



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



***CONTROLLING SOLAR TRACKER SINGLE AXIS BERBASIS  
ESP32***

**TUGAS AKHIR**

**Williem Rezzy Matindas Sumampow  
2203311003**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



***CONTROLLING SOLAR TRACKER SINGLE AXIS BERBASIS  
ESP32***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Diploma**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**Williem Rezzy Matindas Sumampow  
2203311003**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
2025**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Williem Rezzy Matindas Sumampow

NIM : 2203311003

Tanda Tangan : 

Tanggal : 07 Juli 2025

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Williem Rezzy Matindas Sumampow  
NIM : 2203311003  
Program Studi : D3 Teknik Listrik  
Judul Tugas Akhir : *Controlling Solar Tracker Single Axis* Berbasis ESP32.

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Senin, 7 Juli 2025 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing I : Nagib Muhammad, S.T., M.T. TTD.  
NIP. 199406052022031007  
Pembimbing II : Wisnu Hendri Mulyadi, S.T., M.T. TTD.  
NIP. 198201242014041002

Depok, 21 Juli 2025  
Disahkan Oleh  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.  
NIP. 1978033112003122002



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas Akhir ini membahas *Controlling Solar Tracker Single Axis* Berbasis ESP32. Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk berfokus pada pemanfaatan energi terbarukan, khususnya PLTS, sebagai sumber daya utama untuk menjalankan sistem pengolahan limbah air secara efisien dan berkelanjutan.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Nagib Muhammad, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
2. Bapak Wisnu Hendri Mulyadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan ide dasar dan arahan awal dalam penyusunan tugas akhir ini.;
3. Orang tua dan saudara kandung penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir;
5. Saya juga ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada sahabat serta mentor saya, Nuur Achmad Insan Mukti, yang telah banyak membantu saya dalam proses perancangan, diskusi teknis, serta memberikan semangat selama penyusunan tugas akhir ini;

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## **ABSTRAK**

Meningkatnya kebutuhan energi global dan isu lingkungan mendorong pengembangan sistem energi terbarukan yang efisien dan berkelanjutan. Salah satu solusi yang paling potensial adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang memanfaatkan panel surya (photovoltaic/PV), karena bersifat ramah lingkungan dan dapat diterapkan di berbagai lokasi. Namun, efisiensi panel PV sangat bergantung pada posisinya terhadap arah datangnya sinar matahari, sementara panel statis tidak dapat menyesuaikan arah secara otomatis sepanjang hari. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan sistem pelacak matahari satu sumbu (solar tracker single axis) berbasis mikrokontroler ESP32 dengan metode pendeteksian cahaya dua tahap menggunakan dua sensor LDR. LDR 2 berfungsi sebagai pendeteksi awal keberadaan cahaya matahari secara umum untuk menentukan apakah sistem pelacakan perlu diaktifkan. Jika terdeteksi cahaya, LDR 1 akan aktif dan mengatur posisi panel agar tegak lurus terhadap matahari; jika tidak terdeteksi cahaya, pergerakan servo akan dihentikan untuk menghemat energi. Sistem juga dilengkapi modul RTC untuk membatasi waktu operasional. Pengujian dilakukan melalui simulasi cahaya buatan, pengujian langsung di luar ruangan, dan pengujian gangguan seperti pelepasan komponen dan kesalahan sambungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons arah cahaya dengan akurat, menghindari gerakan yang tidak diperlukan, dan bekerja dengan konsumsi daya yang rendah. Sistem ini cocok diterapkan pada PLTS skala kecil hingga menengah dengan desain sederhana dan biaya yang terjangkau.

**Kata kunci:** otomatisasi panel surya, energi terbarukan, ESP32, LDR, PLTS, solar tracker.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## ABSTRACT

*The increasing global demand for energy, along with growing environmental concerns, has intensified the development of efficient and sustainable renewable energy systems. One of the most promising solutions is the Solar Power Plant (PLTS), which utilizes photovoltaic (PV) panels that are environmentally friendly and applicable in a wide range of locations. However, the efficiency of PV panels is highly dependent on their orientation toward the sun, and static panels cannot adapt to the sun's changing position throughout the day. To address this issue, this study aims to design and implement a single-axis solar tracker system based on the ESP32 microcontroller, using a two-stage light detection method involving two LDR sensors. LDR 2 functions as a general sunlight presence detector to determine whether tracking should be active. If sunlight is detected, LDR 1 becomes active and directs the panel until it faces the sun perpendicularly. If no light is detected, the system halts movement to avoid unnecessary power usage. An RTC module is integrated to control operation within specific hours. Testing included simulation under artificial lighting, real outdoor conditions, and fault scenarios such as disconnected components and reversed wiring. The results show the system accurately responds to sunlight direction, avoids unnecessary movements, and operates with low power consumption. This design is suitable for small to medium-scale PLTS applications, offering efficiency with low cost and simple implementation.*

**Keywords:** *ESP32, LDR, photovoltaic, renewable energy, solar panel automation, solar tracker.*





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR ISI

|                                                                   |      |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS.....                              | iii  |
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....                                | iv   |
| KATA PENGANTAR.....                                               | v    |
| <i>ABSTRAK</i> .....                                              | vi   |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                             | vii  |
| DAFTAR ISI.....                                                   | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                               | xi   |
| DAFTAR TABEL.....                                                 | xii  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                            | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                          | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                         | 2    |
| 1.3 Tujuan.....                                                   | 2    |
| 1.4 Luaran .....                                                  | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                                     | 4    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan.....                        | 4    |
| 2.2 Energi Terbarukan .....                                       | 4    |
| 2.2.1 Pengertian dan Jenis-Jenis Energi Terbarukan.....           | 4    |
| 2.2.2 Manfaat dan Tantangan Pemanfaatan Energi Terbarukan.....    | 5    |
| 2.2.3 Peran Energi Terbarukan dalam Sistem Berkelanjutan.....     | 6    |
| 2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....                   | 6    |
| 2.3.1 Prinsip Kerja PLTS.....                                     | 6    |
| 2.3.2 Komponen Utama dalam PLTS.....                              | 6    |
| 2.3.3 Keuntungan Penggunaan PLTS untuk Sistem Mandiri.....        | 8    |
| 2.3.4 Pengaruh Radiasi Matahari terhadap Daya Keluaran PLTS ..... | 9    |





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4 <i>Solar Tracker</i> .....                                       | 9  |
| 2.4.1 Pengertian <i>Solar Tracker</i> .....                          | 9  |
| 2.4.2 Jenis-Jenis <i>Solar Tracker</i> .....                         | 10 |
| 2.4.3 Keunggulan dan Tantangan Penggunaan <i>Solar Tracker</i> ..... | 10 |
| 2.4.4 Penerapan <i>Solar Tracker</i> pada Panel Surya .....          | 10 |
| 2.5 Mikrokontroler ESP32 .....                                       | 10 |
| 2.5.1 Spesifikasi dan Fitur Utama ESP32 .....                        | 11 |
| 2.5.2 Kelebihan ESP32 Dibanding Mikrokontroler Lainnya.....          | 11 |
| 2.5.3 Peran ESP32 dalam Sistem Kontrol Otomatis .....                | 11 |
| 2.6 Sensor LDR (Light Dependent Resistor) .....                      | 12 |
| 2.6.1 Prinsip Kerja Sensor LDR.....                                  | 12 |
| 2.6.2 Fungsi LDR dalam Mendeteksi Intensitas Cahaya .....            | 12 |
| 2.6.3 Penerapan LDR dalam Sistem Pelacakan Matahari.....             | 12 |
| 2.7 Servo Motor .....                                                | 12 |
| 2.7.1 Pengertian dan Cara Kerja Servo Motor .....                    | 12 |
| 2.7.2 Penggunaan Servo Motor dalam Sistem Mekanik Otomatis .....     | 13 |
| 2.8 Modul RTC (Real Time Clock).....                                 | 13 |
| 2.8.1 Fungsi dan Kegunaan RTC dalam Sistem Otomatisasi .....         | 13 |
| 2.8.2 Pengaturan Waktu Kerja dengan RTC .....                        | 13 |
| BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....                               | 14 |
| 3.1 Rancangan Alat .....                                             | 14 |
| 3.1.1 Deskripsi Alat.....                                            | 15 |
| 3.1.2 Cara Kerja Alat.....                                           | 16 |
| 3.1.3 Spesifikasi Alat .....                                         | 19 |
| 3.1.4 Diagram Blok .....                                             | 20 |
| 3.2 Realisasi Alat.....                                              | 21 |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.1 Realisasi Perangkat Keras (Hardware).....                   | 22 |
| 3.2.2 Realisasi Perangkat Lunak (Software) .....                  | 23 |
| 3.2.3 Pemrograman Mikrokontroler ESP32.....                       | 23 |
| 3.2.4 Referensi Penelitian Komponen.....                          | 28 |
| BAB IV PEMBAHASAN.....                                            | 30 |
| 4.1 Pengujian Kerja Normal.....                                   | 30 |
| 4.1.1 Deskripsi Pengujian .....                                   | 30 |
| 4.1.2 Prosedur Pengujian .....                                    | 30 |
| 4.1.3 Data Hasil Pengujian Kerja Normal.....                      | 30 |
| 4.1.4 Analisis Data / Evaluasi .....                              | 31 |
| 4.2 Pengujian Kerja Gangguan .....                                | 31 |
| 4.2.1 Deskripsi Pengujian .....                                   | 31 |
| 4.2.2 Prosedur Pengujian .....                                    | 32 |
| 4.2.3 Data Hasil Pengujian Kerja Gangguan .....                   | 32 |
| 4.2.4 Analisis Data / Evaluasi .....                              | 33 |
| 4.3 Evaluasi Konsumsi Daya dan Efektivitas Sistem .....           | 33 |
| 4.3.1 Konsumsi Daya Sistem .....                                  | 33 |
| 4.3.2 Evaluasi Kecukupan Panel Surya dan Baterai .....            | 34 |
| 4.3.3 Evaluasi Efektivitas Sistem terhadap Efisiensi Energi ..... | 34 |
| BAB V PENUTUP.....                                                | 36 |
| 5.1 Simpulan .....                                                | 36 |
| 5.2 Saran.....                                                    | 37 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                              | 38 |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....                                         | 40 |
| LAMPIRAN.....                                                     | 41 |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR GAMBAR

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Energi Terbarukan .....                   | 5  |
| Gambar 2. 2 Komponen PLTS .....                       | 6  |
| Gambar 2. 3 Panel Surya.....                          | 7  |
| Gambar 2. 4 SCC .....                                 | 7  |
| Gambar 2. 5 Baterai .....                             | 7  |
| Gambar 2. 6 Inverter .....                            | 8  |
| Gambar 2. 7 PLTS Off Grid .....                       | 8  |
| Gambar 2. 8 PLTS On Grid.....                         | 9  |
| Gambar 2. 9 Solar Tracker .....                       | 9  |
| Gambar 2. 10 Solar Tracker Single dan Dual Axis ..... | 10 |
| Gambar 2. 11 ESP 32 .....                             | 11 |
| Gambar 2. 12 LDR.....                                 | 12 |
| Gambar 2. 13 Motor Servo.....                         | 13 |
| Gambar 2. 14 RTC .....                                | 13 |
| Gambar 3. 1 Kompartemen Dalam .....                   | 15 |
| Gambar 3. 2 Flowchart.....                            | 17 |
| Gambar 3. 3 Diagram Blok .....                        | 20 |
| Gambar 3. 4 Fisik Alat. ....                          | 22 |
| Gambar 3. 5 Fisik Alat. ....                          | 22 |





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR TABEL

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Tabel 3. 1 Cara Kerja Alat.....                     | 18 |
| Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat.....                    | 19 |
| Tabel 3. 3 Komponen Untuk Solar Tracker .....       | 19 |
| Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kerja Normal.....   | 30 |
| Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kerja Gangguan..... | 32 |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi terbarukan menjadi semakin penting di tengah meningkatnya kebutuhan energi dan isu keberlanjutan lingkungan. Salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), karena bersifat ramah lingkungan dan dapat diterapkan di berbagai lokasi. Namun, efisiensi dari sistem PLTS sangat bergantung pada posisi panel terhadap arah datangnya sinar matahari. Panel yang bersifat statis tidak selalu menerima intensitas cahaya maksimal sepanjang hari, sehingga output energi yang dihasilkan menjadi kurang optimal.

Untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi, teknologi solar tracker satu sumbu (single axis) diterapkan guna mengatur posisi panel surya agar selalu tegak lurus terhadap arah matahari. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan solar tracker dapat meningkatkan output energi hingga 25%–35% dibandingkan sistem panel statis (Almeida, J. et al., 2018). Dalam sistem ini, mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat kendali yang memproses data dari sensor cahaya (LDR) untuk menentukan pergerakan panel secara otomatis mengikuti arah sinar matahari. Sistem ini juga dapat diintegrasikan dengan modul Real Time Clock (RTC) untuk mendukung pengambilan keputusan berdasarkan waktu tertentu, terutama saat intensitas cahaya rendah atau pada jam di luar waktu operasional.

Keunggulan dari sistem yang dirancang dalam tugas akhir ini dibandingkan beberapa penelitian sebelumnya adalah pada penyederhanaan logika kontrol dengan dua sensor LDR yang memiliki fungsi berbeda, yaitu satu sebagai pendeteksi keberadaan matahari dan satu lagi sebagai penentu arah. Kombinasi ini menghasilkan sistem yang lebih hemat energi, minim gerakan servo yang tidak diperlukan, serta mampu mengatur waktu kerja dengan lebih efisien berkat integrasi RTC. Dibandingkan dengan beberapa sistem terdahulu yang hanya mengandalkan dua LDR untuk membandingkan intensitas kiri dan kanan secara langsung tanpa mempertimbangkan keberadaan matahari secara umum, sistem ini memiliki



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

keunggulan pada logika pemilahan kondisi siang dan malam, sehingga servo tidak bekerja saat tidak ada cahaya.

Oleh karena itu, tugas akhir ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem kontrol otomatis berbasis ESP32 yang mengatur pergerakan panel surya menggunakan teknologi solar tracker single axis. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi energi pada PLTS skala kecil hingga menengah dengan biaya yang terjangkau, kontrol yang cerdas, serta pengoperasian yang lebih responsif terhadap kondisi pencahayaan harian.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem kontrol *solar tracker* satu sumbu (single axis) yang dapat mengikuti arah sinar matahari secara otomatis?
2. Bagaimana implementasi mikrokontroler ESP32 dalam mengendalikan pergerakan panel surya berdasarkan data dari sensor LDR dan waktu?
3. Bagaimana sistem merespons berbagai kondisi gangguan?
4. Seberapa besar konsumsi daya dari sistem kontrol secara keseluruhan selama beroperasi?

## 1.3 Tujuan

1. Merancang dan merealisasikan sistem solar tracker satu sumbu berbasis mikrokontroler ESP32.
2. Menerapkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem yang memproses data dari sensor LDR dan modul RTC untuk mengatur pergerakan panel surya.
3. Menguji ketahanan dan keandalan sistem dalam menghadapi kondisi gangguan, seperti kesalahan sambungan, pencahayaan ekstrem, atau tidak terhubungnya komponen.
4. Mengetahui seberapa besar konsumsi daya dari seluruh sistem kontrol saat beroperasi.





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

#### 1.4 Luaran

1. Alat solar tracker satu sumbu yang bisa mengikuti arah matahari secara otomatis.
2. Sistem kontrol menggunakan ESP32 yang terhubung dengan sensor LDR, servo, dan modul RTC.
3. Hasil pengujian yang menunjukkan perbandingan kinerja panel dengan dan tanpa solar tracker serta termasuk peningkatan efisiensi energi serta respons terhadap berbagai kondisi gangguan.
4. Laporan tugas akhir yang memuat seluruh proses perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem.
5. Satu artikel ilmiah yang ditulis berdasarkan hasil tugas akhir dan telah disiapkan untuk diseminarkan pada Seminar Nasional Teknologi Elektro (SNTE).

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan serangkaian pengujian yang telah dilakukan pada sistem kontrol panel surya berbasis mikrokontroler, dapat disimpulkan bahwa sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Berikut poin-poin simpulan yang dapat ditarik:

1. Sistem berhasil mendeteksi arah datangnya cahaya menggunakan sensor LDR1 dan menentukan kebutuhan pergerakan servo berdasarkan keberadaan cahaya yang dideteksi oleh LDR2. Logika kontrol dua tahap yang diterapkan berjalan efektif sesuai skenario.
2. Pengaturan waktu kerja sistem menggunakan modul RTC DS3231 terbukti berjalan stabil. Panel hanya aktif secara otomatis pada pukul 09.00 hingga 16.00, dan kembali ke posisi awal (Timur) di luar waktu tersebut.
3. Fungsi tombol kontrol (ON, OFF, TIMUR, BARAT) berjalan sesuai dengan fungsinya. Sistem hanya aktif saat tombol ON ditekan dan akan berhenti segera setelah tombol OFF ditekan, sesuai prinsip pengamanan operasional.
4. Sistem dapat menjalankan tracking otomatis secara dinamis mengikuti arah cahaya selama berada dalam waktu operasional dan kondisi aktif.
5. Sistem hanya membutuhkan konsumsi energi harian sekitar 7,31 Wh, dan dapat disuplai secara penuh oleh panel 100 Wp serta baterai 12V 12Ah.
6. Berdasarkan perbandingan dengan sistem panel statis, sistem solar tracker yang dibuat diperkirakan dapat meningkatkan efisiensi penyerapan energi hingga 25–30 persen, dengan konsumsi daya kontrol yang tetap rendah.

Sistem menunjukkan ketahanan terhadap berbagai gangguan, seperti pelepasan sensor, tidak tersambung servo, atau penekanan tombol saat sistem mati. Sistem tetap dalam kondisi diam dan tidak menunjukkan perilaku tidak terkendali. Secara keseluruhan, sistem ini dapat digunakan sebagai solusi otomatisasi panel surya sederhana yang hemat energi dan efisien, dengan fleksibilitas mode kerja manual dan otomatis.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 5.2 Saran

Berikut beberapa saran pengembangan sistem yang dapat dipertimbangkan untuk ke depan:

1. Menambahkan modul penyimpanan data, seperti EEPROM eksternal atau SD card, untuk merekam data posisi panel dan intensitas cahaya harian sebagai bahan evaluasi dan monitoring performa sistem.
2. Mengembangkan sistem dengan integrasi komunikasi nirkabel berbasis IoT (misalnya ESP-NOW, MQTT, atau Blynk) agar sistem dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh melalui perangkat pintar.
3. Melakukan pengembangan pada desain mekanikudukan panel agar lebih kuat, presisi, dan tahan terhadap kondisi lingkungan luar ruangan.
4. Menambahkan proteksi arus lebih dan lonjakan tegangan (spike voltage) untuk melindungi rangkaian dari potensi kerusakan akibat fluktuasi output panel surya.
5. Mengembangkan sistem menjadi solar tracker dua sumbu (dual axis) untuk peningkatan efisiensi penyerapan energi matahari secara optimal.
6. Melakukan pengujian jangka panjang guna mengamati kestabilan dan keandalan sistem dalam berbagai kondisi cuaca dan pencahayaan.
7. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut agar mendukung pengukuran data energi masuk dan keluar, sehingga analisis efisiensi dapat dilakukan secara langsung.

Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi menjadi prototype solar tracker skala kecil yang aplikatif, edukatif, dan siap dikembangkan untuk versi lebih kompleks.





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, J. et al. (2018). *Solar tracking systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Apryanus, I et al. (2024). Rancang Bangun *Single Axis Solar Tracker* Berbasis Esp32 Dan *Iot Cloud* Sebagai Supply
- Chen, L. et al. (2019). *Dual-axis solar tracker design and performance analysis. Energy Reports*.
- Dewi, P et al. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengolahan Air Menggunakan Esp32 Berbasis Android
- Espressif Systems. (2020). *ESP32 Technical Reference Manual*.
- Febyana, M. et al. (2024). *Desain Solar Tracker Satu Sumbu Menggunakan Sensor LDR Berbasis Mikrokontroler*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Febyana, F., Wijayanto, D. S., & Saputra, T. W. (2024). Efektivitas Penggunaan Solar Tracker Single Axis terhadap Output Panel Surya. *NOZEL: Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*
- IPCC. (2022). *Climate Change Mitigation Report*.
- Kumar, S. et al. (2019). *Photovoltaic technology and applications. Solar Energy*.
- Kumar, V. & Singh, R. (2019). *Light Dependent Resistor (LDR) characteristics and applications. Sensor Review*.
- Kumar, A. et al. (2021). *Electrocoagulation for wastewater treatment: A review. Journal of Environmental Management*.
- Liu, Y. et al. (2021). *Performance evaluation of ESP32 in IoT applications. IEEE IoT Journal*.
- Mollah, M. Y. A. et al. (2004). *Electrocoagulation (EC) – science and applications. Journal of Hazardous Materials*.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Putra, A. et al. (2021). *Automatic solar tracking system using LDR and ESP32. Journal of Renewable Energy.*
- Rahman, M. & Sulaiman, M. (2022). *ESP32 based solar tracker system. International Journal of Control Systems.*
- Rahman, S. et al. (2020). *Design of off-grid solar PV system for rural electrification. Energy Procedia.*
- Sari, D. et al. (2021). *Integration of solar PV and wastewater treatment systems. Sustainable Energy Technologies.*
- Sharma, P. et al. (2021). *Renewable energy benefits and challenges. Energy Policy.*
- Singh, A. & Kumar, P. (2020). *Challenges in renewable energy adoption. Renewable Energy Focus.*
- Singh, R. & Sharma, S. (2018). *Real Time Clock (RTC) module and applications. Electronics Review.*
- Thunder Said Energy. (2021). *Solar Tracker Efficiency Report.*
- Wang, J. et al. (2022). *Effect of solar radiation on PV performance. Solar Energy Materials and Solar Cells.*
- WHO. (2019). *Guidelines for wastewater treatment and reuse.*
- Wikipedia. *Photovoltaic System.*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Williem Rezzy Matindas Sumampow Lulus dari SDN Pabuaran 01 pada tahun 2017, lulus dari SMP Negeri 10 Depok pada tahun 2019, dan lulus dari SMK Negeri 2 Kota Depok pada tahun 2022. Menempuh Pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi D-3 Teknik Listrik.





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAMPIRAN

