

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Panel Surya

Panel surya adalah sebuah alat yang mempunyai peran yang penting dalam pembangkit listrik tenaga surya. Panel surya itu berfungsi untuk mengkonversi energi surya menjadi energi dalam bentuk listrik. Pada sel surya terdapat sel *photovoltaic* yang dapat merubah energi cahaya matahari langsung menjadi listrik. Fungsi dari sel surya adalah menangkap energi yang terdapat pada sinar matahari secara langsung. Modul surya (*photovoltaic*) adalah sejumlah sel surya yang dirangkai secara seri dan paralel, untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan sehingga cukup untuk pemakaian sistem catu daya beban.

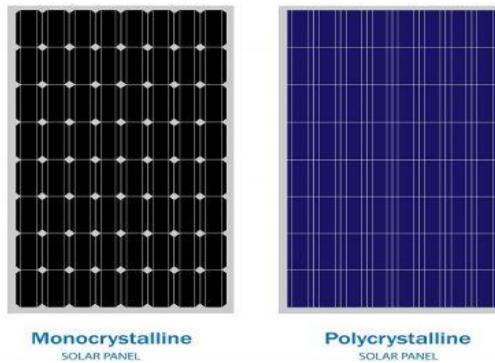
1. Panel Surya *Monocrystalline*

Panel Surya *Monocrystalline* adalah jenis panel surya yang berwarna hitam atau gelap dan terlihat seragam dibandingkan panel surya *polycrystalline* dan terbuat dari kristal *silicon* murni. Panel ini cenderung lebih efisien dalam mengubah energi matahari menjadi listrik dan lebih tahan terhadap panas, sehingga dapat berkinerja lebih baik pada suhu yang tinggi.

2. Panel Surya *Polycrystalline*

Panel Surya *Polycrystalline* adalah jenis panel surya yang materialnya berasal dari susunan kristal yang acak, modul *solar cell polycrystalline* dengan efisiensi terbaik, dalam desain dan tekstur frame lebih kokoh dan kuat dan jumlah sel surya didalam jenis tipe *polycrystalline* lebih banyak dibandingkan dengan jenis sel surya lainnya. Panel surya jenis ini lebih rentan terhadap kerusakan dan degradasi seiring berjalannya waktu dan memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe *monocrystalline*, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.

Pada umumnya panel surya terbuat dari bahan *crystalline silicon* yang memiliki beberapa jenis yaitu panel surya *Monocrystalline* dan *Polycrystalline* yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Panel Surya *Monocrystalline* dan *Polycrystalline*

Adapun Spesifikasi dari panel surya 50 Wp dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Spesifikasi Panel Surya 50Wp

<i>Max. Power</i>	50 Wp
<i>Max. Power Voltage</i>	18,8 V
<i>Max. Power Current</i>	2,66 A
<i>Open Circuit Voltage</i>	22,90 V
<i>Short Circuit Current</i>	2,88 A

Untuk menghitung kapasitas pada panel surya yang dibutuhkan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P \text{ panel surya} = \frac{ET}{\text{Insolasi Matahari}} \times 1,1 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- P panel Surya : Daya Panel Surya (Wp)
 ET : Penggunaan Daya (Wh)
 Insolasi matahari : Waktu Efektif Penyinaran matahari
 1,1 : Faktor Penyusutan

2.2 Sistem Pendinginan Pada Panel Surya

Sistem pendingin adalah suatu sistem yang mempertahankan atau menurunkan suhu ke kondisi ideal dengan cara memindahkan panas dari suatu bidang ke air atau udara. Perpindahan panas pada dasarnya adalah perpindahan energi dari suatu tempat ke tempat lain dan terjadi perbedaan suhu antara dua bagian suatu benda. Panas akan berpindah dari suhu tinggi ke suhu rendah. Sistem pendingin ada bermacam-macam jenisnya mulai dari hembusan udara, media perpindahan, aliran air dan pendinginan dengan kombinasi dari semua sistem tersebut ^[6].

Beberapa peneliti tentang sistem pendingin telah dilakukan. Berdasarkan penelitian Eqwar Saputra dan teman temannya yang dibuatnya sistem pendingin menggunakan kontrol data *logger* dan pompa untuk sistem pendinginnya dengan hasil penelitiannya menunjukkan panel surya pendingin meningkatkan tegangan rata-rata sebesar 5,5% dibandingkan dengan tanpa pendinginan. Selain itu, panel surya dengan pendingin memiliki peningkatan kinerja rata-rata sebesar, 6% dibandingkan panel surya tanpa pendingin ^[7].

Penelitian Tri Rahajoeningroem, Ichsan Jatnika yang dibuatnya Alat dari sistem pendingin menggunakan metode yang dilakukan dengan cara mengalirkan air pada permukaan belakang panel surya melalui pipa saluran air yang terbuat dari alumunium pada bagian belakang panel surya. Hasil dari sistem ini adalah panel surya yang menggunakan pendingin efisiensinya lebih besar didapat dari pada tanpa pendingin ^[8].

Beberapa fungsi dari adanya sistem pendingin diantaranya dapat meningkatkan efisiensi daya output yang dihasilkan panel surya, menurunkan suhu permukaan panel surya agar tidak cepat rusak, dan menjaga baterai dari panas matahari.

2.3 *Solar Charge Controller* (SCC)

Solar Charge Controller merupakan komponen sistem PLTS yang berfungsi sebagai pengatur arus listrik dari arus masuk ke panel maupun arus keluar yang digunakan. Bekerja untuk melindungi baterai dari pengisian berlebih (*overcharging*) dan mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai ^[9].

Komponen ini bekerja dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian sesuai dengan keluaran panel surya. Selain itu juga berfungsi untuk mengubah arus DC tegangan tinggi dari panel surya menjadi arus tegangan rendah sesuai dengan kapasitas baterai, untuk mengurangi arus pengisian baterai ketika baterai sudah penuh, mencegah terjadinya

perpindahan arus balik dari baterai. baterai. menjadi energi surya. panel di malam hari atau ketika tidak ada cukup sinar matahari. SCC yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Solar Charge Controller*

Adapun Spesifikasi dari *Solar Charge Controller* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi *Solar Charge Controller*

Type	PWM
<i>Max. Charge Current</i>	10 A
<i>Max. Solar Panel Input Voltage</i>	50 V
<i>Rated Voltage</i>	12 V / 24 V
<i>Stop Charge Voltage</i>	14,7 / 29,4 V
<i>Low Voltage Recovery</i>	12,2 / 24,4 V
<i>Low Voltage Protection</i>	10,5 / 21,0 V

2.4 Baterai / accu

Baterai atau *accu* merupakan sumber energi yang dapat mengkonversi energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik yang digunakan pada perangkat elektronik. Dilihat dari performanya, baterai saat ini sedang dalam tahap perkembangan yang pesat, namun masih terjadi jika baterai tidak diisi dalam waktu lama maka daya baterai akan berkurang dengan sendirinya ^[10]. Baterai yang digunakan memiliki kapasitas 9Ah 12V dengan jenis VOZ *deep cycle* yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Baterai

Adapun Spesifikasi dari baterai dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Baterai

Volt	12 V
Kapasitas	9 Ah
Dimensi	151 x 65 x 100 mm
Terminal	T2

Penentuan kapasitas baterai, memerlukan data tentang total beban yang terhubung pada baterai. Kapasitas baterai merupakan perbandingan antara total beban dan tegangan baterai serta efisiensi sistem panel surya secara keseluruhan sesuai dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{\text{Total Daya Beban}}{\text{Teg. Baterai} \times \text{DOD} \times \text{Efisiensi Charging}} \dots (2)$$

Penentuan jumlah baterai yang akan digunakan dapat dicari dengan membagikan kapasitas baterai yang dibutuhkan dengan kapasitas baterai yang dipakai.

2.5 MCB DC

MCB DC (*Miniature Circuit Breaker Direct Current*) merupakan suatu alat proteksi listrik yang dirancang khusus untuk memproteksi rangkaian arus searah (DC). MCB DC digunakan dalam sistem tenaga surya (panel surya), baterai dan peralatan elektronik yang beroperasi pada sumber listrik DC. Fungsi utamanya adalah untuk melindungi sistem terhadap arus lebih dan korsleting serta untuk mengisolasi komponen selama pemeliharaan atau perbaikan. MCD DC yang digunakan memiliki rating arus yaitu 10 A dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 MCB DC

Adapun Spesifikasi dari *MCB DC* dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Spesifikasi MCB DC

<i>Pole</i>	2P
Tegangan	DC 440 V
Arus	10 A

2.6 Pompa DC

Pompa air merupakan suatu alat yang digunakan untuk memindahkan air dari daerah yang bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi. Pada dasarnya, pompa air sama seperti motor DC pada umumnya, hanya saja dikemas untuk digunakan di bawah air. Pompa air yang digunakan 12V ^[5].

Pompa air DC dapat dilihat pada Gambar 2.5 dan spesifikasi pompa DC pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Spesifikasi Pompa DC

<i>Voltage</i>	DC 12 V
<i>Power</i>	22 W
<i>Water flow</i>	800 L/h
<i>Drat Male</i>	½ inch



Gambar 2. 5 Pompa Air DC

2.7 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan *mikrokontroler* yang menggunakan IC ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin *input/output* digital, dan fungsi masing-masing pin adalah sebagai berikut: 6 pin untuk *output* PWM, 6 pin untuk *input* analog, port USB, osilator kristal 16MHz, dan tombol *reset*. Fungsi setiap pin pada Arduino Uno berbeda-beda. *Board* ini memiliki supply arus DC yang dapat diambil dari adaptor, kabel USB, dan baterai. Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Arduino Uno

2.9 Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor pengukur suhu yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler. Sensor ini mempunyai output digital sehingga tidak memerlukan rangkaian ADC, akurasi dan kecepatan pengukuran suhu lebih baik dibandingkan sensor suhu lainnya. Rasio tegangan sensor DS18B20 yang ideal adalah 100°C , yaitu sama dengan 1 volt ^[5]. Sensor suhu DS18B20 yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Sensor Suhu DS18B20

Adapun spesifikasi dari Sensor Suhu DS18B20 dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20

Catu Daya	3 ~ 5.5VDC
Sensor	Dallas DS18b20
Output	Digital
Kabel	Merah (Vcc), Hitam (GND), dan Kuning (Data/Sinyal)

2.10 Modul PZEM 015

Modul ini merupakan salah satu jenis sensor karena dapat membaca tegangan, arus dan daya aktif untuk pengukuran. Alat ini digunakan untuk membaca nilai tegangan, arus dan daya. Tegangan ini dikalikan dengan arus untuk mendapatkan nilai daya. Terdapat dua jenis modul PZEM yaitu PZEM 015 (DC) dan PZEM 004t (AC). PZEM 015 yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Modul PZEM 015

Adapun spesifikasi dari PZEM-015 dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2. 9 Spesifikasi PZEM-015

Type	PZEM-015
Current	0-300 A
Voltage	0-200 V
Power	0-60000 W
Energy consumption	0-9999 kWh
Impedance	0-1000 Ω
Capacity	0-10000 AH

2.11 Real-Time Clock (RTC)

Real-Time Clock adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi sebagai pengatur waktu secara kontinu dalam suatu sistem, memungkinkan pelacakan waktu dan tanggal secara presisi, bahkan ketika sistem utama dalam keadaan mati atau kehilangan daya. RTC biasanya dilengkapi dengan sumber daya cadangan, seperti baterai, sehingga dapat mempertahankan waktu yang berjalan tanpa tergantung pada catu daya utama. RTC yang digunakan adalah DS3231 dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2. 10 *Real-Time Clock*

Adapun spesifikasi dari RTC dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2. 10 Spesifikasi RTC

Modul	DS3231
<i>Operating voltage</i>	3.3 - 5 .5 V
<i>Size</i>	38mm x 22mm x 14mm

~Halaman ini sengaja dikosongkan~