

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini akan membahas pencapaian sebelumnya dan tinjauan teoritis yang bertujuan untuk memperkuat penelitian yang dilakukan.

### 2.1 Pencapaian Terdahulu

Pencapaian sebelumnya berperan sebagai referensi untuk memperkuat argumen dan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian. Selain itu, bagian ini membantu peneliti menghindari duplikasi penelitian terdahulu serta menunjukkan relevansi antara fenomena dan algoritma yang akan digunakan. Berikut adalah tabel 2.1 yang mencantumkan referensi sebelumnya, termasuk publikasi ilmiah atau jurnal terkait penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 2. 1 Pencapaian Terdahulu

| <b>Pencapaian Ke-1</b> |  |
|------------------------|--|
| Nama Penulis           | Marcos A. Ponce-Jara, Carlos Velásquez-Figueroa, María Reyes-Mero, dan Catalina Rus-Casas (2022)   |
| Judul                  | Perbandingan Kinerja antara Panel Fotovoltaik Tetap dan <i>Dual-Axis Sun-Tracking</i> dengan Sistem Pemantauan IoT   |
| Hasil                  | Hasil penelitian bahwa sistem PV dengan pelacakan dual-axis menghasilkan energi rata-rata 19,62% lebih banyak dibandingkan dengan sistem PV statis. Ini mencerminkan peningkatan energi sebesar 8,62% dibandingkan dengan studi sebelumnya di wilayah ekuatorial serupa yang menggunakan sistem pelacakan satu sumbu |
| <b>Pencapaian Ke-2</b> |  |
| Nama Penulis           | Pratama, Dhelmiga, and Asnil Asnil (2021).   |
| Judul                  | Sistem <i>Monitoring</i> Panel Surya Secara <i>Realtime</i> Berbasis Arduino Uno.  |
| Hasil                  | Pemantauan panel surya menggunakan sistem pelacakan untuk meningkatkan efisiensi penangkapan sinar matahari. Pada sistem ini digunakan dua buah motor aktuator sebagai penggerak gerakan vertikal dan horizontal. Perangkat lunak ini  |

menggunakan PLX DAQ untuk *memonitor* data sensor yang dikirim oleh Arduino dan di implemmentasikan di *solar charge controller*. Data pemantauan meliputi arus, tegangan, suhu, suhu dan radiasi matahari. Halaman beranda PLX DAQ menyediakan akses ke berbagai fungsi seperti *reset*, *reset timer*, dan hapus kolom. Terdapat fungsi tampilan pada tampilan pemantauan yang diperbarui secara *real-time* berdasarkan data arus, *voltase*, daya, suhu, kelembapan, dan kecerahan yang dihasilkan oleh panel surya. Grafik menunjukkan waktu setiap 5 menit pada sumbu X dan data yang dihasilkan pada sumbu Y.

### **Pencapaian Ke-3**

|              |  |
|--------------|--|
| Nama Penulis | Rajalakshmi et al. (2023)  |
| Judul        | <i>Design and Implementation of a Dual-Axis Solar Tracking System Using Servo MG996R</i>   |
| Hasil        | Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem dual-axis solar tracker dengan servo MG996R meningkatkan efisiensi energi panel surya sebesar 32,39% dibandingkan dengan panel tetap. Selain itu, dibandingkan dengan tracker satu sumbu, sistem ini menunjukkan peningkatan efisiensi sebesar 20,77%. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan servo MG996R dalam dual-axis solar tracker sangat efektif dalam meningkatkan produksi energi dari panel surya |

### **Pencapaian Ke-4**

|              |   |
|--------------|---|
| Nama Penulis | A Yusop, M Shabri, NA Sulaiman, dan KN Khamil (2023)  |
| Judul        | <i>Development and Evaluation of Dual Axis Solar Tracking System with IoT Data Monitoring</i>   |
| Hasil        | Hasil Penelitian menunjukkan bahwa sistem pelacakan surya dua sumbu yang menggunakan sensor INA219 untuk mengukur tegangan bus, arus, dan daya memiliki efisiensi yang 55,38% lebih tinggi dibandingkan dengan sistem pelacakan satu sumbu. Prototipe sistem ini dirancang untuk menyerap energi matahari sebanyak mungkin dengan menggunakan modul LDR dan servo motor untuk mengarahkan panel surya sesuai dengan intensitas cahaya matahari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pelacakan surya dua sumbu dapat |

|  |   |
|--|---|
|  | meningkatkan efisiensi penyerapan energi surya secara signifikan. |
|--|---|

### **Pencapaian Ke-5**

|              |   |
|--------------|---|
| Nama Penulis | Paula E. Logan, Brian W. Raichle (2020)   |
| Judul        | <i>Performance Comparison of Fixed, Single, and Dual-Axis Tracking Systems for Small Photovoltaic Systems with Measured Direct Beam Fraction.</i>   |
| Hasil        | Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pelacak surya dua sumbu dapat meningkatkan produksi energi hingga 39-54% dibandingkan dengan sistem pemasangan tetap. Peningkatan efisiensi ini dicapai karena kemampuan pelacak dua sumbu untuk mengikuti posisi matahari secara lebih akurat sepanjang hari, memaksimalkan penyerapan sinar matahari. |

## **2.2 Tinjauan Teoritis**

### **2.2.1 Sistem Tertanam (*Embedded System*)**

Sistem Tertanam adalah sebuah sistem yang memanfaatkan mikrokontroler untuk menjalankan tugas-tugas tertentu. Sistem ini menghubungkan perangkat keras dan perangkat lunak. Bagian perangkat keras dalam sistem tertanam melibatkan mikrokontroler, I/O dan komponen lainnya. Sementara itu, perangkat lunak dalam sistem tertanam berfungsi sebagai penggerak pada sistem. Sistem tertanam memperoleh data secara *real-time* dan banyak digunakan untuk peralatan digital (Nugraha, Rosyadi, & Khoerullatif, 2021).

#### a) Sistem Tertanam Kendali

Sistem tertanam terkendali adalah bagian dari jenis sistem tertanam yang tidak memiliki kecerdasan buatan. Jenis ini diprogram untuk menyelesaikan permasalahan tertentu, tanpa diberikan keputusan terhadap kondisi lingkungan sekitar. Sistem ini masih membutuhkan manusia sebagai pemeran pendukung dalam penggunaannya (Handoko, 2023).

#### b) Sistem Tertanam Cerdas

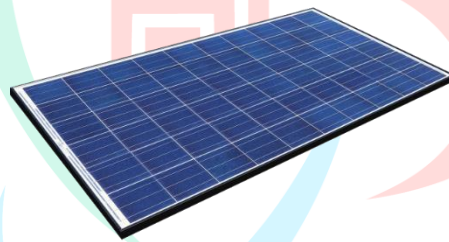
Sistem tertanam cerdas adalah bagian dari jenis sistem tertanam yang memiliki kecerdasan. Kecerdasan yang digunakan pada sistem tertanam dibuat sedemikian rupa layaknya seperti kecerdasan manusia. Selain itu,

jenis ini juga bergantung pada tingkat kecerdasan yang dimiliki oleh pengembang sistem. (Handoko, 2023)

### 2.2.2 *Internet of Things (IoT)*

*Internet of Things (IoT)* adalah konsep di mana objek atau perangkat dilengkapi dengan teknologi sehingga mampu berkomunikasi dan bertukar data dengan perangkat lain, selama tetap terhubung dengan internet. IOT dikenal sebagai jaringan global, memungkinkan komunikasi antar manusia dengan manusia, manusia dengan objek, dan objek dengan objek di seluruh dunia. Hal ini dilakukan dengan menyediakan informasi detail dan unik dari setiap objek yang terhubung dalam jaringan tersebut. (Nofrialdi, Saputra, & Saputra, 2022)

### 2.2.3 Panel Surya



Gambar 2. 1 Panel Surya

Gambar 2. 1 menunjukkan panel surya adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan energi alternatif dari sinar matahari. Beberapa faktor mempengaruhi energi yang dihasilkan oleh panel surya, termasuk sinar matahari atau sinar *ultraviolet* (UV) (Nurdiansyah, 2020). Terdapat berbagai jenis panel surya, namun panel surya yang berkualitas umumnya terbuat dari bahan silikon. Daya yang dihasilkan oleh panel surya bervariasi tergantung pada luas permukaannya. Panel surya tersedia dalam berbagai kapasitas, seperti 10Watt, 50Watt, 100Watt, 150 Watt, dan sebagainya (Salim, 2019).

### 2.2.9 Aki (Akumulator)



Gambar 2. 2 Aki (Akumulator)

• Gambar 2. 2 menunjukkan akumulator, yang sering disebut "aki" pada kendaraan bermotor seperti mobil, umumnya dikenal sebagai baterai. Namun, dalam bahasa Inggris, istilah akumulator juga dapat merujuk pada kapasitor atau kompulsator. Sesuai dengan menurut standar internasional, setiap sel akumulator memiliki tegangan 2 volt. Oleh karena itu, aki 12 volt terdiri dari 6 sel, sedangkan aki 24 volt terdiri dari 12 sel. Aki merupakan jenis sel yang biasa digunakan pada sepeda motor dan mobil. Aki termasuk dalam kategori sel sekunder karena tidak hanya menghasilkan arus listrik, tetapi juga dapat diisi ulang. Secara sederhana, aki terdiri dari elektroda Pb sebagai anoda, PbO<sub>2</sub> sebagai katoda, dan elektrolit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Struktur fisik aki bisa diamati secara langsung (Junaldy, 2019).

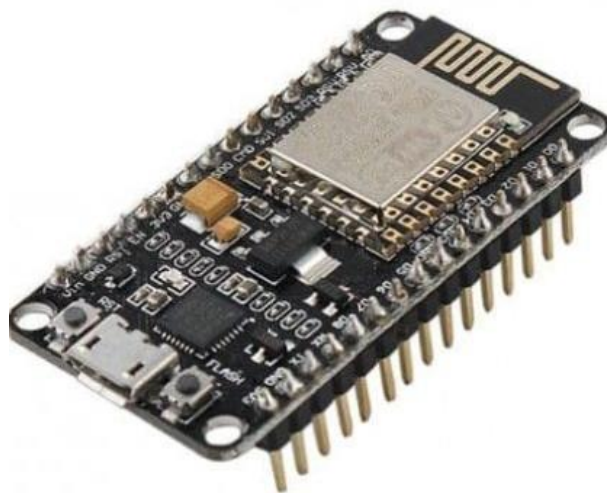
### 2.2.10 Arduino UNO



Gambar 2. 3 Arduino UNO

Gambar 2. 3 menunjukkan *mikrokontroller* Arduino UNO yang merupakan *platform* elektronik yang bersifat *open source* dan dirancang untuk kemudahan penggunaan. Tujuannya adalah memungkinkan siapa pun dengan mudah dan menarik membuat proyek interaktif (Hidayat A. &., 2019)

### 2.2.9 ESP8266



Gambar 2. 4 NodeMCU ESP8266

Gambar 2. 4 menunjukkan NodeMCU ESP8266 adalah mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan modul Wi-Fi ESP8266, mirip dengan Arduino namun

memiliki keunggulan Wi-Fi bawaan. Meskipun jumlah portnya lebih sedikit dibandingkan Arduino, NodeMCU memungkinkan penggunaan aplikasi Arduino untuk mengunggah program menggunakan bahasa pemrograman C++. Pada versi 3.0 NodeMCU, digunakan jenis ESP8266 tipe ESP-12E yang dianggap lebih stabil dibandingkan ESP-12, dengan tambahan pin khusus untuk komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface) dan PWM (Pulse Width Modulation) yang tidak ada pada versi 0.9. ESP8266 beroperasi pada frekuensi WiFi 2,4 GHz dan mendukung protokol keamanan WPA/WPA2 (Ramdani, 2020).

#### 2.2.10 Servo MG996R



Gambar 2. 5 Servo MG996R

Gambar 2. 5 menunjukkan Servo MG996 yang merupakan servo motor yang umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi, khususnya dalam bidang robotika, kendali model, dan proyek elektronika. Kemampuannya untuk mengatur posisi sudut secara presisi didukung oleh sistem *feedback*. MG996 dilengkapi dengan *gearbox* dan sistem kontrol yang memungkinkannya untuk melakukan rotasi dengan tingkat akurasi tinggi, yang disesuaikan dengan sinyal kontrol yang diterimanya. Penggunaan motor servo MG996R terbukti paling efektif dalam melaksanakan proses penyortiran, karena mampu melakukan penyortiran barang dengan berat 2 Kg (Nuryana, 2022).

### 2.2.11 DHT22



Gambar 2. 6 DHT22

Gambar 2. 6 menunjukkan Sensor DHT22 yang merupakan sensor kelembaban dan suhu relatif yang menghasilkan *output* berupa sinyal digital. Sensor ini memanfaatkan kombinasi sensor kelembaban kapasitif dan termistor untuk mengukur kondisi udara sekitar. Dikenal sebagai sensor dengan kualitas terbaik, DHT22 dinilai berdasarkan *respons* cepat, pembacaan data yang cepat, dan kemampuannya untuk menanggulangi gangguan. Meskipun berukuran kecil, sensor ini mampu mentransmisikan sinyal hingga jarak 20 meter.

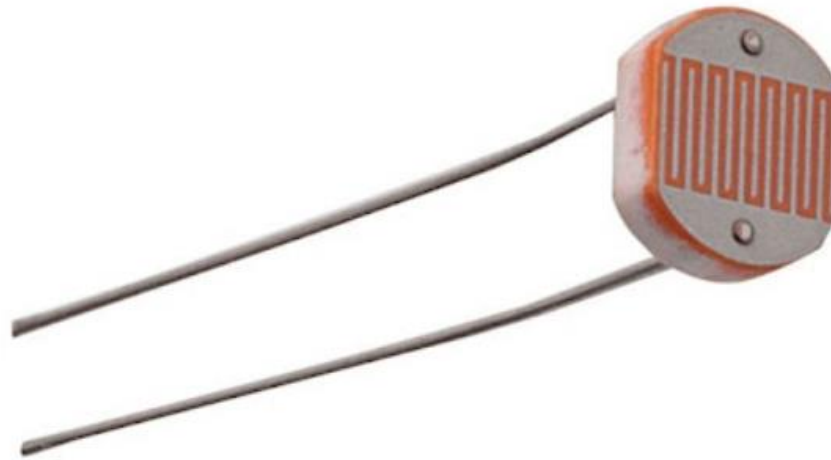


Tabel 2. 2 Keluaran Output Suhu dan Kelembaban

| Waktu | Suhu Panel Surya |               | Pengaruh Lingkungan        |               |                | Ket     |
|-------|------------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------|---------|
|       | Mono (°C)        | Poli (°C)     | Intensitas Matahari (w/m2) | suhu ambient  | kelembaban (%) |         |
| 09.00 | 50,6             | 50,7          | 826,5                      | 30            | 71,7           | CERAH   |
| 09.30 | 49,3             | 50,3          | 656,8                      | 30            | 67,5           | CERAH   |
| 10.00 | 50,1             | 50,2          | 873,5                      | 31            | 67,6           | CERAH   |
| 10.30 | 51,3             | 49,5          | 743                        | 32            | 66,6           | CERAH   |
| 11.00 | 44,8             | 44,9          | 706,9                      | 31,6          | 66             | CERAH   |
| 11.30 | 47,2             | 47,7          | 691                        | 32,2          | 64             | CERAH   |
| 12.00 | 52               | 52,2          | 708,2                      | 31,6          | 65,4           | CERAH   |
| 12.30 | 45,3             | 45,4          | 546,5                      | 30,3          | 68,5           | CERAH   |
| 13.00 | 31,7             | 31,1          | 181,8                      | 30,9          | 68             | MENDUNG |
| 13.30 | 31,5             | 31,3          | 180,5                      | 31            | 67             | MENDUNG |
| 14.00 | 31               | 30            | 180,2                      | 31,6          | 67             | MENDUNG |
|       | <b>44,072</b>    | <b>43,936</b> | <b>572,263</b>             | <b>31,109</b> | <b>67,209</b>  |         |

Tabel 2. 2 menunjukkan keluaran *output* suhu dan kelembaban listrik dari panel surya melalui sumber energi matahari (Dahliya, 2021).

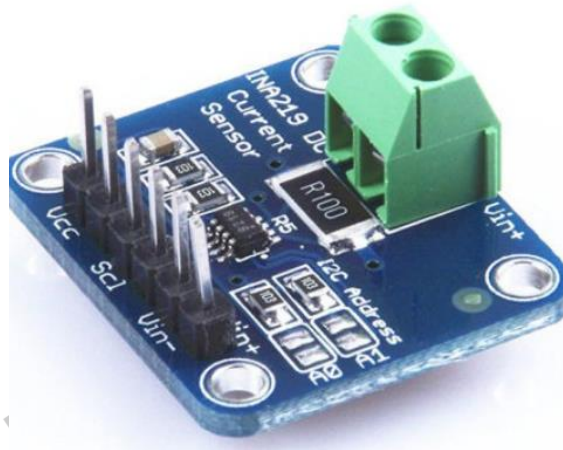
#### 2.2.12 Sensor Cahaya LDR



Gambar 2. 7 Sensor Cahaya

Gambar 2. 7 menunjukkan sensor Cahaya LDR yang merupakan jenis resistor yang berubah nilai resistansinya sesuai dengan tingkat cahaya yang diterimanya. Sensor Cahaya LDR Ketika terpapar cahaya terang, resistansinya menurun menjadi ratusan kilo ohm, sedangkan dalam kondisi gelap, resistansinya meningkat hingga mencapai puluhan ratusan kilo ohm. Umumnya, LDR digunakan sebagai sensor cahaya (Agriawan, 2021).

### 2.2.13 Sensor INA219



Gambar 2. 8 INA219

Gambar 2. 8 menunjukkan modul sensor arus yang diterapkan adalah INA219, berfungsi untuk mendeteksi arus energi yang melewati suatu blok terminal. INA219 merupakan perangkat monitor yang mampu memantau tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik (Nugraha A. P., 2021).

Tabel 2. 3 Keluaran Output Tegangan dan Arus

| No               | Waktu | Data Output Monokristaline |              |              | Data Output Policristaline |              |              | Angin (m/s)  |
|------------------|-------|----------------------------|--------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                  |       | Tegangan (V)               | Arus (A)     | P (watt)     | Tegangan (V)               | Arus (A)     | P (watt)     |              |
| 1                | 09.00 | 20,3                       | 0,72         | 14,616       | 20,5                       | 0,44         | 9,02         | 0,5          |
| 2                | 09.30 | 20,2                       | 0,31         | 6,262        | 20,3                       | 0,2          | 4,06         | 2            |
| 3                | 10.00 | 20,1                       | 0,28         | 5,628        | 20,3                       | 0,45         | 9,135        | 0,3          |
| 4                | 10.30 | 20,1                       | 0,23         | 4,623        | 20,2                       | 0,25         | 5,05         | 0,2          |
| 5                | 11.00 | 20,2                       | 0,26         | 5,252        | 20                         | 0,26         | 5,2          | 0,8          |
| 6                | 11.30 | 20,3                       | 0,22         | 4,466        | 20                         | 0,19         | 3,8          | 1,4          |
| 7                | 12.00 | 20,3                       | 0,31         | 6,293        | 20,4                       | 0,28         | 5,712        | 1,7          |
| 8                | 12.30 | 20,3                       | 0,21         | 4,263        | 20                         | 0,2          | 4            | 2,5          |
| 9                | 13.00 | 19,8                       | 0,17         | 3,366        | 18,5                       | 0,21         | 3,885        | 1            |
| 10               | 13.30 | 19,7                       | 0,18         | 3,546        | 18,3                       | 0,19         | 3,477        | 2,4          |
| 11               | 14.00 | 19,5                       | 0,18         | 3,51         | 18,1                       | 0,18         | 3,258        | 2,5          |
| <b>Rata-rata</b> |       | <b>20,072</b>              | <b>0,279</b> | <b>5,620</b> | <b>19,690</b>              | <b>0,259</b> | <b>5,145</b> | <b>1,390</b> |

Tabel 2. 3 menunjukkan keluaran atau *output* tegangan dan arus listrik dari panel surya melalui sumber energi matahari (Dahliya, 2021).