

**PEMBUATAN SISTEM KENDALI *SOLAR PANEL TRACKER DUAL*  
*AXIS BERKAPASITAS 2200WP***

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh :

Sebastian Steve Rogabe Simbolon

222313021



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MANUFAKTUR**

**JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR**

**POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2025**

# LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir yang Berjudul:

## **PEMBUATAN SISTEM KENDALI *SOLAR PANEL TRACKER* *DUAL AXIS* BERKAPASITAS 2200WP**

Oleh :

Sebastian Steve Rogabe Simbolon

222313021

Program Studi Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Manufaktur  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 5 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing 1,

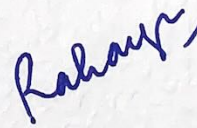


**Dr. Heri Setiawan, S.T., M.T.**

---

NIP.196707011992031001

Pembimbing 2,

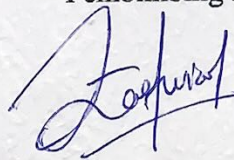


**Okta Pianti Rahayu, S.Tr.T., M.Sc**

---

NIP. 199510152025062012

Pembimbing 3,



**Muhammad Zulfahmi F, S.T., M.T.**

---

NIP.199602092022021002

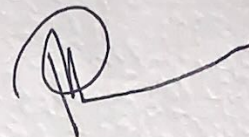
Disahkan,

Ketua Penguji

**Pandoc, S.T., M.T.**

---

**NIP. 196903031995121002**

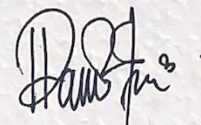


Penguji 1

**Rani Nopriyanti, S.Si., M.T.**

---

**NIP. 199011032022032008**

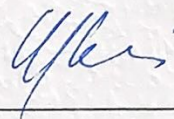


Penguji 2

**M. Ali Suparman, Masch.Ing.HTL., M.T**

---

**NIP. 196011011989031001**



## ABSTRAK

Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar berkat posisinya di sekitar garis khatulistiwa. Namun, pemanfaatan panel surya masih kurang optimal akibat pemasangan sistem yang bersifat statis. Ketidaksesuaian sudut datang cahaya terhadap panel sepanjang hari menyebabkan rendahnya efisiensi konversi energi. Untuk menjawab tantangan tersebut, proyek akhir ini bertujuan merancang dan merealisasikan sistem kendali *solar panel tracker* dual-axis berbasis Arduino, yang mampu menggerakkan panel berkapasitas besar (2200WP) mengikuti pergerakan matahari secara otomatis. Sistem ini menggunakan empat sensor LDR yang dikonfigurasi secara diferensial untuk mendeteksi arah intensitas cahaya tertinggi. Data dari sensor diolah oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan integrasi modul Wi-Fi ESP8266, yang kemudian mengatur gerak aktuator melalui *driver motor* IBT-2. Prototipe berhasil direalisasikan dan diuji secara fungsional dalam kondisi mandiri (tanpa beban mekanis penuh). Logika kendali terbukti mampu menghasilkan pergerakan panel sesuai arah datang cahaya. Namun, keterbatasan pada perangkat keras, seperti penggantian aktuator ke versi daya rendah dan kerusakan sensor daya DC (PZEM-017), menyebabkan pengujian mekanis dan evaluasi peningkatan efisiensi energi belum dapat dilaksanakan. Oleh karena itu, sistem kendali yang telah dibangun merupakan dasar fungsional yang valid untuk pengembangan sistem pelacak surya skala besar di masa depan.

**Kata kunci:** *Solar Panel Tracker*, Dual Axis, Arduino, LDR, Sistem Kendali, Prototipe Elektronik, Efisiensi Energi, Energi Surya.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunianya-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek akhir ini yang berjudul **“PEMBUATAN SISTEM KENDALI *SOLAR PANEL TRACKER DUAL AXIS BERKAPASITAS 2200WP*”** dengan tepat waktu, tanpa pertolongan-nya penulis tidak bisa mencapai sampai titik ini dengan baik dan lancar. Proposal Proyek akhir ini di susun untuk salah satu syarat kelulusan program Diploma III jurusan teknik manufaktur, prodi teknologi manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung.

Penulis menyadari bahwa penulis karya tulis ini tidak dapat di selesaikan tanpa adanya dukungan dari beberapa pihak secara langsung dan tidak langsung untuk membantu penulis, Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proyek Akhir, yaitu:

1. Tuhan Yang Maha Esa karena dengan karunia dan pertolongan-nya penulis di beri kemudahan saat proses penyusunan karya tulis dan proses proyek akhir.
2. Bapak dan Ibu sebagai orang tua serta Abang penulis mengucapkan terimakasih banyak karena sudah banyak membantu penulis baik itu dalam doa dan usaha tanpa kehadirannya penulis tidak akan sampai ke titik ini dengan lancar dan baik.
3. Dr. Heri Setiawan, ST., MT selaku pembimbing I penulis yang sudah memberi arahan,solusi dan motivasi saat penyusunan laporan teknik.
4. Okta Pianti Rahayu, ST selaku pembimbing II penulis memberi arahan,solusi dan motivasi saat penyusunan karya tulis ilmiah.
5. Muhammad Zulfahmi F, S.T ., M.T selaku pembimbing III penulis memberi arahan,solusi dan motivasi saat penyusunan karya tulis ilmiah.
6. Nandang Rusmana ST., MT Selaku ketua program studi yang telah membina dan mengarah penulis selama penyusunan penyusunan karya tulis ilmiah
7. Rekan rekan MEC 39 yang telah berjuang dalam menjalani seluruh kegiatan akademik penuh dengan semangat dan tekad penuh agar lulus bersama.
8. Yoasobi, Hindia, Bernadya, New Jeans, dan seluruh musisi yang menemani penyusunan karya tulis ilmiah dengan karya-karyanya.

Semoga TuhanYang Maha Esa membalas dengan limpahan dan karunia-nya, atas segala kebaikan yang telah mereka berikan, Besar harapan semoga karya tulis ilmiah ini bermanfaat bagi yang membutuhkannya. Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam menyusun dan merangkai tugas akhir ini maka dari itu memohon maaf apabila masih ada kekurangan dari penulis, sekaligus tak henti hentinya menunggu kritik dan saran untuk membantu menjadi yang lebih baik, terima kasih

Bandung, 2025

Sebastian Steve Rogabe Simbolon

222313021

# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>III</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>IV</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>X</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>XI</b>
LAMPIRAN A: DIAGRAM WIRING.....	XI
LAMPIRAN B: PROGRAM ARDUINO .....	XI
LAMPIRAN C: SPESIFIKASI KOMPONEN .....	XI
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH .....	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.4 RUANG LINGKUP .....	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
<b>BAB II LAPORAN TEKNIK.....</b>	<b>5</b>
2.1 LANDASAN TEORI.....	5
2.1.1 Tenaga Surya .....	5
2.1.2 Sel Surya.....	5
2.1.3 Sistem Kendali Otomatis .....	7
2.1.4 Solar Panel Tracker .....	9
2.1.5 Arduino Mega 2560 Built in Wifi .....	12
2.1.6 Motor DC.....	13
2.1.7 Light Dependent Resistance.....	15
2.1.8 Driver motor .....	16
2.1.9 Sensor Arus dan Tegangan.....	16

2.2 METODOLOGI PENYELESAIAN .....	18
2.2.1 Diagram Alir .....	18
2.2.2 Penjelasan Diagram Alir .....	19
2.3 TAHAPAN KEGIATAN.....	20
2.3.1 Pembuatan Simulasi Rangkaian Solar Panel Tracker .....	21
2.3.2 Pengembangan dan Verifikasi Perangkat Lunak .....	24
2.3.3 Pengadaan Komponen .....	31
2.3.4 Pemeriksaan Komponen dan Kalibrasi Sensor .....	32
2.3.5 Implementasi Fisik Sistem Kendali .....	40
2.4 HASIL .....	51
2.4.1 Hasil Uji Fungsional Logika Kendali .....	51
2.4.2 Hasil Uji Fungsional Logika Clutch Brake .....	52
2.4.3 Hasil Uji Fungsional Logika Reset Harian.....	53
2.4.4 Pembacaan Data Sensor.....	54
2.4.5 Evaluasi Sistem .....	56
2.4.6 Keterbatasan Sistem dan Pengujian .....	56
2.5 JADWAL KEGIATAN .....	57
<b>BAB III PENUTUP.....</b>	<b>58</b>
3.1 KESIMPULAN .....	58
3.2 SARAN .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN A</b>	
<b>LAMPIRAN B</b>	
<b>LAMPIRAN C</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Cara Kerja Sel Surya[10].....	5
Gambar II-2 Sistem Kendali[13] .....	7
Gambar II-3 <i>Open Loop and Close Loop Control System</i> [15] .....	8
Gambar II-4 Sistem pelacak sumbu ganda dan tunggal[17] .....	11
Gambar II-5 Motor DC PG 56[18] .....	14
Gambar II-6 Linear Aktuator[19].....	15
Gambar II-7 Light Dependent Resistance[24] .....	15
Gambar II-8 IBT-2[21] .....	16
Gambar II-9 PZEM 004T [22] .....	17
Gambar II-10 PZEM 017 [23] .....	17
Gambar II-11 Diagram Alir Metode Penyelesaian .....	18
Gambar II-12 Skematik <i>Solar Panel Tracker</i> .....	22
Gambar II-13 Simulasi SPT pada <i>Software</i> Proteus .....	22
Gambar II-14 Sensor LDR pada <i>Software</i> Proteus .....	23
Gambar II-15 Sensor INA219 pada Proteus .....	23
Gambar II-16 L298 Motor <i>Driver</i> .....	23
Gambar II-17 Arduino Mega 2560 pada <i>software</i> Proteus.....	24
Gambar II-18 Diagram Alir Kendali Motor Horizontal .....	26
Gambar II-19 Diagram Alir Kendali Linear Aktuator .....	27
Gambar II-20 Diagram Alir Logika Reset.....	29
Gambar II-21 Diagram Alir Sistem Sensor .....	30
Gambar II-22 Pemrograman Pada Arduino IDE.....	31
Gambar II-23 Kalibrasi Sensor LDR.....	34
Gambar II-24 Grafik Regresi LDR Timur.....	35
Gambar II-25 Grafik Regresi LDR Barat.....	35
Gambar II-26 Grafik Regresi LDR Utara.....	36
Gambar II-27 Grafik Regresi LDR Selatan.....	36
Gambar II-28 Pendefinisian nilai variabel a dan b setiap LDR .....	37
Gambar II-29 Fungsi Konversi Nilai ADC ke Nilai LUX .....	37
Gambar II-30 Fungsi Konversi Nilai LUX ke Nilai ADC Timur .....	37
Gambar II-31 Implementasi Kalibrasi PZEM 004T pada Program Arduino IDE .....	39
Gambar II-32 Soldering PCB.....	41

Gambar II-33 <i>Layout</i> Panel dan Proses Pemasangan komponen.....	42
Gambar II-34 Skematik Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	43
Gambar II-35 Komponen Catu Daya pada Panel sementara .....	44
Gambar II-36 Skematik Rangkaian Kendali Motor.....	45
Gambar II-37 <i>Wiring</i> IBT 2 Pada Panel Sementara.....	46
Gambar II-38 Skematik Rangkaian Sensor LDR dan Daya.....	47
Gambar II-39 <i>Wiring</i> Sensor .....	48
Gambar II-40 Rangkaian RTC, <i>Encoder</i> dan <i>Clutch Brake</i> .....	49
Gambar II-41 <i>Wiring</i> RTC dan Relay .....	50
Gambar II-42 Hasil <i>Wiring</i> Keseluruhan.....	50
Gambar II-43 <i>Serial Monitor</i> Pembacaan Sensor PZEM 004T .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Spesifikasi Arduino Mega 2560 Built in Wifi .....	12
Tabel II-2 Tahapan Kegiatan .....	20
Tabel II-3 Logika <i>Clutch Brake</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel II-4 Komponen <i>Solar Panel Tracker Dual-Axis</i> .....	32
Tabel II-5 Pemeriksaan Komponen .....	33
Tabel II-6 Data Perbandingan LDR dengan LUX meter .....	34
Tabel II-7 Pembacaan Tegangan Sensor dan Multimeter .....	38
Tabel II-8 Pembacaan Arus Sensor dan Multimeter .....	39
Tabel II-9 Hasil Uji Respons Logika Kendali terhadap Input Sensor LDR .....	52
Tabel II-10 Hasil Uji Fungsional Logika <i>Clutch Brake</i> .....	52
Tabel II-11 Hasil Uji Fungsional Logika Reset Harian .....	53
Tabel II-12 Pembacaan Daya PZEM 004T .....	54
Tabel II-13 Perbandingan PZEM hasil Kalibrasi dengan Multimeter .....	55
Tabel II-14 Perbandingan PZEM hasil Kalibrasi dengan Clampmeter .....	55
Tabel II-15 Jadwal Kegiatan .....	57

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A: Diagram *Wiring***

**LAMPIRAN B: Program Arduino**

**LAMPIRAN C: Spesifikasi Komponen**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi surya memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan sumber energi lainnya. Teknologi panel surya bersifat modular, mudah dipasang, dan dapat diterapkan pada berbagai skala, mulai dari rumah tangga hingga sistem terdesentralisasi di daerah terpencil. Selain itu, panel surya tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca saat beroperasi dan memiliki biaya operasional yang sangat rendah [1]. Indonesia juga sebagai negara tropis memiliki potensi energi surya yang sangat besar, dengan intensitas radiasi matahari yang cukup stabil sepanjang tahun yaitu sekitar 4–5,1 kWh/m<sup>2</sup>/hari[2][3]. Keadaan ini disebabkan oleh letak Indonesia secara astronomis berada di sekitar garis khatulistiwa.

Meskipun potensinya besar, pemanfaatan panel surya di Indonesia masih menghadapi tantangan utama, yaitu rendahnya efisiensi akibat sistem pemasangan panel yang bersifat statis. Kondisi tersebut menyebabkan efisiensi panel surya dinilai relatif rendah karena posisi panel yang statis tidak selalu optimal dalam menangkap sinar matahari. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan sistem penjejak matahari atau *solar tracker* yang dapat menggerakkan panel surya mengikuti pergerakan matahari sepanjang hari, sehingga penyerapan energi matahari dapat dimaksimalkan [4]. Studi menunjukkan bahwa penggunaan *solar tracker* dapat meningkatkan efisiensi panel surya secara signifikan. Prasetyo et al. (2022) menemukan bahwa panel surya dengan single-axis *solar tracker* menghasilkan daya listrik sebesar 455,93 Wh, sedangkan panel statis hanya menghasilkan 120,19 Wh, atau 73,84% lebih rendah [5]. Sistem *solar tracker* dapat meningkatkan efisiensi panel surya hingga 20-50% tergantung pada jenis dan lokasi [6].

Sistem *solar tracker* dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu *single axis* dan *dual axis*. Sistem *single axis* hanya menggerakkan panel surya pada satu sumbu, sedangkan sistem *lkkiiiazimuth*. Sistem *dual axis* dianggap lebih efektif karena dapat mengoptimalkan penyerapan sinar matahari sepanjang hari [7]. Hal tersebut disebabkan sistem *dual Axis* dapat selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari.

Inti dari fungsionalitas *solar tracker* terletak pada sistem kendali yang presisi. Sistem tersebut umumnya dikendalikan oleh mikrokontroler seperti Arduino. Arduino merupakan mikrokontroller yang mempunyai I/O pin yang lengkap dan menggunakan bahasa

pemrograman yang cukup mudah yaitu C++. Dengan Arduino, sistem *solar tracker dual axis* dapat diimplementasikan secara otomatis dengan bantuan sensor cahaya seperti LDR (Light Dependent Resistor) untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari [8]. Dalam *solar tracker* ini menggunakan empat ldr, Dimana intensitas cahaya yang di deteksi masing masing LDR menjadi acuan arah pergerakan *solar* panel.

Penelitian terkait *solar* panel *tracker* dual-axis telah dilakukan sebelumnya di lingkungan kampus Politeknik Manufaktur Bandung, namun hanya pada sistem dengan kapasitas 220 WP. Meskipun sistem tersebut berhasil menunjukkan peningkatan efisiensi melalui pelacakan posisi matahari, skalanya masih terbatas dan belum mencerminkan tantangan sistem panel berkapasitas besar, baik dari sisi kendali daya, pengendalian motor, maupun pengolahan data sensor dalam jumlah yang lebih kompleks.

Oleh karena itu, dibuatlah kajian dengan judul “Pembuatan Sistem Kendali *Solar Panel Tracker Dual Axis* berkapasitas 2200WP”.

## **1.2 Rumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat sistem kendali *solar panel tracker dual axis* berbasis Arduino?
2. Bagaimana mengimplementasikan *sistem kendali dual axis* dengan menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor LDR?
3. Bagaimana performa sistem kendali dalam merespons perubahan intensitas cahaya secara otomatis?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berikut tujuan dari penulisan karya tulis ini :

1. Membuat sistem kendali *solar panel tracker dual axis* berbasis Arduino.
2. Mengimplementasikan *sistem kendali dual axis* dengan menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor LDR.
3. Menguji performa sistem kendali dalam merespons perubahan intensitas cahaya secara otomatis.

## 1.4 Ruang Lingkup

Dalam pembuatan karya tulis ini, penulis membatasi ruang lingkup kajian yang meliputi :

1. Simulasi, Pengimplementasian dan Pengujian Fungsional Prototipe Sistem Kendali Elektronik untuk *solar panel tracker dual axis* yang dirancang untuk panel surya berkapasitas 2200WP berbasis arduino.
2. Penggunaan sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari dan menggerakkan panel surya secara otomatis.
3. Integrasi dan Kalibrasi Sistem Monitoring Daya AC menggunakan sensor PZEM-004T untuk mengukur konsumsi energi dari sistem kendali itu sendiri..
4. Batasan Proyek:
  - Ruang Lingkup terbatas pada validasi fungsional logika sistem kendali dalam lingkungan mandiri tanpa beban mekanis (*no-load*).
  - Pengujian mekanis skala penuh tidak dilakukan. Hal ini disebabkan oleh substitusi komponen aktuator yang direncanakan (Aktuator linier 6000N) dengan alternatif berdaya lebih rendah karena kendala pengadaan.
  - Analisis kuantitatif peningkatan hasil energi dari panel surya dikecualikan dari hasil penelitian. Pengecualian ini disebabkan oleh kegagalan fungsi modul sensor daya DC (PZEM-017) yang teridentifikasi selama tahap pemeriksaan komponen.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan laporan teknik ini penulis menyusun 3 bab utama yang tiap bab utama membahas satu pokok bahasan sebagai berikut :

### 1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan penulisan, Ruang lingkup, dan sistematika penulisan.

### 2. BAB II LAPORAN TEKNIK

Bab ini berisi pembahasan mengenai dasar teori yang berhubungan dengan kegiatan Proyek Akhir serta langkah-langkah penyelesaian Proyek Akhir, teknik pengumpulan serta

pengelolaan data, berisi rancangan jadwal kegiatan PA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian PA

### 3. BAB III PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penulis yang didapat dari pembahasan yang dibahas dalam laporan teknik ini.