

**SKRIPSI**

**ANALISIS DAYA KELUARAN PROTOTIPE  
*THERMOELECTRIC GENERATOR (TEG)* PADA  
PEMANFAATAN PANAS ASPAL DENGAN VARIASI  
KETEBALAN PLAT TEMBAGA (*COPPER PLATE*)  
SEBAGAI KONDUKTOR PANAS**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**ANGGUN ISMERIYANTI PUTRI**

**03041282126065**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS DAYA KELUARAN PROTOTIPE  
*THERMOELECTRIC GENERATOR (TEG)* PADA  
PEMANFAATAN PANAS ASPAL DENGAN VARIASI  
KETEBALAN PLAT TEMBAGA (*COPPER PLATE*)  
SEBAGAI KONDUKTOR PANAS**



**Skripsi**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**ANGGUN ISMERIYANTI PUTRI**

**03041282126065**

**Indralaya, 20 Mei 2025**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Ike Bayusari, S.T., MT**

**NIP. 197010181997022001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D, IPU., APEC Eng.**

**NIP. 197108141999031005**

## HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  \_\_\_\_\_

Pembimbing Utama : Ir. Ike Bayusori, S.T., M.T

Tanggal : 20 Mei 2025

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggun Ismeriyanti Putri

NIM : 03041282126065

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan iThenticate/Turnitin : 2%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Analisis Daya Keluaran Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 20 Mei 2025



Anggun Ismeriyanti Putri

NIM. 03041282126065

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggun Ismeriyanti Putri  
NIM : 03041282126065  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISIS DAYA KELUARAN PROTOTIPE *THERMOELECTRIC*  
GENERATOR (*TEG*) PADA PEMANFAATAN PANAS ASPAL DENGAN  
VARIASI KETEBALAN PLAT TEMBAGA (*COPPER PLATE*) SEBAGAI  
KONDUKTOR PANAS**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang  
Pada tanggal: 20 Mei 2025



Anggun Ismeriyanti Putri

NIM. 03041282126065

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Daya Keluaran Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas” sebagai syarat menjadi sarjana pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, tidak luput dari dukungan banyak pihak, untuk itu, penulis ingin memberikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan kekuatan, kesabaran, kekuatan serta keteguhan sehingga dapat menyelesaikan laporan kerja praktik ini dengan baik.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Dr. Eng, Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Ike Bayusari S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing, memberi waktu, nasihat, dan dukungan kepada penulis.
5. Keluarga tersayang, Bapak, Ibu, Mas Joko, Mas Ujik, dan seluruh keluarga yang telah menjadi penyemangat, sumber motivasi, dan senantiasa mendoakan penulis selama kuliah hingga pengerjaan tugas akhir ini selesai.
6. Teman-teman kuliah, Sekar Adelia Kusmiati, Shabrina Renggani Putri, Ayu Uswatun Hasanah, Lutfiah Cikal Maherdiva, Patrisa Utari, Syanti Prasetyani dan Qhizam Deo Amanda yang telah menjadi bagian dari cerita suka dan duka kehidupan perkuliahan penulis.
7. Mutia Puji Lestari dan Yaumil Fasli yang selalu menemani penulis dan memberikan dukungan serta semangat dalam mengerjakan tugas akhir.

8. Teman-teman seperjuangan satu bimbingan dan seluruh teman-teman satu angkatan Teknik Elektro 2021 yang telah memberikan banyak motivasi, bantuan, dukungan selama kuliah hingga menyelesaikan tugas akhir.
9. Serta pihak-pihak lain yang berkontribusi dalam membantu penulis selama penulisan tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan pembaca berkenan untuk memberikan kritik beserta saran yang sekiranya membangun agar penulis dapat lebih baik lagi kedepannya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi yang baik bagi pembaca. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih.

Palembang, 20 Mei 2025



Anggun Ismeriyanti Putri

NIM. 03041282126065

## ABSTRAK

# ANALISIS DAYA KELUARAN PROTOTIPE *THERMOELECTRIC GENERATOR (TEG)* PADA PEMANFAATAN PANAS ASPAL DENGAN VARIASI KETEBALAN PLAT TEMBAGA (*COPPER PLATE*) SEBAGAI KONDUKTOR PANAS

(Anggun Ismeriyanti Putri, 03041282126065, 2025, 58 halaman)

---

Aspal sebagai elemen infrastruktur menyerap panas matahari dan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan melalui teknologi *thermoelectric generator (TEG)*, yang mengubah perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Penelitian ini mengkaji kinerja TEG dengan penambahan plat tembaga sebagai penghantar panas berkonduktivitas tinggi, dengan variasi ketebalan 1 mm, 2 mm, dan 3 mm. Nilai rata-rata tertinggi dari  $\Delta T$ , tegangan, arus, dan daya keluaran dari prototipe dengan ketebalan plat tembaga 1 mm secara berturut-turut, yaitu 6,12 °C, 0,349 V, 0,002973 A, dan 0,001037577 W. Untuk prototipe dengan ketebalan plat tembaga 2 mm secara berturut-turut, yaitu 7,39 °C, 0,294 V, dan 0,003196 A, dan 0,000939624 W. Dan untuk prototipe dengan ketebalan plat tembaga 3 mm secara berturut-turut, yaitu 7,56 °C, 0,363 V, dan 0,001928 A dan 0,000699864 W. Hasil menunjukkan, plat tembaga 2 mm merupakan konfigurasi paling optimal dalam mendukung kinerja TEG tanpa menimbulkan resistansi termal yang berlebihan, sehingga menghasilkan arus listrik serta daya keluaran tertinggi secara keseluruhan.

**Kata Kunci:** *Aspal, Thermoelectric Generator, Copper Plate.*

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D, IPU., APEC Eng.

NIP. 197108141999031005

Palembang, 20 Mei 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Ike Bayusari, S.T., MT

NIP. 197010181997022001

**ABSTRACT**  
**ANALYSIS OF OUTPUT POWER OF THERMOELECTRIC  
GENERATOR (TEG) PROTOTYPE IN ASPHALT HEAT UTILIZATION  
WITH VARIATION OF COPPER PLATE THICKNESS AS HEAT  
CONDUCTOR**

(Anggun Ismeriyanti Putri, 03041282126065, 2025, 58 pages)

---

Asphalt, as a key infrastructure element, absorbs solar heat and can be utilized as a renewable energy source through thermoelectric generator (TEG) technology, which converts temperature differences into electrical energy. This study evaluates the performance of a TEG system equipped with copper plates—high thermal conductivity heat conductors—with varying thicknesses of 1 mm, 2 mm, and 3 mm. The highest average values of  $\Delta T$ , voltage, current, and output power for the 1 mm copper plate were 6.12 °C, 0.349 V, 0.002973 A, and 0.001037577 W, respectively. For the 2 mm plate, the values were 7.39 °C, 0.294 V, 0.003196 A, and 0.000939624 W, while the 3 mm plate yielded 7.56 °C, 0.363 V, 0.001928 A, and 0.000699864 W. The results suggest that the 2 mm copper plate provides the most optimal configuration to enhance TEG performance without inducing excessive thermal resistance, thereby delivering the highest overall current and power output.

**Keywords: Asphalt, Thermoelectric Generator, Copper Plate.**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D, IPU., APEC Eng.**  
NIP. 197108141999031005

**Palembang, 20 Mei 2025**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing**

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Ir. Ike Bayusari.

**Ir. Ike Bayusari, S.T., MT**  
NIP. 197010181997022001

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>SKRIPSI</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN DOSEN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 <i>State of The Art</i> .....	6
2.2 Modul <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> .....	8
2.2.1 Efek <i>Seebeck</i> .....	9
2.2.2 Efek <i>Peltier</i> .....	10

2.3 Rangkaian Modul <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> .....	11
2.3.1 Rangkaian <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> secara Seri .....	12
2.3.2 Rangkaian <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> secara Paralel.....	12
2.4 Sistem Pendingin <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> .....	13
2.4.1 <i>Heatsink</i> .....	13
2.5 Aspal sebagai Kolektor Panas .....	14
2.5.1 Aspal <i>Hot Mix</i> .....	15
2.5.2 Aspal <i>Cold Mix</i> .....	16
2.5.3 Aspal dalam Aplikasi <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> .....	16
2.6 Material Konduktor Termal.....	17
2.7 <i>Copper</i> (Tembaga) sebagai Material Konduktor Termal .....	18
2.7.1 <i>Copper</i> dalam Aplikasi <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> .....	19
2.7.2 Ketebalan <i>Copper</i> (Tembaga) dalam Penyerapan Panas .....	20
2.8 Perpindahan Panas .....	20
2.8.1 Konduksi.....	21
2.8.2 Konveksi.....	21
2.8.3 Radiasi .....	22
2.8.4 Resistansi Termal.....	22
2.9 Daya Listrik.....	24
2.9.1 Daya Aktif.....	24
2.9.2 Daya Reaktif .....	24
2.9.3 Daya Semu.....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
3.2 Metode Penelitian.....	27
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	28
3.4 Alat dan Bahan Penelitian .....	29
3.5 Spesifikasi Alat .....	31
3.6 Desain Alat.....	31
3.7 Skema Pengambilan Data .....	36
3.8 Rangkaian Pengukuran.....	38

3.8.1 Rangkaian Pengukuran Arus .....	38
3.8.2 Rangkaian Pengukuran Tegangan.....	38
3.9 Prosedur Penelitian.....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
4.1 Umum.....	41
4.2 Data Hasil Pengukuran.....	42
4.2.1 Data Hasil Pengukuran Prototipe <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Ketebalan Plat Tembaga 1 mm .....	42
4.2.2 Data Hasil Pengukuran Prototipe <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Ketebalan Plat Tembaga 2 mm .....	43
4.2.3 Data Hasil Pengukuran Prototipe <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Ketebalan Plat Tembaga 3 mm .....	44
4.3 Perhitungan Daya Keluaran Prototipe <i>Thermoelectric Generator (TEG)</i> pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga ( <i>Copper Plate</i> ) sebagai Konduktor Panas .....	44
4.4 Hasil dan Analisis.....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran.....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>59</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Modul Thermoelectric Generator (TEG) .....	9
Gambar 2.2 Efek Seebeck.....	10
Gambar 2.3 Efek Peltier.....	11
Gambar 2.4 Rangkaian Seri Modul TEG.....	12
Gambar 2.5 Rangkaian Paralel Modul TEG .....	13
Gambar 2.6 Heatsink Aluminium .....	14
Gambar 2.7 Albedo pada Aspal.....	15
Gambar 2.8 Desain TEG dengan Aspal .....	17
Gambar 2.9 Desain TEG dengan Copper Plate.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3.2 Desain Susunan Alat.....	31
Gambar 3.3 Desain Susunan Modul TEG.....	32
Gambar 3.4 Ukuran Prototipe Alat .....	32
Gambar 3.5 Desain Gabungan Prototipe Alat.....	33
Gambar 3.6 Desain Tampak Atas .....	34
Gambar 3.7 Desain Tampak Samping.....	34
Gambar 3.8 Desain Tampak Belakang.....	35
Gambar 3.9 Skema Pengambilan Data 1 Prototipe.....	36
Gambar 3.10 Skema Pengambilan Data Prototipe Gabungan .....	37
Gambar 3.11 Rangkaian Pengukuran Arus .....	38
Gambar 3.12 Rangkaian Pengukuran Tegangan .....	38
Gambar 4.1 Prototipe Alat Tampak Atas dan Tampak Samping.....	41
Gambar 4.2 Grafik Temperatur Sisi Panas (Hot side) dan Sisi Dingin (Cool side) .....	46
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Selisih Temperatur .....	47
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Tegangan .....	48
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Arus.....	49
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Daya .....	50

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Konduktivitas Logam .....	18
Tabel 3.1 Gambaran Waktu Penelitian .....	26
Tabel 3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	29
Tabel 3.3 Spesifikasi Komponen.....	31
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengukuran Prototipe Pertama.....	42
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengukuran Prototipe Kedua .....	43
Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengukuran Prototipe Ketiga .....	44

## DAFTAR PERSAMAAN

	<b>Halaman</b>
Persamaan 2.1 .....	9
Persamaan 2.2 .....	11
Persamaan 2.3 .....	21
Persamaan 2.4 .....	23
Persamaan 2.5 .....	23
Persamaan 2.6 .....	24
Persamaan 2.7 .....	24
Persamaan 2.8 .....	25
Persamaan 2.9 .....	25
Persamaan 4.1.....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

### **Lampiran 1. Gambar Prototipe Alat**

Lampiran 1.1 Gambar Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Tampak Atas

Lampiran 1.2 Gambar Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Tampak Samping

Lampiran 1.3 Gambar Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Tampak Depan

### **Lampiran 2. Gambar Pengambilan Data**

Lampiran 2.1 Pengambilan Data Panas Aspal Ketiga Prototipe dengan *Thermal Gun*

Lampiran 2.2 Pengambilan Data Temperatur Sisi Panas (*Hot Side*) dengan Termokopel Tipe K

Lampiran 2.3 Pengambilan Data Temperatur Sisi Dingin (*Cool Side*) dengan *Thermal Gun*

Lampiran 2.4 Pengambilan Data Tegangan dengan Multimeter

Lampiran 2.5 Pengambilan Data Arus dengan Multimeter

### **Lampiran 3. Data Hasil Penelitian**

Lampiran 3.1 Data Hasil Penelitian Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Hari ke-1

Lampiran 3.2 Data Hasil Penelitian Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Hari ke-2

Lampiran 3.3 Data Hasil Penelitian Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Hari ke-3

Lampiran 3.4 Data Hasil Penelitian Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Hari ke-4

Lampiran 3.5 Data Hasil Penelitian Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Hari ke-5

Lampiran 3.6 Data Hasil Penelitian Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Hari ke-6

Lampiran 3.7 Data Hasil Penelitian Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Hari ke-7

Lampiran 3.8 Data Hasil Penelitian Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Hari ke-8

Lampiran 3.9 Data Hasil Penelitian Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Hari ke-9

Lampiran 3.10 Data Hasil Penelitian Prototipe *Thermoelectric Generator (TEG)* pada Pemanfaatan Panas Aspal dengan Variasi Ketebalan Plat Tembaga (*Copper Plate*) sebagai Konduktor Panas Hari ke-10

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang signifikan memberikan dampak yang luas terhadap penggunaan energi listrik di dunia, salah satu dampaknya adalah menjadikan energi listrik sebagai energi primer yang digunakan dalam banyak bidang, industri maupun rumah tangga. Namun, sumber daya utama penghasil energi listrik masih menggunakan energi fosil. Energi fosil adalah sumber daya yang terbatas dan tidak dapat diperbarui dalam waktu singkat. Penggunaan energi fosil secara masif menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan termasuk emisi gas rumah kaca yang dapat meningkatkan suhu global [1]. Selain berdampak pada lingkungan, eksploitasi energi fosil berkontribusi dalam krisis energi karena dapat mengurangi sumber daya cadangan. Kondisi ini semakin mendesak pencarian solusi alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Dalam rangka mengurangi sumber daya energi fosil, perkembangan energi terbarukan menjadi inovasi yang terus diupayakan. Salah satu perkembangan energi terbarukan adalah dengan memanfaatkan energi panas matahari menjadi energi listrik menggunakan teknologi panel surya [2]. Panel surya terdiri dari sel *photovoltaic* yang terbuat dari bahan semikonduktor. Ketika sinar matahari jatuh pada sel *photovoltaic*, energi foton diubah menjadi energi listrik [3]. Meskipun teknologi panel surya sudah banyak digunakan dan terbukti efektif dalam menciptakan energi terbarukan, pemanfaatan panas matahari memiliki potensi yang besar, termasuk panas yang diserap oleh aspal jalan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sasmita (2019), dikatakan bahwa aspal terbuat dari bahan hidrokarbon yang bersifat efektif dalam menyerap radiasi matahari terutama pada siang hari ketika sinar matahari mencapai intensitas tertingginya. Sifat penyerapan panas pada aspal dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik melalui teknologi *thermoelectric generator (TEG)*, yang mengonversi perbedaan suhu menjadi energi listrik. Selain menciptakan energi yang efisien, teknologi *thermoelectric generator*

(*TEG*) dapat diimplementasikan di rumah-rumah pedesaan yang belum dialiri listrik terutama pada daerah yang beriklim tropis [4].

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang dilakukan oleh Lanuri (2022) yang berjudul “Efek Kedalaman Pelat Tembaga pada Perkerasan Aspal terhadap Temperatur Lempeng dan Daya Listrik yang Diperoleh oleh Generator Termoelektrik” [5], mengenai rancangan sebuah alat yang memanfaatkan aspal jalan sebagai kolektor panas. Panas yang diserap oleh aspal akan dihantarkan melalui plat logam dengan kedalaman plat yang berbeda-beda, selanjutnya energi panas tersebut akan dikonversikan menjadi energi listrik menggunakan modul *thermoelectric generator (TEG)*. Modul *thermoelectric generator (TEG)* terdiri dari sisi panas (*hot side*) yang ditempelkan pada plat logam dan sisi dingin (*cool side*) yang ditempelkan pada pendingin *heatsink*.

Plat tembaga (*copper plate*) adalah plat yang memiliki konduktivitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan plat logam lainnya [6]. Maka dari itu, pada penelitian ini, penulis melakukan inovasi dengan memvariasikan ketebalan plat tembaga (*copper plate*) pada sisi panas (*hot side*) modul *thermoelectric generator (TEG)*, dengan tujuan untuk memaksimalkan penyerapan panas dari aspal. Digunakan pendingin *heatsink* untuk menyeimbangkan perbedaan suhu yang akan berpengaruh terhadap besarnya daya keluaran yang dihasilkan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Aspal sebagai material yang mudah menyerap panas, dapat dijadikan kolektor panas yang dihasilkan oleh matahari [4]. Namun, cara untuk memaksimalkan penyerapan dan pemanfaatan panas dari aspal untuk menghasilkan daya listrik yang efisien dengan modul *thermoelectric generator (TEG)* masih menjadi tantangan. Mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lanuri (2022) yang berjudul “Efek Kedalaman Pelat Tembaga pada Perkerasan Aspal terhadap Temperatur Lempeng dan Daya Listrik yang Diperoleh oleh Generator Termoelektrik” [5] yang telah mengeksplorasi penggunaan plat tembaga sebagai media penghantar panas dari aspal ke modul *thermoelectric generator (TEG)* dengan memvariasikan kedalamannya, dijelaskan bahwa dengan kedalaman 2 cm,

plat tembaga dengan tebal 2 mm dapat menyerap panas dengan baik, namun tidak dijelaskan secara mendalam bagaimana pengaruh ketebalan plat tembaga yang digunakan terhadap banyaknya panas yang terserap. Sementara itu, penelitian lainnya yang dilakukan oleh Ardiansyah (2019) yang berjudul “Analisis Perbandingan Jumlah *Thermoelectric Generator* menggunakan Rangkaian Seri dan Paralel” [7] membahas mengenai pemasangan modul *thermoelectric generator* (*TEG*) dengan metode rangkaian seri maupun metode rangkaian paralel, disebutkan bahwa metode rangkaian seri lebih efektif jika dibandingkan dengan metode rangkaian paralel.

Penelitian ini memvariasikan ketebalan plat tembaga (*copper plat*) sebagai konduktor panas untuk mengetahui pengaruhnya terhadap daya keluaran modul *thermoelectric generator* (*TEG*). Selain itu, penulis juga melakukan perbandingan daya keluaran dengan menerapkan metode rangkaian seri pada pemasangan *thermoelectric generator* (*TEG*), sehingga diharapkan inovasi ini dapat menghasilkan daya listrik yang signifikan untuk dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi praktis.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Terdapat tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Membuat prototipe alat *thermoelectric generator* (*TEG*) yang memanfaatkan panas aspal dengan variasi ketebalan plat tembaga (*copper plate*) 1 mm, 2 mm, dan 3 mm.
2. Mengukur dan menganalisis suhu, arus, dan tegangan pada prototipe alat *thermoelectric generator* (*TEG*) yang memanfaatkan panas aspal dengan variasi ketebalan plat tembaga (*copper plate*) 1 mm, 2 mm, dan 3 mm.
3. Menghitung dan menganalisis daya keluaran pada prototipe alat *thermoelectric generator* (*TEG*) yang memanfaatkan panas aspal dengan variasi ketebalan plat tembaga (*copper plate*) 1 mm, 2 mm, dan 3 mm.

#### 1.4 Batasan Penelitian

Terdapat beberapa aspek terkait batasan yang akan dibahas pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Menggunakan aspal *coldmix* yang tersedia di pasaran sebagai kolektor panas matahari.
2. Menggunakan 4 buah modul TEG SP 1848-27 145 SA yang dirangkai dengan metode rangkaian seri.
3. Menggunakan plat tembaga berukuran 15 cm × 15 cm dengan variasi ketebalan 1 mm, 2 mm, dan 3 mm.
4. Bahan isolator yang digunakan adalah lem bakar.
5. *Heatsink* dengan bahan aluminium akan digunakan sebagai pendingin pada sisi dingin (*cool side*) *thermoelectric generator* (TEG) dengan ukuran 15 cm × 15 cm.
6. Pengambilan data dilakukan satu jam sekali dalam rentang waktu 09.00 WIB hingga 16.00 WIB selama periode 10 hari.
7. Suhu lingkungan diabaikan.
8. Menggunakan beban resistor 1 ohm.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Terdapat beberapa manfaat yang didapatkan dari penelitian tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Memberi pengetahuan kepada penulis dan pembaca yang berkaitan dengan pengaruh variasi ketebalan plat tembaga (*copper plate*) sebagai penghantar energi panas dari aspal menjadi energi listrik menggunakan modul *thermoelectric generator* (TEG).
2. Memberi wawasan kepada pembaca yang berkaitan dengan besarnya potensi pemanfaatan panas yang diserap oleh aspal sebagai sumber energi alternatif yang diintegrasikan dengan penggunaan modul *thermoelectric generator* (TEG).
3. Memberi referensi bagi peneliti, instansi, atau lembaga yang ingin mengembangkan teknologi pembangkit listrik berbasis panas yang diserap

oleh aspal dengan mengoptimalkan penggunaan *thermoelectric generator* (TEG) dan plat tembaga (*copper plate*) untuk meningkatkan efisiensi daya keluaran.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Terdapat sistematika penulisan yang akan menjelaskan alur penyusunan secara terstruktur, guna memudahkan penulis dan pembaca. Secara umum, laporan ini terdiri dari 5 bab, yang mencakup:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini terdapat penjelasan yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, hipotesis dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini terdapat penjelasan yang mencakup teori-teori, konsep, dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini terdapat penjelasan yang mencakup cara atau langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan penelitian, termasuk lokasi dan rencana waktu pelaksanaan, diagram alir penelitian, metode penelitian, alat dan bahan, skema pengambilan data, prosedur penelitian, dan matriks penelitian.

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Pada bab ini terdapat penjelasan yang mencakup analisis dari data yang telah didapatkan.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini terdapat penjelasan mengenai hasil akhir yang menjadi alasan inti penelitian dilakukan, juga berisi mengenai saran untuk penelitian yang dilakukan selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [2] T. Timoteus Gultom, *Pembangkit Energi Baru Terbarukan*. Batam: Yayasan Cendikia Mulia Mandiri, 2024.
- [3] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251.
- [4] S. A. Sasmita, M. T. Ramadhan, M. I. Kamal, and Y. Dewanto, “Alternatif Pembangkit Energi Listrik Menggunakan Prinsip Termoelektrik Generator,” *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 1, p. 57, 2019, doi: 10.24912/tesla.v21i1.3249.
- [5] S. Lanuri, “EFEK KEDALAMAN PELAT TEMBAGA PADA PERKERASAN LISTRIK YANG DIPEROLEH OLEH GENERATOR,” vol. 21, no. 1, pp. 8–12, 2022.
- [6] J. Prihartono and R. Irhamsyah, “Analisis Konduktivitas Termal pada Material Logam (Tembaga, Alumunium dan Besi),” *J. Tek. Mesin Presisi*, vol. 24, no. 2, pp. 49–54, 2022.
- [7] I. Ardiansyah, R. Irawan, D. T. Mesin, U. Ibn, and K. Bogor, “ANALISIS PERBANDINGAN JUMLAH THERMOELECTRIC GENERATOR Universitas Ibn Khaldun Bogor yang Peralatan yang digunakan yaitu heatsink tembaga , plat tembaga , TEG , plat stainless ,” vol. 1, no. 2, pp. 45–50, 2019.
- [8] Y. Mona, P. Jitsangiam, and K. Punyawudho, “A comparison of energy

- harvesting from cement and asphalt on road pavement using thermoelectric module,” *Energy Reports*, vol. 7, pp. 225–229, 2021, doi: 10.1016/j.egy.2021.06.038.
- [9] N. Sari, I. Sugriwan, and N. D. Sari, “Rancang Bangun Generator Termoelektrik Dengan Metode Efek Seebeck Sebagai Alternatif Pembangkit Energi Listrik,” *J. Nat. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 5–17, 2024, doi: 10.20527/jns.v4i1.12517.
- [10] C. Hudaya, “Rancangan Termoelektrik Generator (Teg) Portabel Pada Knalpot Sepeda Motor Dengan Material Alumunium Sebagai Konduktor,” *J. TAMBORA*, vol. 5, no. 1, pp. 60–65, 2021, doi: 10.36761/jt.v5i1.1001.
- [11] M. A. Pradana and M. Widyartono, “Prototipe Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Menggunakan Penghantar Panas Alumunium, Kuningan dan Seng,” *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 251–258, 2020, Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/30775>
- [12] X. Zhu, Y. Yu, and F. Li, “A review on thermoelectric energy harvesting from asphalt pavement: Configuration, performance and future,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 228, 2019, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.116818.
- [13] E. Yudiyanto *et al.*, “P-31 Pemanfaatan Peltier Sebagai Sistem Pendinginan Untuk Medicine Cooler Box Utilization of Peltier As a Cooling System for Medicine Cooler Box,” *Snitt*, pp. 213–218, 2020.
- [14] I. Bayusari, Caroline, Hermawati, Rahmawati, and M. R. Baskara, “Pendingin Portable Menggunakan Thermoelectric Cooler Tipe TEC1-12706,” *J. Rekayasa Elektro Sriwij.*, vol. 3, no. 2, pp. 202–208, 2022, doi: 10.36706/jres.v3i2.54.
- [15] ANANDA MUHAMAD TRI UTAMA, “Rancang Bangun Pembangkit Energi Listrik Alternatif 10 mW Menggunakan 20 Transducer Termoelektrik TEG-SP1848,” vol. 9, no. 2, pp. 356–363, 2022.
- [16] N. T. Wibowo, W. Aribowo, M. Widyartono, and A. C. Hermawan, “Rancang

- Bangun Thermoelectric Generator Sebagai Pembangkit Listrik dengan Memanfaatkan Panas Matahari,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 127–136, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/36875>
- [17] H. S. Dizaji, S. Pourhedayat, A. E. Anqi, F. Aldawi, and J. J. Ponnore, “Enhanced thermoelectric waste heat recovery power generation through an innovative energy-free cooling strategy for the heatsink side,” *J. Power Sources*, vol. 624, no. September, 2024, doi: 10.1016/j.jpowsour.2024.235614.
- [18] H. T. Dhaiban and M. A. Hussein, “The optimal design of heat sinks: A review,” *J. Appl. Comput. Mech.*, vol. 6, no. 4, pp. 1030–1043, 2020, doi: 10.22055/jacm.2019.14852.
- [19] T. M. S. Denk, T. M. A. Pandria, and A. Firnanda, “Identifikasi Pengaruh Penggunaan Heatsink Terhadap Keluaran Modul Surya,” *J. Optim.*, vol. 8, no. 2, p. 200, 2022, doi: 10.35308/jopt.v8i2.6456.
- [20] S. R. O. Aletba *et al.*, “Thermal performance of cooling strategies for asphalt pavement: A state-of-the-art review,” *J. Traffic Transp. Eng. (English Ed.)*, vol. 8, no. 3, pp. 356–373, 2021, doi: 10.1016/j.jtte.2021.02.001.
- [21] R. Ruzuqi and E. T. Maryanto, “Performa Material Dalam Upaya Mengurangi Panas Kota Sorong di Rusun Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong,” *Ijd-Demos*, vol. 4, no. 2, pp. 4–9, 2022, doi: 10.37950/ijd.v4i2.251.
- [22] R. Vebrianto, “Jurnal Sains dan Teknologi Pendidikan,” vol. 10, no. April, pp. 62–73, 2018.
- [23] D. Wahyuni, “Analisis Perbandingan Penggunaan Dua Bahan Modifier (Minyak Tanah Dan Minyak Plastik) Terhadap Campuran Cold Mix Dengan Asbuton Granular Sebagai Bahan Additif,” *J. Tek. Sipil-Arsitektur*, vol. 18, no. 2, pp. 18–30, 2019, doi: 10.54564/jtsa.v18i2.20.
- [24] S. Jain and B. Singh, “Cold mix asphalt: An overview,” *J. Clean. Prod.*, vol.

280, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124378.

- [25] M. S. Ummah, *Bahan-Bahan Listrik (Struktur Atom dan Jenis Bahan)*, vol. 11, no. 1. Sidoarjo: Umsida Press, 2019. [Online]. Available: <https://univ-tridinanti.ac.id/ejournal/index.php/teknik/article/view/940>
- [26] M. Abdul, Madagaskar, L. M., and Sukarmansyah, “Perancangan Alat Ukur Uji Konduktivitas Termal Bahan Laboratorium Fenomena Dasar Program Studi Teknik Mesin,” *J. Desiminasi Teknol.*, vol. 10, no. 2, pp. 102–107, 2022, [Online]. Available: <https://univ-tridinanti.ac.id/ejournal/index.php/teknik/article/view/940>
- [27] Q. Mao, Y. Liu, and Y. Zhao, “A review on copper alloys with high strength and high electrical conductivity,” *J. Alloys Compd.*, vol. 990, no. April, p. 174456, 2024, doi: 10.1016/j.jallcom.2024.174456.
- [28] R. El Maghfiroh and M. B. Zaman, “Distribusi Panas Pada Kawat Tembaga Silinder Dengan Arus Listrik,” *MAP (Mathematics Appl. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 33–39, 2020, doi: 10.15548/map.v2i2.2262.
- [29] N. Saputra, R. I. Mainil, and A. Aziz, “Pembangkit Energi Listrik Memanfaatkan Penyerapan Panas Jalan Beton Menggunakan Teknologi Termoelektrik Generator (Teg) Dengan Pelat Penyerap Tembaga Berbentuk I,” *J. Teknol.*, vol. 15, no. 2, pp. 325–336, 2023.
- [30] S. Eastern, “Factors affecting the heat transfer effect of heat exchange tubes,” 2021, Accessed: Dec. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.eastern-steels.com/newsdetail/factors-affecting-the-heat-transfer-effect.html>
- [31] A. Mustofa, *Satuan Operasi 1*, 1st ed. Surakarta: Unisri Press, 2024.
- [32] S. W. I. Alaria, A. H. Mandolang, and P. M. Silangen, “Penerapan Guided Discovery Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Materi Perpindahan Kalor,” *Charm Sains J. Pendidik. Fis.*, vol. 4, no. 2, pp. 63–69, 2023, doi: 10.53682/charmsains.v4i2.246.

- [33] J.-C. Han and L. M. Wright, *Analytical Heat Transfer*. 2022. doi: 10.1201/9781003164487.
- [34] A. Ardiansyah, M. Mustofa, I. Iskandar, A. Idhan, and Y. A. Rahman, “Perpindahan Panas Hybrid Photovoltaic Dan Thermoelektrik Generator Dengan Hot Mirror,” *Foristek*, vol. 11, no. 2, 2021, doi: 10.54757/fs.v11i2.111.
- [35] H. C. Wang, N. E. Jewell-Larsen, and A. V. Mamishev, “Thermal management of microelectronics with electrostatic fluid accelerators,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 51, no. 1–2, pp. 190–211, Mar. 2013, doi: 10.1016/J.APPLTHERMALENG.2012.08.068.
- [36] N. Setiaji, Sumpena, and A. Sugiharto, “Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik,” *J. Teknologi Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2022.