

**PENGARUH PENGGUNAAN ALUMINIUM *FIN HEATSINK* PADA
HIBRIDA SISTEM *PHOTOVOLTAIC-THERMOELECTRIC*
GENERATOR (PV-TEG)**

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains**



**Nur Rahma Hidayanti
1306621018**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

ABSTRAK

NUR RAHMA HIDAYANTI. Pengaruh Penggunaan Aluminium *Fin Heatsink* pada Hibrida Sistem *Photovoltaic-Thermoelectric Generator* (PV-TEG). Dibawah Bimbingan HADI NASBEY dan SYAFRIMA WAHYU.

Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena intensitas penyinaran matahari yang tinggi sepanjang tahun, namun pemanfaatannya belum optimal. Salah satu kendala utama pada sistem panel surya adalah rendahnya efisiensi konversi akibat panas berlebih yang dihasilkan. Energi panas berlebih ini masih dapat dimanfaatkan dengan bantuan *Thermoelectric Generator* (TEG), yaitu mengubah perbedaan suhu menjadi energi listrik. Namun, kinerja TEG sangat bergantung pada seberapa besar selisih suhu antara sisi panas dan sisi dingin. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penggunaan aluminium fin *heatsink* sebagai metode pendinginan pasif untuk meningkatkan efisiensi sistem hibrida *Photovoltaic-Thermoelectric Generator* (PV-TEG). Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan membandingkan konfigurasi tanpa *heatsink*, *heatsink* 4 sirip, dan *heatsink* 11 sirip. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan *heatsink* mampu meningkatkan efisiensi sistem, masing-masing sebesar 0,64%, 0,83%, dan 0,87%. Konfigurasi *heatsink* 11 sirip menghasilkan daya rata-rata tertinggi sebesar 0,2148 W dan perbedaan suhu (ΔT) sebesar 11,57°C. Peningkatan jumlah sirip memperbesar luas permukaan konveksi, menjaga suhu sisi dingin tetap rendah, dan meningkatkan daya keluaran sistem. Dengan demikian, *heatsink* aluminium efektif meningkatkan kinerja PV-TEG secara lebih hemat energi dan biaya.

Kata Kunci: *Photovoltaic, Thermoelectric Generator, Heatsink* Aluminium, Pendinginan Pasif, Efisiensi Energi

ABSTRACT

NUR RAHMA HIDAYANTI. The Effect of Using Aluminium Fin Heatsinks on Hybrid Photovoltaic-Thermoelectric Generator (PV-TEG) Systems. Under the supervision of HADI NASBEY and SYAFRIMA WAHYU.

Indonesia has significant solar energy potential due to high solar radiation intensity throughout the year; however, its utilization remains suboptimal. One of the main limitations of solar panel systems is their low conversion efficiency caused by excess heat generation. This excess heat can still be utilized through a Thermoelectric Generator (TEG), which converts temperature differences into electrical energy. However, TEG performance highly depends on the magnitude of the temperature difference between the hot and cold sides. Therefore, this study aims to examine the effect of using aluminum fin heatsinks as a passive cooling method to enhance the efficiency of a hybrid photovoltaic-Thermoelectric Generator (PV-TEG) system. The method used is experimental, comparing configurations without a heatsink, with a 4-fin heatsink, and with an 11-fin heatsink. The results show that the use of a heatsink improves system efficiency, with values of 0.64%, 0.83%, and 0.87%, respectively. The 11-fin heatsink configuration produced the highest average power output of 0.2148 W and a temperature difference (ΔT) of 11.57°C. Increasing the number of fins enlarges the convection surface area, maintains a lower cold-side temperature, and enhances the system's power output. Thus, aluminum heatsinks effectively improve PV-TEG performance in a more energy and cost-efficient manner.

Keywords: Photovoltaic, Thermoelectric Generator, Aluminium Heatsink, Passive Cooling, Energy Efficiency

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PENGARUH PENGGUNAAN ALUMINIUM *FIN HEATSINK* PADA
HIBRIDA SISTEM *PHOTOVOLTAIC-THERMOELECTRIC GENERATOR*
(PV-TEG)

Nama : Nur Rahma Hidayanti
 No. Registrasi : 1306621018

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab		
Dekan : Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si		12/08/2025
NIP. 197909162005011004		
Wakil Penanggung Jawab		
Wakil Dekan I : Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc.		12/08/2025
NIP. 197905042009122002		
Ketua : Dr. Umiatin, M.Si		31/07/2025
NIP. 197901042006042001		
Sekretaris : Siti Julia, M.Si.		31/07/2025
NIP. 199205282025062007		
Anggota		
Pembimbing I : Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si.		01/08/2025
NIP. 197909162005011004		
Pembimbing II : Syafrima Wahyu, M.Si		31/07/2025
NIP. 199110132023211021		
Penguji : Fachriza Fathan, M.Si.		31/07/2025
NIP. 199203102024061002		

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 24 Juli 2025

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Aluminium *Fin Heatsink* pada Hibrida Sistem *Photovoltaic-Thermoelectric Generator* (PV-TEG)”** yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta adalah benar karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang digunakan oleh penulis sebagai referensi dalam skripsi ini diperoleh dari penulis lain yang telah dicantumkan dalam daftar pustaka yang sesuai dengan standar, kaidah, dan etika penulis ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini, bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, Juli 2025



Nur Rahma Hidayanti



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Nur Rahma Hidayanti
NIM : 1306621018
Fakultas/Prodi : FMIPA / Fisika
Alamat email : Murrahmahidayanti03@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENGARUH PENGGUNAAN ALUMINIUM FIN HEATSINK PADA HIBRIDA
SISTEM PHOTOVOLTAIC-THERMOELECTRIC GENERATOR (PV-TEG)

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 18 Agustus 2025

Penulis

(Nur Rahma Hidayanti)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabatnya dan umatnya hingga akhir zaman, aamiin.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika di Fakultas, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Skripsi ini berjudul **“Pengaruh Penggunaan Aluminium *Fin Heatsink* pada Hibrida Sistem *Photovoltaic-Thermoelectric Generator* (PV-TEG)”**.

Penulis menyadari bahwa tanpa doa, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini akan sangat sulit diselesaikan. Dukungan berupa saran, motivasi, dan inspirasi selama masa perkuliahan maupun dalam proses penelitian ini telah menjadi kekuatan besar bagi penulis hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini disampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si, selaku dosen pembimbing I, atas segala bimbingan, waktu, dan perhatian yang diberikan selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Syafrima Wahyu, M.Si, selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan banyak masukan dan arahan demi penyempurnaan skripsi ini.
3. Dr. Teguh Budi Prayitno, M.Si selaku Koordinator Program Studi Fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta.
4. Teristimewa kepada almarhum Bapak Suryadi, selaku ayah penulis, yang semasa hidup sampai sekarang selalu menjadi motivasi penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
5. Teristimewa kepada Ibu Maesaroh, selaku ibu penulis, yang telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan hingga tahap ini, dengan penuh pengorbanan, semangat, dan doa yang tiada henti.
6. Seluruh keluarga yang senantiasa selalu mendukung dan mendoakan penulis.

7. Teman-teman seperjuangan Fisika UNJ Angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat dan dukungan, serta berbagi ilmu kepada penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Ananda dan Alqisa, selaku sahabat yang selalu hadir memberi semangat dan menemani di setiap langkah.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikandukungan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang membangun agar skripsi ini bisa menjadi lebih baik lagi. Harapan dari penulis, semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menambah pengetahuan bagi masyarakat luas.

Jakarta, Juli 2025

Nur Rahma Hidayanti

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	15
A. Latar Belakang	15
B. Rumusan Masalah	18
C. Tujuan Penelitian.....	18
D. Manfaat Penelitian.....	18
BAB II KAJIAN PUSTAKA	20
A. Sel Surya	20
B. Karakteristik dan Efisiensi Sel Surya.....	21
C. Efek Fotolistrik.....	24
D. <i>Thermoelectric Effect</i>	30
E. <i>Thermoelectric Generator</i> (TEG)	32
F. Hibrida Sistem <i>Photovoltaic-Thermoelectric Generator</i> (PV-TEG) .	35
G. Pendingin Pasif <i>Heatsink</i>	37
H. Arduino UNO.....	41
I. Sensor Suhu DS18B20	44
J. Sensor INA219.....	46
K. Real-Time Clock DS1307	48
L. Modul MicroSD Card.....	49
M. Kerangka Berpikir	50
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	52
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	52
B. Metode Penelitian.....	52

1. Diagram Alir Penelitian.....	54
2. Alat dan Bahan	55
3. Prosedur Penelitian.....	58
4. Blok Diagram Sistem	59
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data.....	59
1. Teknik Pengumpulan Data	59
2. Teknik Analisis Data.....	60
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	62
A. Deskripsi Hasil Penelitian	62
B. Karakterisasi Sensor.....	62
1. Sensor Arus dan Tegangan INA219	62
2. Sensor Suhu DS18B20	67
C. Karakterisasi Panel Surya.....	69
D. Karakterisasi <i>Thermoelectric Generator</i> (TEG)	75
E. Konfigurasi Sistem PV-TEG dengan Aluminium <i>Fin Heatsink</i>	79
1. Konfigurasi Modul TEG dengan Panel Surya.....	79
2. Posisi Aluminium <i>Fin Heatsink</i> dalam Sistem PV-TEG	80
F. Hasil Pengukuran dan Analisis Pengaruh <i>Heatsink</i> terhadap Kinerja Sistem PV-TEG	82
1. Hasil Pengukuran Sistem PV-TEG.....	84
2. Hasil Pengukuran Sistem PV-TEG <i>Heatsink</i> 4 dan 11 Sirip	87
3. Analisis Perbandingan PV-TEG dengan dan tanpa <i>Heatsink</i>	89
G. Resume	92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	94
A. Kesimpulan.....	94
B. Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	102
Lampiran 1. Data Karakterisasi Sensor.....	102
Lampiran 2. Data Karakterisasi Panel Surya	105
Lampiran 3. Data Karakterisasi TEG	110
Lampiran 4. Data Pengujian Sistem PV-TEG	120

Lampiran 5. Data Pengujian Sistem PV-TEG <i>Heatsink</i>	123
Lampiran 6. Data Perbandingan Sistem PV-TEG <i>Heatsink</i>	129
Lampiran 7. Dokumentasi	130
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	136



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino UNO.....	43
Tabel 2.2 Spesifikasi DS18B20.....	45
Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian	52
Tabel 3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Pengujian	55
Tabel 3.3 Spesifikasi Panel Surya Monocrystalline 5 Wp	56
Tabel 3.4 Spesifikasi Modul TEG TEC1-12706	57
Tabel 4.1 Hasil Pengolahan Data Tegangan Sensor INA219	64
Tabel 4.2 Hasil Pengolahan Data Arus Sensor INA219.....	66
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Error dan Akurasi pada Sensor Suhu DS18B20	68
Tabel 4.4 Hasil pengukuran intensitas cahaya dan suhu permukaan panel surya saat uji karakterisasi.....	71
Tabel 4.5 Nilai Voc, Isc, Vmp, dan Imp dari Masing-masing Panel Surya.....	72
Tabel 4.6 Rata-rata Intensitas Cahaya pada Panel Surya	83
Tabel 4.7 Perbandingan Efisiensi sistem PV-TEG Heatsink 4 dan 11 Sirip	89
Tabel 4.8 Perbandingan rata-rata daya output dan efisiensi.....	90
Tabel 4.9 Hasil Pengujian PV-TEG dengan dan tanpa Heatsink	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel surya monokristalin	21
Gambar 2.2 Karakteristik sel surya pada tiga daerah kondisi	22
Gambar 2.3 Susunan peralatan untuk menguji efek fotolistrik.....	25
Gambar 2.4 Kebergantungan Potensial Penghenti (V_s) terhadap Frekuensi Cahaya (v).....	26
Gambar 2.5 Kebergantungan Kuat Arus Fotoelektrik (i) terhadap Potensial Penghalang (V)	27
Gambar 2.6 Kuat Arus Fotoelektrik terhadap Waktu	28
Gambar 2.7 Kuat Arus Fotoelektrik terhadap Intensitas Cahaya untuk Cahaya dengan Frekuensi Tertentu	29
Gambar 2.8 Skema ilustrasi Efek Seebeck	30
Gambar 2.9 Skema dan pengoperasian modul termoelektrik	32
Gambar 2.10 Generator Termoelektrik	34
Gambar 2.11 Prinsip Kerja Sel Fotovoltaik (PV)	36
Gambar 2.12 Ilustrasi Hibrida PV-TEG	37
Gambar 2.13 Ilustrasi <i>Heat Sink</i> Menyerap Panas.....	38
Gambar 2.14 Ilustrasi <i>finned heatsink</i> pada PV-TEG	41
Gambar 2.15 Arduino UNO	43
Gambar 2.16 Sensor suhu DS18B20.....	44
Gambar 2.17 Skematik diagram DS18B20.....	46
Gambar 2.18 Skematik INA219.....	47
Gambar 2.19 Konfigurasi Pin INA219	47
Gambar 2.20 Sensor INA219.....	47
Gambar 2.21 RTC DS1307	48
Gambar 2.22 <i>Datasheet</i> pin RTC DS1307.....	49
Gambar 2.23 Block Diagram DS1307	49
Gambar 2.24 Modul MicroSD Card	50
Gambar 3.1 Desain PV-TEG Heatsink.....	53

Gambar 3.2 Skema pengujian dan pengambilan data	53
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	55
Gambar 3.4 Panel Surya Monocrystalline 5 Wp.....	56
Gambar 3.5 Modul TEG TEC1-12706.....	57
Gambar 3.6 Diagram blok sistem	59
Gambar 4.1 Karakterisasi Sensor INA219.....	63
Gambar 4.2 Grafik Karakterisasi Tegangan: (a) Sensor INA219 1, (b) Sensor INA219 2	64
Gambar 4.3 (a) Grafik Karakterisasi Arus Sensor INA219 1 (b) Grafik Karakterisasi Arus Sensor INA219 2.....	66
Gambar 4.4 Karakterisasi Sensor Suhu DS18B20.....	67
Gambar 4.5 Grafik Karakterisasi Sensor Suhu DS18B20	68
Gambar 4.6 Karakterisasi Panel Surya: (a) Tahap pertama, (b) Tahap kedua.....	70
Gambar 4.7 kurva karakteristik I–V dan P–V: (a) Panel 1, (b) Panel 2	72
Gambar 4.8 Grafik hubungan waktu terhadap tegangan dan arus panel surya: (a) Panel 1, (b) Panel 2	73
Gambar 4.9 Grafik hubungan waktu terhadap daya dan suhu panel surya: (a) Panel 1, (b) Panel 2.	74
Gambar 4.10 Karakterisasi Thermoelectric Generator (TEG): (a) tampak atas, (b) tampak samping	76
Gambar 4.11 Grafik hubungan ΔT terhadap daya keluaran TEG pada empat sesi pengujian: (a) Sesi 1, (b) Sesi 2, (c) Sesi 3, (d) Sesi 4.....	78
Gambar 4.12 Konfigurasi Modul TEG dengan Panel Surya.....	79
Gambar 4.13 Bentuk dan Dimensi Aluminium Heatsink 4 Sirip.....	80
Gambar 4.14 Posisi pemasangan heatsink 4 sirip pada sistem PV-TEG: (a) tampak atas, (b) tampak samping	81
Gambar 4.15 Bentuk dan Dimensi Aluminium Heatsink 11 Sirip.....	81
Gambar 4.16 Posisi pemasangan heatsink 11 sirip pada sistem PV-TEG: (a) tampak atas, (b) tampak samping	82
Gambar 4.17 Pengukuran Intensitas Cahaya: (a) Atas, (b) Tengah, (c) Bawah	83
Gambar 4.18 Penempatan Sensor DS18B20.....	84

Gambar 4.19 Rangkaian Komponen Elektronik	84
Gambar 4.20 Pengujian sistem hibrida PV-TEG	85
Gambar 4.21 Grafik Hubungan Waktu terhadap Suhu dan Tegangan	85
Gambar 4.22 Pengujian sistem hibrida PV-TEG dengan Heatsink.....	87
Gambar 4.23 Grafik hasil keluaran sistem PV-TEG dengan heatsink 4 dan 11 sirip: (a) daya keluaran terhadap waktu, (b) suhu permukaan PV dan suhu sisi dingin TEG terhadap waktu	88
Gambar 4.24 Grafik perbandingan pada tiap konfigurasi: (a) Daya terhadap Waktu, (b) Selisih suhu terhadap Waktu	90

