

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pada Penelitian ini peneliti menggunakan beberapa tinjauan Pustaka yang dapat mendukung penelitian ini, berikut tinjauan pustaka yang digunakan penelitian dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Tinjauan Pustaka

| Nomor literatur    | Penulis                  | Tahun | Judul   | Hasil   |
|--------------------|--------------------------|-------|---|---|
| Tinjauan pustaka 1 | Randis dan Syaeful Akbar | 2021  | Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) <i>Portable</i> | Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil dari pengukuran pada <i>output</i> terminal lampu <i>Direct Current</i> (DC) yang dihasilkan antara 12,44 Volt sampai 12,54 Volt sementara untuk arus konstan pada 0,86 Ampere (Baharuddin & Randis, 2021) . |

Tabel Lanjutan Tinjauan Pustaka

|                       |  |      |  |   |
|-----------------------|--|------|--|---|
| Tinjauan<br>pustaka 2 | Andi<br>Julisman,<br>Ira Devi<br>Sara dan<br>Ramdhan<br>Halid<br>Siregar | 2017 | <i>Prototipe</i><br>Pemanfaatan<br>Panel Surya<br>Sebagai<br>Sumber<br>Energi Pada<br>Sistem<br>Otomasi Atap<br>Stadion Bola | Tujuan penelitian ini adalah<br>untuk menghasilkan <i>prototipe</i><br>sistem buka tutup atap stadion<br>secara otomatis. Panel surya<br>50 Wp yang dipasang pada<br>lokasi penelitian ini memiliki<br>efisiensi 11.08%, sehingga<br>panel surya dengan daya<br><i>output</i> maksimum 50 Wp<br>mampu menghasilkan daya<br><i>output</i> panel surya adalah<br>30.79 watt. (Julisman et al.,<br>2017) |
|-----------------------|--|------|--|---|

Tabel Lanjutan Tinjauan Pustaka

|                       |   |      |   |  |
|-----------------------|---|------|---|--|
| Tinjauan<br>pustaka 3 | Teguh<br>Yuwono,<br>Agus<br>Darwanto<br>dan Ratna<br>Dwi Rahayu | 2021 | Desain dan<br>aplikasi<br>pembangkit<br>listrik tenaga<br>surya sebagai<br>suplai daya<br>penerangan<br>dan<br>fotosintesis | Berdasarkan pada penelitian diketahui jumlah daya yang mampu dihasilkan oleh panel surya, sebesar 200Wh per hari, kebutuhan beban listrik per hari sebesar 73 kWh. Kapasitas baterai 12V 7ah menghasilkan lama waktu pemakaian kebutuhan listrik untuk beban penerangan dan fotosintesis sebesar 1,4 jam, yaitu mulai dari jam 17.45 wib. sampai dengan jam 19.05 wib. (Yuwono et al., 2021) |
|-----------------------|---|------|---|--|

Tabel Lanjutan Tinjauan Pustaka

|                       |   |      |  |   |
|-----------------------|---|------|--|---|
| Tinjauan<br>pustaka 4 | Luki Adi<br>Gunawan,<br>Achmad<br>Imam<br>Agung,<br>Mahendra<br>Widyartono,<br>Subuh Isnur<br>Haryudo | 2021 | Rancang<br>Bangun<br>Pembangkit<br>Listrik<br>Tenaga Surya<br>Portable | Setelah melakukan penelitian pada alat yang telah dibuat maka didapatkan hasil dari penelitian. Data daya puncak yang dihasilkan terjadi pada jam 13.00 dengan tegangan 20V dan arus yang dibangkitkan sebesar 2.2A sedangkan Rata-rata dari tegangan sebesar 17,01V, arus sebesar 1.84A. Hasil pengujian pengisian accu dilakukan pengisian selama 8 jam dengan kapasitas tegangan 13.60V. Lama pemakaian accu yang dibebani oleh 4 buah lampu LED 5 watt dengan waktu pemakaian selama 6 jam.(Gunawan et al., 2021) |
|-----------------------|---|------|--|---|

Tabel Lanjutan Tinjauan Pustaka

|                       |                  |      |   |  |
|-----------------------|------------------|------|---|--|
| Tinjauan<br>pustaka 5 | Rahmat<br>Hasrul | 2021 | Analisis<br>Efisiensi<br>Panel Surya<br>Sebagai<br>Energi<br>Alternatif | Peneliti memilih melakukan percobaan dalam rentang waktu 11.00 sampai dengan 15.00 adalah dikarenakan pada kurun waktu tersebut intensitas cahaya matahari bernilai tinggi dan pada jam tersebut energi matahari dalam keadaan optimal. Jadi, rata-rata daya yang dihasilkan panel dalam sehari jika tanpa beban yaitu sebesar 0,0431 Watt. Sedangkan, rata-rata daya yang dihasilkan panel jika dengan beban yaitu sebesar 0,0474 Watt. |
|-----------------------|------------------|------|---|--|

## 2.2 Photovoltaic

Kata *photovoltaic* terdiri dari dua kata yaitu *photo* dan *volta* yang berasal bahasa Yunani. *Photo* berarti cahaya (*phos*, *photos*) dan *volta* berasal dari nama seseorang fisikawan Italia yaitu Alessandro Volta (1745-1827) yang berarti unit tegangan listrik. Kata *photovoltaic* biasa disingkat dengan PV, *photovoltaic* adalah teknologi yang menghasilkan energi listrik *Direct Current* (DC) dari bahan

semikonduktor yang terpapar oleh energi radiasi matahari. Selama cahaya bersinar mengenai *solar cell* (nama individual elemen *photovoltaic*), maka akan menghasilkan energi listrik ketika tidak ada cahaya, energi listrik juga berhenti dihasilkan. Sinar matahari memancarkan gelombang menggunakan panjang gelombang yang berbeda-beda mulai dari 250 nm (nano meter) sampai dengan 2500 nm (nano meter) yang berupa sinar ultraviolet, sinar *infrared* sampai cahaya tampak. tidak semua sinar langsung cahaya matahari pada atmosfer sampai ke permukaan bumi. Atmosfer melemahkan banyak bagian spektrum cahaya. Beberapa persen radiasi ultraviolet juga disaring oleh atmosfer, beberapa dipantulkan kembali ke angkasa serta beberapa bagian lagi tersebar pada atmosfer yang membuat langit terlihat biru. Intensitas cahaya matahari yang sampai ke tanah melemah sebab sinar matahari mendekati horizon serta terdapat lebih banyak atmosfer atau massa udara yang akan ditembus. Atmosfer artinya penyerap yang kuat yang dapat mengurangi energi yang sampai ke bumi sebesar 50 persen atau lebih (Myori et al., 2019).

### **2.2.1 Prinsip Kerja Sel Surya**

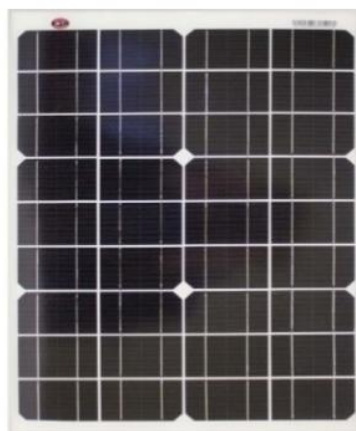
Sel surya bekerja berdasarkan efek fotoelektrik pada material semikonduktor untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya menghasilkan arus yang dipergunakan untuk mengisi baterai sebagai cadangan energi listrik. Pada sel surya terdiri dari fotovoltaiik yang menghasilkan energi listrik dari intensitas cahaya, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) arus listrik yang dihasilkan juga akan berkurang dalam penyerapan energi matahari sehingga pengisian energi listrik ke baterai tidak maksimal (Saodah & Utami, 2019). Secara sederhana sel surya terdiri dari persambungan bahan

semikonduktor bertipe P dan N P-N *junction semiconductor* jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik pada panel surya merupakan sel fotovoltaik yang merupakan perangkat listrik yang merubah energi dari cahaya matahari langsung dari cahaya matahari langsung menjadi listrik oleh efek fotovoltaik (Harahap, 2020).

### 2.2.2 Jenis-jenis sel surya

#### 1. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat – tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Dibuat dari bahan silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk bujur. Sel surya berjenis monokristal dapat dibuat setelah 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24% (Harahap, 2020).



**Gambar 2.1** Sel Surya Monokristal  
(Harahap, 2020)

## 2. Polikristal (*Poly-crystalline*)

Merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal. Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul di atas lapisan silikon. Sel surya polikristal ini kurang efektif dibandingkan dengan sel *mono-crystalline* (efektifitas 18%) (Harahap, 2020).



**Gambar 2.2** Sel Surya Polikristal  
(Gifson & Pambudi, 2020)

## 3. *Thin Film Photovoltaik*

Merupakan panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis *mikrokristal-silicon* dan. Inovasi terbaru adalah *Thin Film Triple Junction PV* (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan. Merupakan bahan dari film *tipis poly-crystalline* nilai efisiensi 17.7%





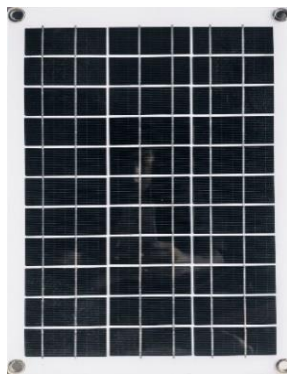
**Gambar 2.3** Thin Film  
(Harahap, 2020)

### 2.3 Komponen Utama PLTS

Pada penelitian ini peneliti memerlukan komponen-komponen yang mendukung untuk pembuatan alat Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *portable* sebagai berikut :

#### 2.3.1 Solar cell

*Solar cell* merupakan suatu komponen pengubah energi panas matahari menjadi energi listrik yang merupakan perangkat semikonduktor yang terdiri dari serangkaian dioda tipe p dan n yang mampu menkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari terdiri dari partikel – partikel yang disebut sebagai *photon* kemudian *photon* menumbuk atom semikonduktor sel surya dan ditransfer pada elektron yang terdapat pada atom sel surya yang merupakan bahan semikonduktor sehingga terjadinya energi listrik. *Solar cell* dapat dilihat pada gambar 2.4



**Gambar 2.4** solar cell polycrystalline

Pada gambar 2.4 *solar cell* berjenis *polycrystalline* yang mana kelebihan dari *solar cell* jenis ini yaitu harga yang murah sehingga banyak yang menggunakan *solar cell* jenis *polycrystalline* (Julisman et al., 2017). Rumus perhitungan *Solar cell* dapat dilihat pada rumus persamaan 2.1 dan 2.2

Adapun rumus untuk mencari total beban listrik harian dapat dilihat pada rumus persamaan 2.1

1. Mencari total beban listrik harian

$$\text{Beban Pemakaian} = \text{Daya} \times \text{Lama Pemakaian} \quad (2.1)$$

Adapun rumus untuk menentukan ukuran kapasitas panel surya dapat dilihat pada rumus persamaan 2.2

2. Menentukan ukuran kapasitas panel surya

$$\text{Kapasitas panel surya} = \frac{\text{Total Beban Pemakain Harian}}{n \text{ Baterai} + \text{Insolasi Panel Surya}} \quad (2.2)$$

### 2.3.2 *Solar Charge Controller*

*Solar Charge Controller* (SCC) adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charger controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena batere sudah penuh) dan kelebihan *voltase* dari panel surya atau solar cell. *Solar charge controller* menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya atau *solar cell* 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt (Julisman et al., 2017).



**Gambar 2.5** Solar Charge Controller (SCC)

### 2.3.3 Aki (baterai)

Baterai merupakan alat menyimpan energi listrik melalui proses elektrokimia. Proses elektrokimia adalah di dalam baterai terjadi perubahan kimia menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda. Pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Portable* energi listrik yang dihasilkan oleh *solar cell* akan disimpan menggunakan baterai karena energi listrik yang dihasilkan oleh *solar cell* tidak langsung dihubungkan ke beban. Baterai yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.6



**Gambar 2.6** Aki (baterai)

Pada gambar 2.6 baterai yang digunakan pada penelitian ini yaitu berjenis accumulator yang biasanya sering digunakan pada kendaraan motor, baterai ini mempunyai tegangan sebesar 12 V dengan kapasitas 3.5 Ah (Julisman et al., 2017). Rumus perhitungan baterai dapat dilihat pada rumus persamaan 2.3 dan 2.4

Adapun rumus untuk menentukan kapasitas baterai dapat dilihat pada rumus persamaan 2.3

### 1. Rumus Menentukan Kapasitas Baterai

$$\text{Kapasitas baterai} = \frac{\text{Total Beban Pemakaian Harian}}{V_{dc}} : DOD \quad (2.3)$$

Keterangan:

$V_{dc}$  = Tegangan Sistem

$DOD$  = *Depth of discharge*

Adapun rumus lama pengisian baterai dapat dilihat pada rumus persamaan 2.4

### 2. Rumus Lama Pengisian Baterai

$$\text{Lama pengisian baterai atau aki } T_1 = \frac{C}{I} + 20\% \quad (2.4)$$

Keterangan:

$I$  = Arus Pengisian (Ampere)

$C$  = Kapasitas (Ampere hours)

$T_1$  = Waktu yang diinginkan (Hours)

#### 2.3.4 Inverter

Inverter adalah konverter tegangan arus searah (DC) ke tegangan bolak-balik (AC). Fungsi dari sebuah inverter adalah untuk mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC yang simetris dengan besar magnitudo dan frekuensi yang diinginkan. Tegangan keluaran dapat bernilai tetap atau berubah-ubah pada frekuensi tetap atau berubah-ubah. Tegangan keluaran yang berubah-ubah dapat diperoleh dengan memvariasikan tegangan masukan DC dan menjaga penguatan inverter bernilai tetap. Sebaliknya jika tegangan masukan DC tetap dan tidak terkontrol, tegangan keluaran yang berubah-ubah dapat diperoleh dengan memvariasikan penguatan dari inverter. Variasi penguatan inverter biasanya diperoleh dengan menggunakan pengendali Pulse-Width-Modulation (PWM) dan

Sinusoidal Pulsa Width Modulation (SPWM) yang ada di dalam inverter (SAODAH & UTAMI, 2019).



**Gambar 2.7** Inverter  
(Ariyani et al., 2021)

Bentuk gelombang keluaran dari sebuah inverter ideal seharusnya berupa gelombang sinusoidal murni. Namun demikian, bentuk gelombang keluaran inverter tidak berupa gelombang sinusoidal murni dan memuat harmonisa atau gangguan.

### **2.3.5 Arduino Uno**

Komponen utama yang berada didalam papan arduino merupakan sebuah mikrokontroler 8 bit dengan merk atmega yang dibuat oleh Atmel Corporation. Arduino memiliki 14 pin input dan output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu mensupport mikrokontroller dan dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB (Suryantoro et al., 2019).



**Gambar 2.8** Arduino Uno

### 2.3.6 Sensor ACS712

Sensor ACS712 adalah sensor yang dipergunakan untuk mengukur arus dc, pada penelitian ini sensor ACS712 dipergunakan untuk mengecek arus keluaran dari panel surya. Salah satu sensor untuk proses deteksi arus listrik tersebut adalah ACS712 yang bekerja dengan prinsip efek Hall. Pada sensor ini mampu bekerja dengan memanfaatkan peristiwa hall effect yang bekerja menggunakan prinsip gaya Lorenz. Sensor ini juga memiliki tegangan kerja 5 V dan memiliki resistansi internal sebesar  $1.2 \text{ m}\Omega$  (Mada, 2020). Bagian-bagian dari sensor arus ACS712 yaitu:

**Tabel 2.2** Pin Sensor ACS712

| No | Pin   | Fungsi                             |
|----|-------|------------------------------------|
| 1  | Pin 1 | IP+ yang merupakan masukan arus.   |
| 2  | Pin 2 | IP+ yang merupakan masukan arus    |
| 3  | Pin 3 | IP- yang merupakan keluaran arus   |
| 4  | Pin 4 | IP- yang merupakan keluaran arus   |
| 5. | Pin 5 | Ground                             |
| 6. | Pin 6 | Terminal untuk kapasitor eksternal |
| 7. | Pin 7 | Keluaran tegangan analog           |
| 8  | Pin 8 | Power supply 5 V                   |

Sensor arus ACS 712 ini dibuat secara komplek dalam bentuk IC yang bekerja dengan prinsip merespon juga mengukur medan magnet yang timbul disekitar

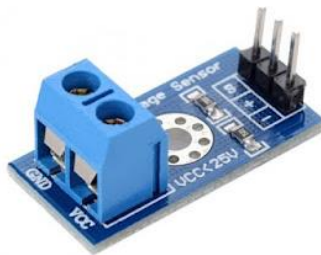
kawat berarus dengan mengkombinasikan fungsi dari resistor shunt dan current transformer sebagai sensor arus AC maupun DC yang memiliki tingkat akurasi pembacaan yang tinggi. Gambar sensor ACS712 dapat dilihat pada gambar 2.9



**Gambar 2.9** ACS712

### 2.3.7 Voltage Sensor DC

Sensor tegangan DC merupakan rangkaian pembagi tegangan yang dibuat menjadi sebuah modul. Modul sensor tegangan DC ini mampu untuk mengukur tegangan hingga 25 V (Imron & Andromeda, 2018). Pada modul sensor tegangan DC terdapat tiga pin, Pin S merupakan pin output sensor yang akan dihubungkan ke ADC arduino, pin + disambungkan ke 5 V arduino dan pin – dihubungkan ke ground arduino. Gambar sensor tegangan bisa dilihat pada 2.10

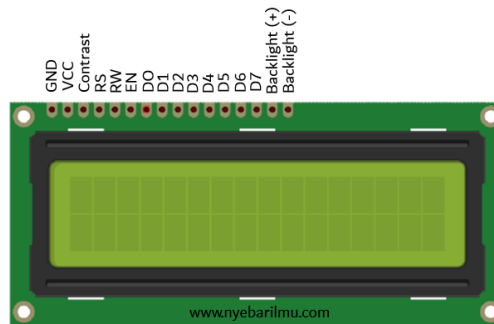


**Gambar 2.10** Sensor Tegangan DC

### 2.3.8 LCD 16X2 (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*liquid Crystal Display*) suatu komponen yang memiliki fungsi untuk menampilkan tulisan ataupun angka atau indikator yang diberikan kedalam mikrokontroler biasa disebut juga LCD (*liquid Crystal Display*). LCD sudah

banyak digunakann oleh alat-alat elektronik seperti televise, *handphone* ataupun layar computer. (Suryantoro et al., 2019) LCD yang digunakan berukuran 16X2 yang dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini.



**Gambar 2.11** LCD 16X2 (*Liquid Crystal Display*)

### 2.3.9 I2C LCD

Pada LCD terdapat suatu modul berfungsi untuk mengendalikan secara serial *sinkron* dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*) yang disebut I2C LCD. Pada modul I2C memakai IC tipe ICPC8574 (Suryantoro et al., 2019).



**Gambar 2.12** Modul I2C LCD