isc)	5.86A
Open Circuit Voltage (Voc)	22.1V
Maximum Power Current (Impp)	5.46A
Maximum Power Voltage (Vmpp)	18.3V
Module Efficiency	17.64%
Power Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	VDC 1000V
Suhu Koefisien ;	
Pada (Isc)	0.08%/°C
Pada (Voc)	-0.32%/°C
Pada (Pmax)	-0.38%/°C
Dimensi	1005x670x30 (mm)
Berat (Kg)	7.12Kg
Warna	Silver
Nilai Sekring Seri	8A
Jumlah Dioda	2



### **E. Pemasangan panel surya**

Untuk mendapatkan energi yang maksimum maka orientasi pemasangan rangkaian panel surya ke arah matahari adalah hal yang penting untuk diperhatikan. Letak geografis yang berada pada posisi  $5^{\circ}10'57.7''$  LS dan  $119^{\circ}26'30.4$  BT menunjukkan bahwa wilayah Universitas Muhammadiyah Makassar berada di belahan bumi selatan. Berdasarkan hal tersebut, maka pemasangan panel surya (*array*) untuk PLTS di Gedung Iqra di orientasikan mengarah ke Utara.

### **F. Kapasitas *Charge Controller***

Untuk menghitung kapasitas *Charge Controller* maka digunakan persamaan 2.7 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I &= I_{SC \text{ panel}} \times N_{\text{panel}} \times 125 \% \\ &= 5,86 \times 226 \times 1,25 \\ &= 1655,45 \text{ A} \end{aligned}$$

### **G. Menghitung kapasitas baterai**

Dalam pemilihan baterai harus memperhitungkan keadaan-keadaan darurat seperti pada suatu keadaan tertentu terjadi hujan ataupun langit berawan selama 3 hari berturut-turut, maka kapasitas baterai haruslah tiga kali lipat dari kapasitas yang diperlukan. Dalam penelitian ini baterai di desain dengan DOD 70%, sehingga hanya 70% dari total daya dari baterai yang akan digunakan.

Pemilihan baterai harus memperhatikan efisiensi dari baterai yang digunakan. Biasanya efisiensinya adalah 90% dari kapasitas (Ah) maksimum baterai. Atau dengan kata lain, baterai yang digunakan haruslah lebih besar 10% dari kebutuhan daya pemakaian.

Jumlah penyimpanan energi yang dibutuhkan dapat diperhitungkan menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times 1 \text{ h} \\ &= 24 \text{ V} \times 100 \text{ Ah} \times 1 \text{ h} \\ &= 2400 \text{ Wh} \\ &= 2,4 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Untuk mencari jumlah baterai diperoleh dari jumlah energi dibagi daya total baterai :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah energi}}{\text{daya baterai}} \\ &= \frac{112,464 \text{ kWh}}{2,4 \text{ kWh}} \\ &= 46,84 \\ &= 48 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jumlah baterai yang di serikan rumus 2.12 berikut :

$$N_s = \frac{V_{dc}}{V_b}$$

$$N_s = \frac{24}{12}$$

= 2 buah baterai terpasang seri

Jumlah baterai yang di parallel sesuai rumus 2.13 berikut :

$$N_p = \frac{N_{battery}}{N_s}$$

$$N_p = \frac{48}{2}$$

= 24 buah baterai terpasang parallel

Dengan jumlah komponen baterai sebanyak 48 buah, agar dapat dirangkai seri dan parallel maka 24 buah baterai dirangkai secara parallel dan 2 buah baterai disusun secara seri.

## H. Kapasitas inverter

untuk menghitung kapasitas inverter dapat ditentukan dengan perhitungan berikut :

$$p_{inv} = v_{ov} \times I_{sc} \times \eta \times f_c$$

$$p_{inv} = 220 \times 14,2 \times 0,95 \times 3$$

$$= 8903,4 \text{ W}$$

$$= 8903,4 \times 3$$

$$= 26.710,2 \text{ W}$$

## I. Penghantar

1. Arus nominal pada pompa air

$$I_n = \frac{P}{V}$$

Dengan persamaan diatas maka didapatkan arus nominal untuk pompa air dengan daya 9372 watt = 14,2 A. Maka kuat hantar arus diperhitungkan dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125 \% \times I_n \\ &= 125\% \times 7,89 \\ &= 1,25 \times 7,89 \\ &= 9,86 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi penghantar yang digunakan untuk arus sebesar 9,86 A adalah kabel NYAF 1 x 1,5 mm dengan KHA maksimum 19 A.

2. Jatuh tegangan

Untuk menghitung jatuh tegangan suatu penghantar hal pertama yang dilakukan adalah mencari luas penampang dan hambatan penghantar.

Panjang penghantar dari sistem ke beban yang digunakan ditambahkan toleransi sebesar 10% sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.2. panjang penghantar

no	Beban	Panjang (m)	Toleransi (10%)
1	Pompa air	45	49,5

Untuk menentukan luas penampang digunakan rumus 2.15

$$\begin{aligned} A &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 \times 0,75^2 \\ &= 3,14 \times 0,56 \\ &= 1,75 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk menentukan hambatan penghantar digunakan rumus 2.16

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{L}{A} \\ &= 0,017241 \frac{49,5}{1,75} \\ &= 0,017241 \times 28,28 \\ &= 0,48 \text{ ohm/m} \end{aligned}$$

Apabila luas penampang dan hambatan telah ditentukan maka jatuh tegangan penghantar dapat dioperhitungkan dengan menggunakan rumus 2.17 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Delta V &= I \cdot R \cdot \cos \varphi \\ &= 14,2 \times 0,48 \times 0,88 \\ &= 5,99 \text{ V} \end{aligned}$$

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Dari hasil analisis desain sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan panel surya 100 WP dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem PLTS yang digunakan adalah sistem PLTS *Off Grid* dengan daya beban yaitu 9372 Watt, luas area PV yang dibutuhkan adalah 108,14 m<sup>2</sup>, total jumlah panel yang diperlukan sebanyak 226 panel yang diorientasikan kearah utara, maka jumlah penyimpanan energi yang dibutuhkan sebesar 2,4 kWh dengan jumlah minimum baterai adalah 48 buah baterai.
2. Kelayakan pemanfaatan PLTS yang akan dibangkitkan pada Gedung Iqra Universitas Muhammadiyah Makassar dapat dilihat letak geografis kota Makassar yang memiliki insolasi harian rata-rata 5,87 pada tahun 2017, dengan penempatan pemasangan panel surya yang terletak pada sayap gedung Iqra setinggi 10 lantai.

#### **B. Saran**

1. Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan sistem pengelolaan yang memperhitungkan ekonomi yang berbeda dari setiap komponen PLTS.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh sudut kemiringan pemasangan modul terhadap energi yang dihasilkan.

3. Sebaiknya pemanfaatan pembangkitan produksi energi listrik dari PLTS di optimalkan penggunaannya pada bidang yang lain dalam Universitas Muhammadiyah Makassar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariawan AT, Indra T, Arta dan Wijaya. 2013. Jurnal Tugas Akhir  
*Perbandingan Penggunaan Motor DC dengan AC Sebagai penggerak  
Pompa Air Yang Disuplai Oleh Sistem PLTS*
- Hasan H. 2012. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan  
*Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dipulau Saugi*
- Subandi, Hani S. 2015. Jurnal Teknologi Technoscientia  
*Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air  
Dengan Menggunakan Solar Cell*
- Supranto. 2015, *Teknologi Tenaga Surya Edisi ke 1*, Global Pustaka Utama,  
Yogyakarta
- Syamsudin M. 2013, *Membuat Sendiri Pembangkit Listrik Tenaga Surya*,  
[Bukudigital.net.](http://bukudigital.net), diakses pada 27 Februari 2016, pkl. 15.47
- Jati, I Nengah. 2011. Studi Pemanfaatan PLTS Hibrid Dengan PLN di Vila  
Adleson Ubud. Tesis. Universitas Udayana Denpasar.
- Kadir, Abdul. 2005. Energi: Sumber daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi  
Ekonomi. Edisi Ketiga. Jakarta. Universitas Indonesia.
- Wibawa U, Darmawan A. 2008. Penerapan Sistem Photovoltaik Sebagai Suplai  
Daya Listrik Beban Pertamanan. *Jurnal EECCISVol.II, No.IJuni.*