



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - TEKNIK ENERGI LISTRIK

**ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI TRACKING PANEL
SURYA *DUAL AXIS* 100 WP TERHADAP SUHU PANEL
DI KAMPUS 2 ITN MALANG**

Trio Nur Prawito
NIM 2112054

Dosen pembimbing
Ir. Ni Putu Agustini, MT.
Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELETRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2025



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI - TEKNIK ENERGI LISTRIK

**ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI TRACKING PANEL
SURYA *DUAL AXIS* 100 WP TERHADAP SUHU PANEL
DI KAMPUS 2 ITN MALANG**

Trio Nur Prawito
NIM 2112054

Dosen pembimbing
Ir. Ni Putu Agustini, MT.
Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2025



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

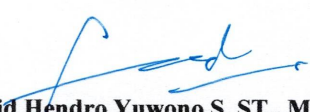
Nama : Trio Nur Prawito
NIM : 2112054
Program Studi : Teknik Elektro S1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Genap 2024/2025
Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Efisiensi Tracking
Panel Surya Dual Axis 100 WP Terhadap
Suhu Panel di Kampus 2 ITN Malang

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata
Satu (S-1) pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 30 Juni 2025
Nilai : **77.63%**

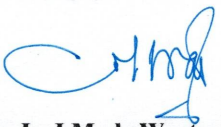
Majelis Penguji

Ketua

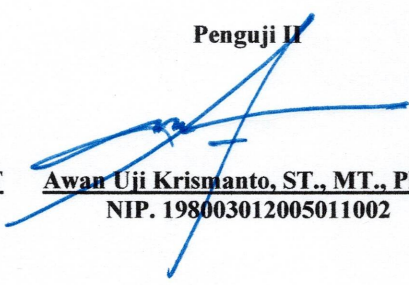

Alfamid Hendro Yuwono S. ST., MT.
NIP. Y. 1032000589

Anggota Penguji

Penguji I


Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 196105031992021001

Penguji II


Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
NIP. 198003012005011002



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Trio Nur Prawito
NIM : 2112054
Program Studi : Teknik Elektro S1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Genap 2024/2025
Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Efisiensi Tracking
Panel Surya Dual Axis 100 WP Terhadap
Suhu Panel di Kampus 2 ITN Malang

Tanggal	Uraian	Paraf
	1. Tujuan tidak sesuai dengan judul, juga rumusan masalah	✓
	2. Flowchat di atas	7 d/
	3. Tunjukkan suhu tidak mempengaruhi efisiensi	✓
	4. Rumus tidak perlu muncul pada bab 4	✓
	5. Kesimpulan di sesuaikan	✓

Disetujui

Dosen Penguji I

Prof. Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
NIP. 196105031992021001

Mengetahui

Dosen Pembimbing I

Ir. Ni Putu Agustini, MT.
NIP. Y. 1030100371

Dosen Pembimbing II

Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT.
NIP. Y. 1032000589



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Trio Nur Prawito
NIM : 2112054
Program Studi : Teknik Elektro S1
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Genap 2024/2025
Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Efisiensi Tracking
Panel Surya Dual Axis 100 WP Terhadap
Suhu Panel di Kampus 2 ITN Malang

Tanggal	Uraian	Paraf
	1. Tujuan tidak sesuai dengan judul, juga rumusan masalah	
	2. Revisi blok diagram	

Disetujui

Dosen Penguji II

Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
NIP. 198003012005011002

Mengetahui

Dosen Pembimbing I

Ir. Ni Putu Agustini, MT.
NIP. Y. 1030100371

Dosen Pembimbing II

Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT.
NIP. Y. 1032000589

**ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI TRACKING
PANEL SURYA *DUAL AXIS* 100 WP TERHADAP
SUHU PANEL DI KAMPUS 2 ITN MALANG**

SKRIPSI

**Trio Nur Prawito
2112054**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



Ir. Ni Putu Agustini, MT.
NIP. Y. 1030100371

Dosen Pembimbing II



Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT.
NIP. Y. 1032000589

Mengetahui:



Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

MALANG
Juli, 2025

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Peningkatan Efisiensi Tracking Panel Surya *Dual Axis* 100 Wp Terhadap Suhu Panel di Kampus 2 ITN”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Alfarid Hendro Yuwono, S., ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang.
4. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
5. Ayah saya Edi Antoro, Ibunda tercinta, Yanti, serta kakak saya Bayu Dwi Sucipto, yang selalu memberikan doa, dukungan moral, serta bantuan finansial yang tiada henti.
6. Seluruh anggota asisten Laboratorium Energi Baru Terbarukan yang telah memberikan motivasi, semangat, dan dorongan untuk terus belajar dan berkembang.
7. Teman-teman Angkatan 21, yang telah menjadi rekan belajar, berdiskusi, serta berbagi pengalaman selama proses penelitian ini. Dukungan dan kebersamaan kalian sangat berarti bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan teknologi energi terbarukan, khususnya pada optimalisasi kinerja panel surya, serta bermanfaat bagi pembaca dan masyarakat luas.

Malang, Juli 2025

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Trio Nur Prawito
NIM : 2112054
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 3507210803030001
Alamat : Ds. Dalisodo, Dsn. Sempukerep, RT/RW 40/13,
Kec. Wagir, Kab. Malang, JAWA TIMUR
Judul Skripsi : Analisis Peningkatan Efisiensi Tracking Panel
Surya *Dual Axis* 100 Wp Terhadap Suhu Panel
Di Kampus 2 Itn Malang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 25 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



(Trio Nur Prawito)

NIM 2112054

ABSTRAK

ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI *TRACKING* PANEL SURYA *DUAL AXIS* 100 WP TERHADAP SUHU PANEL DI KAMPUS 2 ITN MALANG

Trio Nur Prawito, NIM: 2112054

Dosen Pembimbing I: Ir. Ni Putu Agustini, MT.

Dosen Pembimbing II: Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT.

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan dengan potensi besar di Indonesia, namun efisiensi panel surya dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan suhu operasional. Penelitian ini bertujuan menganalisis peningkatan efisiensi panel surya polikristalin 100 Wp dengan penerapan sistem tracking dan pendinginan aktif. Data diperoleh menggunakan sensor DS18B20, BH1750, dan INA219 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel dengan sistem *single-axis tracking* memiliki efisiensi lebih tinggi dibanding panel statis, yaitu 16,40% dengan rata-rata energi 176,31 W/h, sedangkan panel statis hanya mencapai 15,30% dan 146,83 W/h. Selanjutnya, penerapan sistem *dual-axis tracking* dengan pendingin aktif mampu meningkatkan efisiensi hingga 17,58% dengan rata-rata energi 179,35 W/h, dibandingkan 16,89% dan 159,38 W/h pada panel tanpa pendingin. Hasil pengujian ini membuktikan bahwa kombinasi tracking dan pendinginan aktif efektif dalam mengoptimalkan penyerapan cahaya matahari, menjaga suhu panel, serta meningkatkan kinerja keseluruhan sistem.

Kata kunci - panel surya, efisiensi, *dual axis tracking*, pendinginan aktif, energi terbarukan

ABSTRAK

ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI *TRACKING* PANEL SURYA *DUAL AXIS* 100 WP TERHADAP SUHU PANEL DI KAMPUS 2 ITN MALANG

Trio Nur Prawito, NIM: 2112054

Dosen Pembimbing I: Ir. Ni Putu Agustini, MT.

Dosen Pembimbing II: Alfarid Hendro Yuwono S, ST., MT.

Solar energy is one of the renewable energy sources with great potential in Indonesia, but the efficiency of solar panels is influenced by light intensity and operating temperature. This study aims to analyze the improvement in the efficiency of a 100 Wp polycrystalline solar panel through the application of a tracking system and active cooling. Data was collected using DS18B20, BH1750, and INA219 sensors integrated with an ESP32 microcontroller. The results show that panels with a single-axis tracking system have higher efficiency than static panels, with 16.40% efficiency and an average energy output of 176.31 W/h, while static panels only achieve 15.30% efficiency and 146.83 W/h. Furthermore, the application of a dual-axis tracking system with active cooling can increase efficiency to 17.58% with an average energy of 179.35 W/h, compared to 16.89% and 159.38 W/h for panels without cooling. These test results demonstrate that the combination of tracking and active cooling is effective in optimizing sunlight absorption, maintaining panel temperature, and improving overall system performance.

Keywords - solar panels, efficiency, dual-axis tracking, active cooling, renewable energy

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	5
2.2 Panel surya Polycrystalline	5
2.3 Kinerja Panel Surya	6
2.3.1 Aspek Utama Kinerja Panel Surya	6
2.3.2 Indeks Kinerja Tambahan.....	7
2.3.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya	7
2.4 Panel Surya Tracker Single Axis dan Dual Axis	8
2.4.1 Single Axis	8
2.4.2 Dual Axis.....	9
2.5 Pengaruh Suhu terhadap Efisiensi Solar Tracking	11
2.6 PSH (Peak Sun Hour)	11
2.7 Motor DC.....	11
2.8 Baterai.....	12
2.9 ESP32	12
2.10 Sensor Tegangan dan Arus (INA219)	13
2.11 Sensor Suhu (DS18B20)	14
2.12 Sensor Intensitas Cahaya (BH1750)	14
2.13 Relay DC	15
2.14 Buck Converter	15
2.15 Ultrasonic Ceramic Humidifier Mist	16
2.16 Arduino IDE	17
2.17 Perhitungan Efisiensi Panel surya.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21

3.3 Perancangan Penelitian	25
3.4 Spesifikasi Sistem	26
3.5 Flowchart Keseluruhan Sistem	27
3.6 Blok Diagram Alat	29
3.7 Perancangan Perangkat Keras.....	30
BAB IV HASIL DAN ANALISIS	31
4.1 Diskripsi Perancangan Alat.....	31
4.2 Hasil Pengukuran Panel Surya Statis dan Panel Surya Single Axis	33
4.2.1 Hasil Pengujian Sensor BH1750 (Sensor Intensitas Cahaya)	33
4.2.2 Hasil Pengujian Sensor DS18B20 (Sensor Suhu)	35
4.2.3 Hasil Pengujian Sensor INA219 (Sensor Tegangan & Arus)	37
4.2.4 Hasil Pengukuran Voc dn Isc Panel Statis dan Panel Single Axis	38
4.2.5 Perhitungan Efisiensi Maksimal Daya Daya Output Panel.....	41
4.2.6 Menentukan Energi Beban Total Panel Statis dan Panel Single Axis	43
4.2.7 Menentukan Energi Total Panel Surya	44
4.3 Hasil Pengukuran Panel Surya Dual Axis dan Panel Surya Dua Axis dengan Pendingin.....	46
4.3.1 Hasil Pengujian Sensor BH1750 (Sensor Intensitas Cahaya)	46
4.3.2 Hasil Pengujian Sensor DS18B20 (Sensor Suhu)	48
4.3.3 Hasil Pengujian Sensor INA219 (Sensor Tegangan & Arus)	50
4.3.4 Hasil Pengukuran Voc dn Isc Panel Statis dan Panel Single Axis	52
4.3.5 Perhitungan Efisiensi Maksimal Daya Daya Output Panel.....	55
4.3.6 Menentukan Energi Beban Total Panel Dual Axis dan Panel Dual Axis dengan Pendingin	58
4.3.7 Menentukan Energi Total Panel Surya	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65

LAMPIRAN	69
-----------------------	-----------