

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN SOLAR *TRACKER SINGLE-AXIS* BERBASIS
SENSOR UV DENGAN ALGORITMA *HYBRID* MODE ASTRONOMIS-
SENSOR UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI PANEL SURYA



LAPORAN TUGAS AKHIR
Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Program
Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh:
KADEK ENDRI SAPUTRA
062240342231

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama	: Kadek Endri Saputra
NIM	: 062240342231
Jenis Kelamin	: Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir	: Musi Banyuasin, 03 Januari 2004
Alamat	: Desa Galih Sari
Program Studi	: Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan	: Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir	: Rancang Bangun Solar <i>Tracker Single-Axis</i> Berbasis Sensor Uv Dengan Algoritma <i>Hybrid Mode</i> Astronomis-Sensor Untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, Juli 2026



KADEK ENDRI SAPUTRA

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER SINGLE-AXIS BERBASIS
SENSOR UV DENGAN ALGORITMA HYBRID MODE ASTRONOMIS-
SENSOR UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI PANEL SURYA



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Program
Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh:

KADEK ENDRI SAPUTRA

062240342231

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. A. Rahman, M.T.

NIP. 196202051993031002

Ir. Isandar Lutfi, M.T.

NIP. 196501291991031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro,

Koordinator Program Studi Sarjana
Terapan

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.

NIP. 197907222008011007

Ir. Renny Maulida, S.T., M.T.

NIP. 198910022019032013

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

”Tugas Akhir yang bagus adalah Tugas Akhir yang **SELESAI**”
(*Bli Kadek*)

Laporan Akhir Penelitian ini penulis persembahkan untuk:

1. Ayah, Ibu dan keluarga tercinta, yang senantiasa penulis hormati dan cintai. Terima kasih atas segala doa, dukungan, kasih sayang, nasihat, serta pengorbanan yang tiada henti selama penulis menempuh proses penelitian hingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak **Ir.A. Rahman, M.T.** Selaku dosen pembimbing I dan Bapak **Ir. Iskandar Lutfi, M.T.** Selaku dosen pembimbing II. Terima kasih telah dengan sabar memberikan ilmu, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Untuk I Gede Ery Santika saudara yang telah memberikan support system dalam mengerjakan alat dan laporan tugas akhir saya. Saya ucapkan terimakasih.
4. Untuk M Agus Wahyudi, patner tugas akhir saya, yang telah menjadi rekan seperjuangan dalam setiap proses, memberikan arahan yang baik dari awal pengerjaan tugas akhir hingga menyusun laporan.
5. Almamaterku, Politeknik Negeri Sriwijaya, tempatku belajar dan bertumbuh hingga sejauh ini.

KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur kepada Tuhan YME yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Solar Tracker Single-Axis Berbasis Sensor Uv Dengan Algoritma Hybrid Mode Astronomis-Sensor Untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya**” dengan baik, lancar dan dengan ilmu yang bermanfaat.

Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro Pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Laporan Tugas Akhir ini berisi Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Pembahasan, Bab V Kesimpulan dan Saran.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, arahan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih:

1. **Bapak Ir.A. Rahman, M.T Selaku Dosen Pembimbing I**
2. **Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T Selaku Dosen Pembimbing II.**

Kemudian dengan segala ketulusan hati penulis juga berterimakasih atas dukungan, bimbingan, bantuan, dan kemudahan dari berbagai pihak, antara lain:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.T.I. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T. Selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Orang Tua, Adik dan sahabat penulis yang telah memberi dukungan, semangat, kasih sayang dan cinta yang sangat besar, baik segi tenaga, materi, pendidikan, dan motivasi.
6. Semua pihak yang telah membantu dan menyelesaikan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran mendukung dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Terima kasih atas perhatiannya.

Palembang: Juni 2026

KADEK ENDRI SAPUTRA
NIM.062240342231

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SOLAR TRACKER *SINGLE-AXIS* BERBASIS SENSOR UV DENGAN ALGORITMA *HYBRID MODE ASTRONOMIS-SENSOR* UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI PANEL SURYA

(2026: 63 Halaman + 24 Gambar + 23 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

KADEK ENDRI SAPUTRA

062240342231

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Penelitian ini merancang dan membangun sistem *solar tracker single-axis* berbasis sensor *ultraviolet* (UV) GUVA-S12SD dengan algoritma *HYBRID MODE ASTRONOMIS-SENSOR* sebagai sumber energi listrik terbarukan untuk operasional sistem pakan ikan otomatis berbasis *IoT*. Algoritma *hybrid* yang dikembangkan menggabungkan dua lapisan strategi kendali secara sinergis, yaitu lapisan *open-loop* berbasis *Solar Position Algorithm* (SPA) dengan data waktu dari RTC DS3231, dan lapisan *closed-loop* berbasis koreksi *real-time* sensor UV. Mekanisme *dead-zone* ($\varepsilon = 0,05$ V) diimplementasikan untuk mencegah osilasi aktuator yang menjadi kelemahan metode kendali *on-off* konvensional. Sistem dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor MPU6050 sebagai umpan balik sudut panel, motor driver BTS7960, aktuator linear DC 12V, dan modul PZEM-017 untuk monitoring daya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan transisi mode secara otomatis dengan akurasi *tracking* RMSE rata-rata di bawah $0,57^\circ$ pada seluruh kondisi cuaca yang diuji (cerah, berawan, dan mendung). Sistem *solar tracker* berhasil meningkatkan produksi energi rata-rata sebesar 28,8% dibandingkan panel surya statis, dengan total energi rata-rata 663,83 Wh per hari. Pengujian integrasi membuktikan bahwa energi yang dihasilkan mampu menyuplai seluruh kebutuhan operasional sistem pakan ikan *IoT* sebesar 196,02 Wh per hari dengan surplus energi 467,81 Wh, dan tegangan baterai LiFePO₄ yang stabil sepanjang 24 jam.

Kata Kunci: Solar Tracker, Single-Axis, Sensor UV, Algoritma Hybrid, Astronomis-Sensor, *IoT*, Tambak Ikan, Efisiensi Energi, ESP32

ABSTRACT

VISUAL DETECTION OF CHICKEN GROWTH USING DEEP LEARNING IN AN AUTOMATIC CHICKEN COOP

(2026: 63 Pages + 24 Figures + 23 Tables + References + Appendices)

KADEK ENDRI SAPUTRA

062240342231

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

D-IV ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

This research designs and develops a single-axis solar tracker system based on GUVAS12SD ultraviolet (UV) sensors with an astronomical-sensor hybrid algorithm as a renewable energy source for IoT-based automatic fish feeding system operations. The developed hybrid algorithm synergistically combines two control strategy layers: an open-loop layer based on the Solar Position Algorithm (SPA) with time data from RTC DS3231, and a closed-loop layer based on real-time UV sensor correction. A dead-zone mechanism ($\epsilon = 0.05$ V) is implemented to prevent actuator oscillation, which is the primary weakness of conventional on-off control methods. The system is built using an ESP32 microcontroller, MPU6050 sensor as panel angle feedback, BTS7960 motor driver, 12V DC linear actuator, and PZEM-017 module for power monitoring. Test results demonstrate that the system successfully performs automatic mode transitions with an average tracking accuracy RMSE below 0.57° across all tested weather conditions (sunny, partly cloudy, and overcast). The solar tracker system achieves an average energy production increase of 28.8% compared to static solar panels, with a total average energy of 663.83 Wh per day. Integration testing proves that the generated energy is sufficient to supply all operational requirements of the IoT fish feeding system of 196.02 Wh per day, with an energy surplus of 467.81 Wh, and stable LiFePO₄ battery voltage throughout 24 hours.

Keywords: Solar Tracker, Single-Axis, UV Sensor, Hybrid Algorithm, Astronomical-Sensor, Iot, Fish Pond, Energy Efficiency, ESP32

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat	5
1.5 Metode Penelitian	6
1.6 Sitematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>State of the Art</i>	8
2.2 Panel Surya	10
2.3 <i>Solar Tracking</i>	14
2.4 Sensor Posisi Matahari UV	18
2.5 Algoritma <i>Hybrid</i> astronomis-sensor.....	20
2.6 Alat dan Bahan.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Kerangka Laporan Tugas Akhir.....	39
3.2 Metode Eksperimen	42
3.3 Perancangan Sistem	43
3.4 Perancangan Perangkat Lunak	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	51
4.2 Hasil Implementasi Algoritma <i>Hybrid</i> astronomis-sensor.....	54
4.3 Analisis Akurasi <i>Tracking</i>	57

4.4	Analisis Peningkatan Efisiensi Energi	58
4.5	Pengujian Integrasi Sistem dengan Beban Tambak Ikan IoT	60
4.6	Pembahasan Keseluruhan	61
4.7	Keterbatasan Penelitian.....	62
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran.....	64
	DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perinsip kerja solar cell.	11
Gambar 2. 2 Bentuk semikonduktor dasar.....	12
Gambar 2. 3 <i>Single-axis tracking on horizontal and vertical axis</i>	15
Gambar 2. 4 ESP 32.....	24
Gambar 2. 5 Modul sensor UV (<i>Ultraviolet</i>).....	26
Gambar 2. 6 Sensor MPU6050	27
Gambar 2. 7 <i>Real Time Clock (RTC)</i>	28
Gambar 2. 8 PZEM-017.....	30
Gambar 2. 9 Motor driver BTS7960.....	31
Gambar 2. 10 Aktuator linear	33
Gambar 2. 11 Modul LM2596	34
Gambar 2. 12 Baterai LiFePO4.....	35
Gambar 2. 13 MCB 10A	38
Gambar 3. 1 kerangka kerja Laporan Tugas Akhir.....	39
Gambar 3. 2 Desain 3D pada <i>solar tracker</i>	44
Gambar 3. 3 Gambaran rancangan elektronik	45
Gambar 3. 4 Diagram blok <i>solar tracking single-axis</i>	46
Gambar 3. 5 <i>Flowchart solar tracking single-axis</i>	48
Gambar 4. 1 Grafik perbandingan θ_{target} vs sudut matahari referensi sepanjang hari (08.00–17.00).....	55
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan TAE/RMSE pada tiga kondisi cuaca	57
Gambar 4. 3 Grafik perbandingan daya panel <i>tracker</i> dan statis.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of the Art</i>	8
Tabel 2. 2 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Efisiensi Panel Surya	13
Tabel 2. 3 Klasifikasi Sistem Solar <i>tracker</i>	16
Tabel 2. 4 Karakteristik sensor UV dalam aplikasi solar <i>tracker</i>	20
Tabel 2. 5 Logika Transisi Mode Algoritma <i>Hybrid</i> astronomis-sensor	22
Tabel 2. 6 Spesifikasi Teknis ESP 32	25
Tabel 2. 7 Spesifikasi Teknis Modul Sensor UV (GUVA-S12SD)	26
Tabel 2. 8 Spesifikasi Teknis Sensor MPU6050	27
Tabel 2. 9 Spesifikasi <i>Teknis Real Time Clock</i> (RTC)	29
Tabel 2. 10 Spesifikasi Teknis PZEM-017	30
Tabel 3. 1 Parameter sistem yang di gunakan	49
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Linearitas Sensor UV GUVA-S12SD	51
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Akurasi <i>Real Time Clock</i> DS3231	52
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Akurasi Sensor MPU6050	53
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Akurasi PZEM-017	54
Tabel 4. 5 Validasi Sudut Astronomikal (θ_{target}) terhadap Posisi Matahari	
Referensi	54
Tabel 4. 6 Contoh Log Transisi Mode Algoritma <i>Hybrid</i>	55
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Akurasi <i>Tracking</i> pada Berbagai Kondisi Cuaca	57
Tabel 4. 8 Perbandingan Energi Harian Panel Surya dengan <i>Tracker</i> vs Panel Statis	58
Tabel 4. 9 Data uji <i>solar tracker</i> hari ke-1	58
Tabel 4. 10 Data uji <i>solar statis</i> hari k-1	59
Tabel 4. 11 Perhitungan beban sistem	60
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Integrasi Beban Sistem Pakan Ikan Otomatis IoT	61