

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teoritis

1. Photovoltaic (PV)

Photovoltaic (PV) adalah teknologi yang dapat menghasilkan listrik DC (*Direct Current*) yang menggunakan bahan semikonduktor. *Photovoltaic* dapat menghasilkan energi listrik ketika permukaan terkena cahaya, jika permukaan *Photovoltaic* tidak terpapar cahaya maka *Photovoltaic* berhenti menghasilkan energi listrik (Myori et al., 2019).

Perlu diketahui bahwa terdapat jenis-jenis panel surya yang memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Berikut ini adalah jenis-jenis panel Surya ;

1. *Monocrystalline Silicon*



Gambar 2. 1 Monocrystalline Silicon

Sumber : <https://images.app.goo.gl/6r46wSRKV6mSgsmE9>

Panel surya pertama adalah *monocrystalline silicon* yang terbuat berdasar silikon. Bentuk panel surya ini tipis dan berwarna hitam. Meskipun produksi sel surya *Monocrystalline* membutuhkan biaya yang besar, sel surya *Monocrystalline* memiliki efisiensi tertinggi dari semua sel surya. Dalam studi laboratorium, efisiensi sel surya tunggal mencapai sekitar 24% (Dobrzański et al., 2012). Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari sel surya *Monocrystalline*;

Kelebihan :

- a. Lebih awet dibandingkan dengan jenis lain.
- b. Tingkat efisiensi mengubah cahaya matahari menjadi listrik lebih tinggi di bandingkan dengan jenis yang lain.

Kekurangan :

- a. Membutuhkan cahaya yang terang agar konversi cahaya matahari maksimal.
- b. Efisiensi konversi energi juga akan menurun ketika terjadi peningkatan suhu yang ekstrim.
- c. Membutuhkan biaya produksi yang cukup besar

2. Polycrystalline Silicon



Gambar 2. 2 Polycrystalline Silicon

Sumber : <https://images.app.goo.gl/qGLNL4z5syZCosfWA>

Jenis panel surya berikutnya adalah *Polycrystalline Silicon*, terbuat dari bahan silikon lalu kemudian dicairkan. Panel surya ini mempunyai ciri khas dari tampilan fisiknya yang rapi dan rapat. Dibandingkan dengan sel surya *Monocrystalline*, *Polycrystalline Silicon* lebih murah tetapi kurang efisien (Dobrzański et al., n.d.). Berikut adalah kelebihan dan kekurangan sel surya *Polycrystalline*;

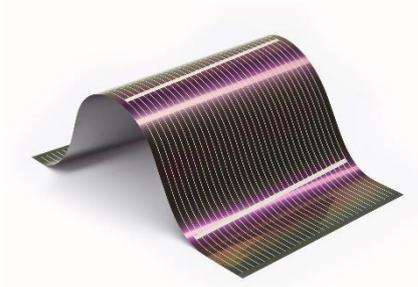
Kelebihan :

- a. Terlihat menarik dan tersusun rapi.
- b. Lebih murah.

Kekurangan :

- a. Efisiensi konversi energi matahari menjadi energi listrik lebih kecil dibandingkan jenis *monocrystalline silicon*.

3. *Thin Film Solar Cell*



Gambar 2. 3 *Thin Film Solar Cell*

Sumber : <https://images.app.goo.gl/JnKdF3m6d6aUXsFw9>

Sebagai generasi kedua sel surya, jenis *thin film*, hanya menggunakan 1% bahan baku silikon. Tujuan pembuatan sel surya ini adalah untuk mengurangi biaya pembuatan solar sel (Hadiningrat & Rofiq, 2020). Teknologi panel surya ini merupakan teknologi pembuatan panel surya dengan menggunakan sel surya tipis lalu ditempelkan pada lapisan dasar sehingga mempunyai dua lapisan.

Kelebihan :

- a. Ukuran tipis dan bentuk yang fleksibel sehingga bobot menjadi lebih ringan dibandingkan dengan jenis yang lain.
- b. Lebih ramah lingkungan.
- c. Biaya produksi lebih murah.

Kekurangan :

Tingkat efisiensi lebih rendah dibandingkan dengan jenis lain.

2. Arduino Uno R3

Arduino uno R3 merupakan Papan pengendali mikro berbasis mikrokontroler *Microchip* ATmega328P. Jenis Arduino Uno R3 yang pertama kali dirilis adalah pada tahun 2011. R3 sendiri mengacu pada tipe revisi ketiga (Asep Abdul Sofyan1, n.d.). Memiliki 14 pin input maupun output dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, port USB, power jack, ICSP header, dan sebuah tombol reset (Qomaruddin & Khairi, 2019).



Gambar 2. 4 Arduino Uno

Sumber : <https://images.app.goo.gl/kUSwj9adoUVcHYiC8>

3. Motor Aktuator

Aktuator merupakan peralatan mekanis yang dapat menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. Aktuator bekerja dengan menggunakan energi listrik yang di ubah menjadi gerak lalu dapat menggerakkan objek tempat dimana aktuator di install. Alat ini digunakan untuk menggerakkan panel surya untuk mendapatkan posisi yang di tentukan (Rijaluddin Tahfiz et al., 2023).



Gambar 2. 5 Motor Aktuator

Sumber : <https://images.app.goo.gl/L4gC54RxPmAUy8Lx8>

4. Inverter

Inverter adalah salah satu komponen utama dalam sistem panel surya yang mengubah listrik DC menjadi AC sehingga dapat dikonsumsi oleh *load* (beban) yang ada (Hafidz & Sulistiyowati, 2023). Panel surya menyerap sinar matahari dan menghasilkan energi listrik DC. Untuk kebutuhan elektronik di rumah yang mayoritas menggunakan listrik AC, bukan DC.



Gambar 2. 6 Inverter

Sumber : <https://images.app.goo.gl/13eyyB7oQvKbvJFW9>

Panel surya menyerap energi radiasi dari cahaya matahari dan menghasilkan energi listrik DC, kemudian Inverter berperan untuk mengubah energi listrik DC, menjadi energi AC untuk suplai ke arah *load* (beban).

Solar Inverter pada dasarnya mempunyai fungsi yang sama, yaitu mengubah arus listrik DC menjadi arus listrik AC. Selain fungsi dasar yang sama, inverter dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan teknologi yang digunakan, yaitu *Power Optimizer*, *Microinverter*, dan *String Inverter*.

Power Optimizer

Power optimizer merupakan komponen yang berfungsi untuk mengatur atau menstabilkan voltase arus listrik DC yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dikirimkan ke string inverter. Dengan demikian, arus listrik DC yang masuk ke string inverter menjadi lebih efisien dan stabil karena cuaca mendung tidak mempengaruhinya.

- ***Microinverter***

Karena *microinverter* dipasang di setiap panel surya, mereka langsung mengubah arus DC dari panel surya menjadi arus AC yang siap digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah. Ini juga dikenal sebagai distributed inverter.

- ***String Inverter***

Setiap panel surya terhubung ke satu atau lebih *string* dan disambungkan ke satu inverter (inverter terpusat), yang biasanya terletak di dalam rumah. *String inverter* biasanya digunakan dalam sistem listrik tenaga surya atau PLTS. Fungsi solar inverter ini akan mengubah semua panel surya menjadi energi AC.

5. Baterai

Baterai panel surya adalah bagian dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang digunakan untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya selama menerima sinar matahari. Fungsi baterai tidak hanya menyimpan energi, tetapi juga akan menghasilkan listrik saat panel surya tidak menghasilkan energi (Nainggolan et al., n.d.). Berikut adalah jenis jenis baterai Panel Surya;

1. Asam Timbal

BLUESUN



Gambar 2. 7 Baterai Asam Timbal

Sumber : <https://images.app.goo.gl/pGDvw66z9RU5R1yk9>

Apabila menginginkan baterai yang hemat biaya, jenis baterai ini adalah pilihan yang tepat. Baterai panel surya ini memiliki kapasitas DoD yang lebih rendah dibandingkan dengan abterai panel surya lainnya. Baterai tidak bertahan lama. Namun, jika menginginkan pemasangan baterai dengan jumlah yang banyak di rumah, baterai ini menjadi pilihan yang bagus.

2. Air Garam

Baterai jenis ini adalah inovasi baru dalam industri baterai solar panel. Diketahui bahwa air asin memiliki sel elektrolit yang dapat diandalkan. Konsep itulah yang diusung baterai ini, agar baterai air asin memiliki keamanan terbaik. Tidak mengandung zat atau logam berbahaya, baterai ini aman untuk lingkungan dan dapat didaur ulang. Karena baterai ini belum teruji sepenuhnya, tidak banyak orang yang menggunakannya.

3. Ion Lithium



Gambar 2. 8 Baterai Ion Lithium

Sumber :

<https://images.app.goo.gl/no8AoUD7GRy6vyUg7>

Baterai *ion lithium* adalah pilihan yang paling umum bagi pemilik panel surya. Ada banyak keuntungan yang ditawarkan. Baterai yang terbuat dari campuran kimia ini lebih ringan dan lebih kompak daripada baterai asam timbal. Umur baterai juga lebih lama dan memiliki kapasitas *Depth of Discharge* (DoD) yang lebih besar. Sayangnya, harga baterai *ion lithium* masih cukup mahal.

6. Watt Meter



Gambar 2. 9 Watt Meter

Sumber :

<https://images.app.goo.gl/KTgcHocJDxNhef9C8>

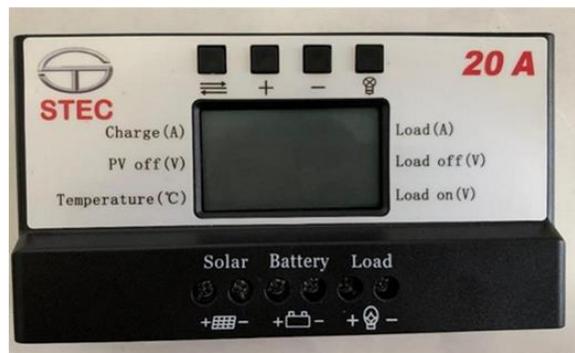
Watt meter terdiri dari dua jenis kumparan: kumparan arus dan

kumparan tegangan. Kumparan arus dipasang secara seri dengan beban, dan kumparan tegangan dipasang secara paralel dengan sumber tegangan. Watt meter adalah kombinasi dari dua alat pengukur, amperemeter dan voltmeter. Watt meter adalah alat pengukur daya listrik secara langsung yang dapat mengukur arus searah dan bolak-balik(Liestyowati et al., 2022).

Watt meter merupakan alat pengukur yang digunakan untuk mengukur daya dalam rangkaian listrik dalam satuan watt (w). Ini didasarkan pada konsep dasar tentang tegangan (volt), arus (ampere), dan resistansi (ohm). Watt meter digunakan untuk rangkaian listrik arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC).

7. Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller (SCC) adalah komponen elektronik pada PLTS untuk mengatur pengisian baterai menggunakan modul fotovoltaik menjadi lebih optimal. *Solar Charge Controller* (SCC) bekerja dengan mengatur tegangan dan arus pengisian berdasarkan daya yang tersedia dari modul fotovoltaik dan status pengisian baterai (Majaw et al., 2018).



Gambar 2. 10 Solar Charge Controller (SCC)

Sumber : <https://images.app.goo.gl/P4vJFiJBWYY4VmKw5>

Selain itu, *Solar Charge Controller* (SCC) melakukan berbagai tugas lain:

1. Perlindungan beban berlebih: Jika arus yang mengalir ke baterai lebih besar daripada yang dapat ditangani rangkaian, sistem mungkin mengalami kelebihan beban, yang dapat menyebabkan panas

berlebih dan kebakaran. Salah satu tugas utama *Solar Charge Controller* (SCC) adalah untuk mencegah beban berlebihan.

2. Pemutus tegangan rendah: Fitur ini berfungsi sebagai pemutus otomatis beban non-kritis dari baterai ketika tegangan turun di bawah batas yang telah ditentukan. Pemutus ini akan secara otomatis menyambung kembali ke baterai saat sedang diisi. Ini akan mencegah keluarnya muatan secara berlebihan.

Solar charge controller (SCC) sendiri memiliki dua jenis yaitu; pengontrol *Pulse Width Modulation* (PWM) dan pengontrol *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Pengontrol muatan PWM adalah teknologi yang lebih murah, sayangnya kurang efisien dibandingkan pengontrol muatan MPPT. Keduanya banyak digunakan dan menjalankan fungsi serupa untuk menjaga masa pakai baterai.

8. Real Time Clock (RTC)

Real Time Clock juga dikenal sebagai RTC, adalah sebuah chip yang dapat menghitung waktu dengan akurat, mulai dari detik hingga tahun, dan juga menjaga atau menyimpan data waktu secara real-time (Yuda Febryanto1, n.d.). Setelah hitung waktu selesai, outputnya disimpan atau dikirim ke perangkat lain melalui sistem antarmuka.



Gambar 2. 11 Real Time Clock (RTC) DS3231

Sumber : <https://images.app.goo.gl/xVxRsKrMjhYYzbtD9>

Manfaat dari *Real Time Clock* adalah sebagai berikut;

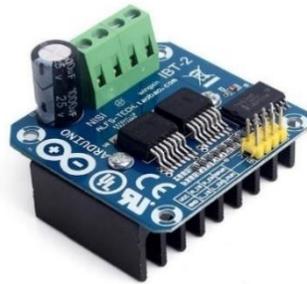
1. IC *Real-Time Clock* terbukti lebih akurat daripada metode lain seperti memprogram timer dari sebuah kontroler.
2. *Real-Time Clock* membebaskan sistem utama dari *time-critical* teks

waktu.

3. *Real-Time Clock* memiliki konsumsi daya yang rendah.

9. Driver Motor

Driver motor adalah komponen elektronik yang mengontrol motor DC. Driver motor adalah bagian yang bertanggung jawab untuk mengkonversi sinyal yang diterima mikrokontroler menjadi sinyal keluaran yang memiliki kemampuan untuk menggerakkan motor DC.



Gambar 2. 12 Driver Motor BTS7960

Sumber : <https://images.app.goo.gl/at4vpmVcAdq2dSH1A>

Driver motor DC ini memiliki fungsi PWM dan dapat mengeluarkan arus hingga 43A. Tegangan sumber DC dapat berada antara 5.5V-27VDC, dan tegangan input level dapat berada antara 3.3V-%VDC (Parmitasari & Hamka Air Tawar, 2020).

B. Kajian Empiris

Tabel 2. 1 Kajian Empiris

No	Nama Penulis	Judul	Isi
1.	-Romi Fernandes -Yudi Yuhendri	Implementasi Solar Tracker Tanpa Sensor pada Panel Surya	- Pembuatan penggerak panel surya mengikuti arah matahari tanpa sensor. - Berbasis Arduino dan RTC (Real Time Clock) sebagai

			pengatur waktu.
2.	-Muhammad Rijaluddin Tahfiz -Abdul Azis -Nita Nurdiana	Perancangan Sistem Penggerak Panel Surya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Mobile</i> Berbasis Arduino	- Pembuatan penggerak panel surya mengikuti arah matahari menggunakan modul RTC (<i>Real Time Clock</i>), Motor aktuator sebagai penggerak, LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>) sebagai sensor. - Pemrograman Arduino.
3.	-Ali Basrah Pulungan -Qori Fajri -Ichwan Yelfianhar	Peningkatan Daya Keluaran Panel Surya Menggunakan <i>Single Axis Tracker</i> Pada Daerah Khatulistiwa	- Penggunaan <i>single axis tracker</i> untuk meningkatkan keluaran daya panel surya di wilayah khatulistiwa. - Menggunakan panel surya 50WP. - Memanfaatkan Arduino Mega 2560 dan LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>).
4.	-Dwiprima Elvanny Myori -Riki Mukhaiyar -Erna Fitri	Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic	- Membuat tracking pada panel surya menggunakan LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>) sebagai sensor dan motor aktuator sebagai penggerak. - Sistem yang digunakan jenis sigle axis. - Pengujian yang dilakukan,

			pengujian kemiringan panel surya dan pengujian tanpa tracking dan dengan tracking.
--	--	--	--