

TUGAS AKHIR

**SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBASIS
TERMOELEKTRIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

Moh Rama Adisabana

NIM. 2215313086

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

ABSTRAK

Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Termoelektrik Oleh : Moh Rama Adisabana

Keterbatasan sumber energi fosil mendorong pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah modul termoelektrik (peltier) yang mampu mengubah perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Penelitian ini menyajikan simulasi pembangkit listrik tenaga surya berbasis termoelektrik dengan memanfaatkan panas radiasi matahari. Simulasi dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur terhadap tegangan, arus, dan daya keluaran. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin besar perbedaan temperatur (ΔT) antara sisi panas dan sisi dingin, semakin tinggi energi listrik yang dihasilkan. Pada kondisi ΔT tertentu, daya keluaran meningkat signifikan sehingga sistem ini berpotensi menjadi sumber energi tambahan yang sederhana dan ramah lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan teknologi termoelektrik sebagai alternatif pemanfaatan energi surya.

ABSTRACT

Simulation of Solar Power Generation Based on Thermoelectric Modules By : Moh Rama Adisabana

The depletion of fossil energy resources has encouraged the development of renewable and environmentally friendly energy technologies. One such technology is the thermoelectric (peltier) module, which can convert temperature differences into electrical energy. This study presents a simulation of a thermoelectric-based solar power generation system utilizing heat from solar radiation. The simulation was carried out to analyze the effect of temperature variations on voltage, current, and power output. The results indicate that a greater temperature difference (ΔT) between the hot and cold sides produces higher electrical energy. At certain ΔT conditions, the power output increases significantly, showing that this system has the potential to serve as a simple and eco-friendly supplementary energy source. Therefore, this study can serve as a basis for the further development of thermoelectric technology in solar energy applications.

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	I-1
PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-3
1.4 Tujuan	I-3
BAB II	II-4
LANDASAN TEORI	II-4
2.1 Teori yang pernah dilakukan (sebagai refrensi)	II-4
2.2 Teori Penunjang yang digunakan dalam Penelitian	II-4
2.2.1 Sistem Perubahan Suhu Peltiersuhu	II-6
2.2.2 Peltier	II-6
2.2.3 Sistem Kerja Peltier	II-7
2.2.4 Peltier TEC1-12706	II-8
2.2.5 <i>Step Up Boost Converter</i>	II-10
2.2.6 Temperatur Digital	II-11
2.2.7 Modul charger 18650	II-11

2.2.8	Plat Besi.....	II-12
2.2.9	<i>Heatsink</i> Sirip	II-13
2.2.10	Kabel	II-13
2.2.11	Baterai	II-14
2.2.12	Modul USB.....	II-15
BAB III.....		III-17
TEKNIK PENELITIAN.....		III-17
3.1	Teknik Penelitian.....	III-17
3.2	Waktu dan Lokasi Perancangan.....	III-17
3.3	Rancang Bangun Alat	III-17
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	III-18
3.5	Tahap Penelitian	III-20
3.6	Pengujian Alat	III-20
3.7	Hasil Yang Diharapkan.....	III-21
3.8	Jadwal Kegiatan	III-21
BAB IV		IV-22
ANALISIS & PEMBAHASAN		IV-22
4.1	Pengujian Alat	IV-22
4.3	Pengujian Keseluruhan Sistem	IV-23
BAB V.....		V-26
KESIMPULAN DAN SARAN		V-26
5.1	Kesimpulan	V-26
5.2	Saran	V-26
DAFTAR PUSTAKA.....		27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian Dalam Peltier	7
Gambar 2. 2 Sistem Kerja Peltier.....	8
Gambar 2. 3 Peltier	9
Gambar 2. 4 Step Up Boost Converter	10
Gambar 2. 5 Temperatur Digital	11
Gambar 2. 6 Modul Charger 18650	12
Gambar 2. 7 Plat Besi.....	12
Gambar 2. 8 Heatsink Sirip.....	13
Gambar 2. 9 Kabel NYAF	14
Gambar 2. 10 Batrai 3,7 V	15
Gambar 2. 11 Modul USB.....	16
Gambar 3. 1 Rancang Bangun Alat.....	18
Gambar 3. 2 Wiring Diagram Prototype	18
Gambar 3. 3 Tahap Penelitian	20

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan	21
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian 1 Peltier	23
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Seluruh Peltier.....	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik memiliki peranan yang penting dalam pencapaian tujuan sosial ekonomi maupun lingkungan untuk kehidupan berkelanjutan serta merupakan pendukung bagi kegiatan ekonomi nasional. Penggunaan energi listrik di Indonesia meningkat pesat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Sedangkan akses menuju energi listrik yang terjangkau merupakan persyaratan utama untuk meningkatkan standar hidup masyarakat [1]. Saat ini mulai banyak bermunculan jenis – jenis pembangkit listrik untuk membantu penghematan energi dan juga finansial masyarakat maupun industri. rata – rata masyarakat kalangan umum menggunakan *solar cell* untuk digunakan sebagai pembangkit listrik. *Solar cell* dianggap sebagai salah satu pembangkit listrik yang dapat menghemat perekonomian masyarakat maupun industri. *Solar cell* merupakan komponen semi konduktor yang dapat menghasilkan listrik arus searah (DC) dengan memanfaatkan energi matahari [2].

Secara umum cara kerja *solar cell* struktur sel surya terdiri dari beberapa lapisan tipis yaitu lapisan elektroda belakang (*back contact*), lapisan absorber tipe-p, lapisan transparan tipe-n dan lapisan elektroda depan (*front-contact*). Untuk kerja dari sel surya ditunjukkan dengan memperhatikan parameter efisiensi. Untuk menunjukkan unjuk kerja sel surya, efisiensi tergantung pada spektrum dan intensitas pancaran cahaya matahari dan suhu sel surya [2]. Pada kenyataannya biaya untuk memasang *solar cell* membutuhkan biaya yang mahal. Namun untuk lebih menghemat biaya finansial terdapat alat yang bisa dijadikan untuk pembangkit listrik, dimana bahan baku yang digunakan lebih ekonomis. Alat ini disebut dengan termoelektrik.

Termoelektrik adalah fenomena konversi langsung antara perbedaan suhu dan tegangan listrik dalam bahan logam. Fenomena ini pertama kali diamati oleh Thomas Seebeck pada tahun 1821, yang menemukan bahwa perbedaan suhu antara dua logam yang berbeda dapat menghasilkan tegangan listrik [3]. Efek termoelektrik memiliki potensi besar dalam berbagai aplikasi, termasuk

pembangkit listrik, pendinginan, dan sensor. Dalam beberapa tahun terakhir, minat terhadap termoelektrik telah meningkat secara signifikan karena potensi energi terbarukan dan ramah lingkungan. Termoelektrik dapat digunakan untuk mengubah panas matahari menjadi listrik [4]. Meskipun termoelektrik memiliki potensi besar, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi sebelum dapat digunakan secara luas. Salah satu tantangan utama adalah efisiensi konversi termoelektrik yang relatif rendah. Namun, penelitian terus dilakukan untuk mengembangkan bahan dan perangkat termoelektrik baru dengan efisiensi yang lebih tinggi.

Secara keseluruhan, termoelektrik adalah teknologi yang menjanjikan dengan potensi besar untuk berbagai aplikasi. Dengan penelitian dan pengembangan yang berkelanjutan, termoelektrik dapat memainkan peran penting dalam transisi ke masa depan energi yang lebih berkelanjutan. Penelitian ini akan dilakukan oleh penulis untuk membuat perbandingan antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dibuat oleh penulis. Penelitian sebelumnya meneliti pembangkit listrik yang berasal dari pembakaran sampah untuk menghasilkan energi listrik berbasis termoelektrik, sedangkan pada penelitian penulis membuat pembangkit listrik dari tenaga surya untuk menghasilkan energi listrik berbasis termoelektrik. Penggunaan tenaga surya sebagai penghasil energi listrik berbasis termoelektrik diharapkan dapat menghasilkan pemanfaatan energi listrik yang efisien dan setelah mendapatkan hasil yang baik diharapkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk digunakan sebagai pembangkit listrik yang lebih efisien dan lebih ekonomis dari pada *solar cell*. Dan alat yang dibuat oleh penulis ini akan ditaruh di atas rumah atau di dag, dan untuk bebannya yaitu charger handphone.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian proposal ini adalah:

1. Bagaimana cara membangun pembangkit listrik tenaga surya berbasis termoelektrik sederhana dan menunjang serta apa yang diperlukan dalam membuat alat?

2. Bagaimana cara mencari besar arus, tegangan, daya, dan energi listrik dari hasil pengujian dari elemen Termoelektrik Generator (TEG) saat diberi panas matahari?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penyusunan proposal tugas akhir ini adalah:

1. Membahas instalasi sistem pembangkit Listrik PLTS sederhana menggunakan Elemen Termoelektrik Generator (TEG).
2. Membahas sistem kerja pada pembangkit Listrik tenaga surya PLTS dan Termoelektrik yang sederhana beban yang di gunakan adalah fan 12V dan USB *charger*.

1.4 Tujuan

1. Untuk membangun pembangkit listrik tenaga surya berbasis termoelektrik sederhana dan menunjang apa yang diperlukan dalam membuat alat.
2. Untuk mengetahui besar arus, tegangan, daya, dan energi listrik yang di monitoring oleh alat ini secara waktu nyata.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pembangkit listrik tenaga surya berbasis termoelektrik berhasil bekerja sesuai dengan prinsip Efek Seebeck, yaitu perbedaan suhu pada modul Peltier mampu menghasilkan energi listrik. Dari pengujian diperoleh tegangan maksimum 4,2 V dengan arus 2,6 mA pada suhu 42 °C, sehingga menghasilkan daya tertinggi sebesar 10,9 mili watt. Energi yang dihasilkan terbukti dapat dimanfaatkan untuk beban ringan seperti kipas DC dan charger handphone. Namun demikian, sistem masih memiliki keterbatasan karena keluaran daya relatif kecil dan sangat bergantung pada intensitas sinar matahari. Oleh sebab itu, teknologi ini lebih sesuai diterapkan untuk kebutuhan energi skala kecil atau sebagai sumber energi alternatif tambahan yang ramah lingkungan dan ekonomis.

5.2 Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, sebaiknya pemanfaatan sumber panas tidak hanya bergantung pada sinar matahari, tetapi menggunakan panas hasil pembakaran yang lebih stabil dan mudah dikontrol. Dengan memanfaatkan panas pembakaran, perbedaan suhu antara sisi panas dan dingin pada modul termoelektrik (ΔT) dapat dijaga lebih konstan sehingga tegangan dan daya yang dihasilkan menjadi lebih maksimal. Selain itu, sistem pendinginan juga perlu ditingkatkan agar kinerja modul lebih efisien dan umur pemakaian lebih panjang. Integrasi dengan kontrol otomatis serta peningkatan kapasitas penyimpanan energi juga direkomendasikan agar sistem dapat digunakan secara lebih luas dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. P. Putra, “Rancang Bangun Turbin Crossflow Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Dengan Memanfaatkan Aliran Irigasi,” 2023, *Politeknik Negeri Jember*.
- [2] F. I. Pasaribu and M. Reza, “Design and Build an Arduino-Based Charging Station Using 50 WP Solar Cells,” *R E L E (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 46–55, 2021.
- [3] D. SETIAWAN, “ANALISA JUMLAH PELTIER TYPE TEC1-12706 SR PADA TERMOELEKTRIK GENERATOR TERHADAP TEGANGAN, ARUS, DAYA LISTRIK DAN EFISIENSI TERMOELEKTRIK,” 2024, *FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA*.
- [4] R. Rifky, A. Fikri, and M. Mujirudin, “Konversi Energi Termal Surya Menjadi Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik,” *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 60–65, 2021.
- [5] M. A. Pradana and M. Widyartono, “Prototipe Pembangkit Listrik Termoelektrik Generator Menggunakan Penghantar Panas Aluminium, Kuningan dan Seng,” *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 251–258, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/30775>
- [6] Rahma Nur Amalia, Wijaya Kusuma, Ruwah Joto, Afidah Zuroida, and Hikmah Ariq, “Simulasi Rancang Bangun Closed Loop Boost Converter Terintegrasi Solar PV Berbasis Mikrokontroler,” *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 11, no. 3, pp. 717–726, 2024, doi: 10.33795/elkolind.v11i3.6319.
- [7] M. I. Fauzi, Y. Salahuddin, and D. Erwanto, “Jurnal FUSE – Teknik Elektro Perancangan Solar Garden System untuk Penerangan dan Pengisian Daya Handphone pada Taman Terbuka Hijau Solar Garden System Design for Lighting and Charging Mobile Phones in Green Open Gardens,” *J. FUSE – Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 70–79, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.uns.ac.id/inkuiri>
- [8] A. Darmawan, A. Winarta, and I. Baliarta, “Uji Kinerja Cooler Box Thermoelectric Menggunakan Pcm-Heatsink pada Sisi Panas,” 2023,

Politeknik Negeri Bali.

- [9] I. Permana, A. Supranartha, and I. Arka, “Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Berbasis Peltier,” 2023, *Politeknik Negeri Bali*.