



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



RANCANG BANGUN PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS TERMOELEKTRIK GENERATOR DAN *PHOTOVOLTAIC*

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Disusun Oleh:

Alya Hamida	NIM. 1802321043
Fatimah Azzahra	NIM. 1802321027
Francesco Lisiano Skj	NIM. 1802321023
Herico Putro Utomo	NIM. 1802321022

PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

AGUSTUS 2021



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



RANCANG BANGUN PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS TERMoeLEKTRIK GENERATOR DAN PHOTOVOLTAIC

Sub Judul: Perbandingan Teoritis dan Aktual Daya Termoelektrik Generator
pada Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis Termoelektrik Generator dan
Photovoltaic

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi di Jurusan Teknik Mesin

Disusun Oleh:

Francesco Lisiano Skj

NIM. 1802321023

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
AGUSTUS, 2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS
TERMOELEKTRIK GENERATOR DAN *PHOTOVOLTAIC***

Oleh:

Alya Hamida	NIM. 1802321043
Fatimah Azzahra	NIM. 1802321027
Francesco Lisiano Skj	NIM. 1802321023
Herico Putro Utomo	NIM. 1802321022

Program Studi D3 Teknik Konversi Energi
Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1



Ir. Budi Santoso, M.T

NIP. 195911161990111001

Pembimbing 2



Ir. Agus Sukandi, M.T

NIP. 196006041998021001

Ketua Program Studi
D3 Teknik Konversi Energi



Ir. Agus Sukandi, M.T

NIP. 196006041998021001



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS TERMOELEKTRIK GENERATOR DAN *PHOTOVOLTAIC*

Oleh:

Alya Hamida	NIM. 1802321043
Fatimah Azzahra	NIM. 1802321027
Francesco Lisiano Skj	NIM. 1802321023
Herico Putro Utomo	NIM. 1802321022

Tugas Akhir disidangkan pada tanggal 21 Agustus 2020
dan telah sesuai dengan ketentuan

Penguji

Ir. Andi Ulfiana, M.Si ()
NIP. 196208021990032002

Ir. Emir Ridwan, M.T ()
NIP. 196002021990031001

Depok, 28 Agustus 2021

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T, M.T

NIP. 197707142008121005

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Francesco Lisiano Skj

NIM : 1802321023

Program Studi : Teknik Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan didalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya kami sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan atau temuan orang lain yang terdapat didalam Laporan Tugas Akhir telah kami kutip dan rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 20 Agustus 2021



Francesco Lisiano Skj

NIM.1802321023



RANCANG BANGUN PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS TERMOELEKTRIK GENERATOR DAN *PHOTOVOLTAIC*

Francesco Lisiano Skj¹, Budi Santoso¹, dan Agus Sukandi¹

¹)Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.

Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16424

Email: herico.putroutomo.tm18@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Termoelektrik generator adalah alat yang dapat menghasilkan listrik dengan syarat terdapat perbedaan suhu yang cukup diantara kedua sisinya. Semakin besar perbedaan suhu kedua sisinya, maka semakin besar pula energi listrik yang dapat dihasilkan dengan memperhatikan masing-masing suhu tidak melebihi suhu minimum dan maksimum dari termoelektrik generator tersebut. Penggunaan termoelektrik generator ini perlu dilakukan pemeriksaan untuk mengetahui apakah model termoelektrik yang kita bangun sudah efektif mengeluarkan kemampuan maksimal teoritis termoelektrik tersebut. Besaran tegangan dan arus teoritis pada suhu ΔT 100°C adalah 76,8 V dan 0,669 A, sedangkan daya maksimum yang berhasil dibangkitkan dari percobaan adalah sebesar 16W. Hasil percobaan menunjukkan bahwa hasil energi listrik dari termoelektrik generator tidak mencapai tingkatan energi secara teoritis.

Kata Kunci: Termoelektrik Generator, Panel Surya, Energi Terbarukan, Energi Listrik

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

A thermoelectric generator is a device that can generate electricity on condition that there is a sufficient temperature difference between its two sides. The greater the temperature difference between the two sides, the greater the electrical energy that can be generated by observing each temperature that does not exceed the minimum and maximum temperatures of the thermoelectric generator. The use of this device is need to be examined in order to recognize if the model we have built is able to effectively release the maximum theoretical thermoelectric capability. The theoretical voltage and current at a temperature of ΔT 100°C are 76.8 V and 0.669 A, while the maximum power that has been successfully generated from the experiment is 16W. The experimental results show that the outcome of the electrical energy from the device do not reach the theoretical energy level.

Key words: Thermoelectric Generator, Renewable Energy, Electricity





KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis Termoelektrik Generator dan *Photovoltaic*”. Dalam buku ini juga terdiri dari 4 sub bab judul yang berbeda dari setiap penulis, yaitu:

1. Sub Judul : Pemanfaatan Beda Temperatur terhadap Hasil Daya Keluaran pada Termoelektrik Generator Sebagai Sumber Energi untuk Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis Termoelektrik Generator dan *Photovoltaic*
2. Sub Judul : Perbandingan Teoritis dan Aktual Daya Termoelektrik Generator pada Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis Termoelektrik Generator dan *Photovoltaic*
3. Sub Judul : Perbandingan Teoritis dan Aktual Daya Panel Surya pada Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis *Thermoelectric Generator* dan *Photovoltaic*
4. Sub Judul : Pemanfaatan *Photovoltaic* dan Termoelektrik Generator sebagai Sumber Energi untuk Pengisian Baterai Penerangan Jalan Umum (PJU)

Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Orang tua dan teman-teman yang senantiasa memberikan do’a dan semangat dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Ir. Budi Santoso, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan pelaksanaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Agus Sukandi, M.T. sebagai Kepala Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta dan selaku pembimbing yang

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

telah memberikan bantuan dalam mengarahkan pelaksanaan Tugas Akhir ini.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Tetapi dengan adanya laporan ini, semoga dapat menjadi suatu ilmu yang bisa bermanfaat dan berkah bagi kami dan bagi orang lain yang membacanya. Penulis dengan hati terbuka menerima segala kritik dan saran yang membangun

Depok, 15 Agustus 2021

Penulis





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Metode Penulisan.....	4
1.6 Manfaat.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Termoelektrik Generator.....	7
2.2 Heat sink.....	9
2.3 Perpindahan Kalor	10
2.3.1 Konduksi	10
2.3.2 Konveksi	10
2.3.3 Radiasi	11
2.4 Rangkaian Listrik	12
2.4.1 Rangkaian Seri	12
2.4.2 Rangkaian Paralel	12
2.5 Sel Surya	13
2.6 Modul Surya.....	14
2.7 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	15



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

2.8	Sistem PLTS <i>Off-Grid</i> atau <i>Stand Alone</i>	16
2.9	Accumulator.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		18
3.1	Blok Diagram.....	18
3.2	Studi Literatur dan Diskusi	19
3.3	Perancangan Desain dan Pemilihan Komponen.....	19
3.3.1	Perancangan Desain.....	19
3.3.2	Pemilihan Komponen	20
3.4	Metodologi Pelaksanaan.....	23
3.5	Diagram Kelistrikan.....	28
3.6	Alat yang Digunakan.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Penyusunan Termoelektrik	33
4.2	Hasil Pengujian.....	33
4.2.1	Tegangan dan Arus Teoritis.....	34
4.2.2	Pengambilan Data	34
4.2.3	Perhitungan dan Perbandingan Daya.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....		43

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Kerja Termoelektrik (Sumber: Adavbiele, 2013).....	7
Gambar 2.2 Skema Konstruksi Termoelektrik Generator (Scansen, 2011).....	8
Gambar 2.3 Heat Sink (Sumber: dokumen pribadi).....	9
Gambar 2.4 Perpindahan Kalor atau Panas dengan Konduksi (Sumber: Incropera, et al. 2007).....	10
Gambar 2.5 Perpindahan Kalor Konveksi. (a) Konveksi Paksa (forced), (b) Konveksi Bebas, (c) Perpindahan Panas dengan Mendidihkan Air. (d) Kondensasi (Incropera, et al. 2007).....	11
Gambar 2.6 (a) Radiasi pada Permukaan dan (b) Radiasi diantara permukaan dan lingkungan yang luas (Incropera, et al. 2007).....	12
Gambar 2.7 Rangkaian Seri	12
Gambar 2.8 Rangkaian Paralel.....	13
Gambar 2.9 Sel Modul dan Susunan Modul (Sumber: pvinasia.com).....	13
Gambar 2.10 Material dari Sel Surya (Sumber: GIZ, 2017).....	14
Gambar 2.11 Sistem PLTS Off-Grid (Sumber: GIZ, 2017)	16
Gambar 3.1 Diagram Alir	18
Gambar 3.2 Rancangan Penerangan Jalan Umum dengan Photovoltaic (Sumber: Dokumen Pribadi)	19
Gambar 3.3 Rancangan Termoelektrik Generator untuk PLTG (Sumber: Dokumen Pribadi)	20
Gambar 3.4 Rancangan Alat Termoelektrik Generator (Sumber: Dokumen Pribadi).....	20
Gambar 3.5 Diagram Kelistrikan	29
Gambar 3.6 Skema Susunan Termoelektrik Generator Secara Seri.....	29
Gambar 3.7 Multimeter Digital (Sumber: Google Images)	30
Gambar 3.8 Amperemeter Analog (Sumber: Google Images).....	30
Gambar 3.9 Thermo Gun (Sumber: Google Images).....	31
Gambar 3.10 Lux Meter (Sumber: Google Images)	31
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Daya dari Seluruh Percobaan.....	40
Gambar 4. 5 Grafik Perbandingan ΔT terhadap Daya dari Teoritis dan Seluruh Percobaan.....	41

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komponen Utama Alat	21
Tabel 3. 2 Komponen Pendukung Alat.....	22
Tabel 3.3 Pelaksanaan Pengerjaan Alat	23
Tabel 4.5 Data Teoritis Termoelektrik Generator (Sumber: Nandan, et al. 2019) 34	
Tabel 4.6 Percobaan ke-1	35
Tabel 4.7 Percobaan ke-2	36
Tabel 4.8 Percobaan ke-3	37
Tabel 4.9 Daya Teoritis.....	37
Tabel 4. 10 Daya Percobaan ke-1	38
Tabel 4. 11 Daya Percobaan ke-2	38
Tabel 4. 12 Daya Percobaan ke-3	39

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR SIMBOL

T_h	Temperatur pada sisi panas ($^{\circ}\text{C}$)
T_c	Temperatur pada sisi dingin ($^{\circ}\text{C}$)
ΔT	perbedaan temperatur antara sisi panas dan sisi dingin dari TEG ($^{\circ}\text{C}$)
V_{TEG}	Tegangan yang dihasilkan oleh TEG (V)
I_{TEG}	Arus yang mengalir dari termoelektrik (A)
P_{TEG}	Daya yang dihasilkan oleh TEG (W)
Q_h	Kalor yang diserap pada sisi panas modul termoelektrik (W)
Q_c	Kalor yang diserap pada sisi dingin (W)
V_p	Tegangan pengisian ke baterai dari TEG (V)
I_p	Arus pengisian ke baterai dari TEG (A)
S_{TEG}	Koefisien Seebeck ($\text{V}/^{\circ}\text{C}$)
Q_h	Kalor yang diserap pada sisi panas modul termoelektrik (W)
T_h	Temperatur pada sisi panas termoelektrik ($^{\circ}\text{C}$)
Q_c	Kalor yang dibuang pada sisi dingin modul termoelektrik (W)
T_c	Temperatur pada sisi dingin termoelektrik ($^{\circ}\text{C}$)
K_{TEG}	Konduktivitas <i>thermal</i> modul termoelektrik ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$)
S_{TEG}	Koefisien Seebeck ($\text{V}/^{\circ}\text{C}$)
R_{TEG}	Hambatan (Ω)
P	Daya (W)
V	Tegangan (V)
I	Arus (A)
Q	Energi Kalor konduksi/konveksi/radiasi (W)
K	Konduktivitas <i>thermal</i> (W / mK)
A	Luas permukaan (m^2)
ΔT	Perbedaan temperatur (K / C)
Δx	Tebal penampang permukaan (m)
h	Koefisien Konveksi ($\text{W} / \text{m}^2\text{K}$)
σ	Konstanta Stefan-Boltzmann ($56,7 \times 10^{-9} \text{ W} / \text{m}^2\text{K}^4$)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai macam Sumber Daya Alam yang besar. Memiliki luas wilayah 1,9 juta km² dan jumlah penduduk 270,2 juta jiwa (Badan Pusat Statistik, 2020). Jumlah penduduk yang meningkat dihadapkan dengan peningkatan konsumsi energi yang besar, bahkan bisa dikatakan bahwa energi listrik sudah sejajar tingkat kebutuhannya dengan kebutuhan primer. Selama ini, Indonesia masih bertumpu kepada energi fosil sebagai sumber energi utama, energi fosil pun menimbulkan dampak yang buruk kepada lingkungan sekitar. Menurut Bauran Energi Nasional 2020 [1] Dewan Energi Nasional Sekretariat Jenderal, ketersediaan energi fosil semakin berkurang dan diperkirakan akan habis dalam beberapa tahun kedepan. Cadangan energi yang berasal dari energi fosil seperti minyak bumi diperkirakan akan habis dalam 34 tahun, gas bumi 31,5 tahun dan batubara 71 tahun yang menyebabkan pemerintah berusaha mencari cadangan energi baru dengan mengembangkan Energi Baru Terbarukan seperti energi air, energi angin, juga energi surya dari energi matahari dan energi panas.

Panas merupakan sumber energi yang bisa didapatkan dari berbagai sumber. Salah satu contoh yang dapat dilihat secara langsung yaitu panas yang berasal dari gas buang sisa pembakaran adalah bahan bakar kendaraan bermotor, sisa uap panas kondensor, dan panas gas buang dari mini PLTG Lab. Konversi Energi yang digunakan sebagai bahan ajar praktikum. Suhu gas buang yang dihasilkan dalam sekali operasi cukup panas sehingga bisa membangkitkan listrik dengan memanfaatkan TEG atau Termoelektrik Generator.

Indonesia adalah salah satu negara dengan sumber daya alam berlimpah yang berpotensi menjadi energi terbarukan. Perkembangan energi terbarukan khususnya panel surya sedang digencarkan karena Pemerintah menekan energi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

berbasis fosil dari tahun ke tahun untuk mendorong masifnya peningkatan pembangkit listrik Energi Baru Terbarukan (EBT) yang ditargetkan baurannya akan mencapai 23% pada 2025[1]. Dalam Rencana Energi Nasional, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi program prioritas Kementerian ESDM sebagai strategi menggenjot bauran energi baru dan energi terbarukan (EBT) sebesar 23% di tahun 2025[2]. Oleh karena itu perkembangan panel surya pun berkembang dengan cepat, salah satunya dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk Penerangan Jalan Umum. Energi matahari sangat cocok dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi Penerangan Jalan Umum yang notabene nya berada di pinggir jalan terbuka sehingga sinar matahari dapat menyinari dengan sempurna. Terdapat berbagai faktor yang menentukan nilai daya yang mampu dihasilkan oleh panel surya seperti Intensitas Cahaya, Suhu, Tegangan, dan Arus. Pengaruh faktor faktor tersebut dapat dilihat secara teoritis, akan tetapi untuk mengetahui nilai sebenarnya diperlukan pemantauan dan pengukuran secara aktual.

Panas gas buang ini dapat dimanfaatkan kembali menjadi sumber energi dengan dibantu oleh Termoelektrik Generator (TEG). Termoelektrik generator bekerja berdasarkan prinsip kerja dari efek *seebeck* yang pertama kali ditemukan oleh Thomas Johann Seebeck pada tahun 1821, prinsip efek *seebeck* ini terjadi saat ada perbedaan temperature antara dua material semi konduktor yang berbeda maka arus listrik akan mengalir dan ketika salah satu kawatnya diputuskan lalu disambung dengan sebuah alat ukur, maka akan terlihat perbedaan tegangan dari kedua ujung tersebut. [2]

Energi yang dihasilkan dari solar panel dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, saat cahaya matahari mulai redup terjadi drop tegangan. Drop tegangan bisa menyebabkan baterai tidak dapat terisi. Untuk itu dihubungkanlah solar panel dan termoelektrik generator (TEG) dengan *energy switch controlller* sehingga ketika terjadi drop tegangan pada solar panel, pengisian baterai dapat digantikan oleh energi yang dihasilkan dari termoelektrik generator (TEG).

Oleh karena itu penulis mempunyai ide dalam tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis Termoelektrik Generator (TEG) dan Photovoltaic”. Dari tugas akhir ini, harapannya dapat



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memanfaatkan panas gas buang agar bisa menghasilkan buangan yang lebih bersih serta memanfaatkan energi dari sumber lain, yakni cahaya matahari. Penulis juga berharap dapat membandingkan daya aktual dan teoritis dari Termoelektrik Generator serta panel surya dan mengetahui hal-hal yang menunjang untuk tercapainya daya teoritis tersebut. Serta untuk menghasilkan alat untuk membangkitkan energi listrik menggunakan solar panel dan termoelektrik generator (TEG) dan menghitung lama waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai penerangan jalan umum (PJU).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memanfaatkan panas gas buang yang diterapkan pada Termoelektrik Generator untuk menghasilkan listrik?
2. Bagaimana merancang alat yang dapat menghasilkan listrik menggunakan solar panel dan termoelektrik generator (TEG)?
3. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk pengisian baterai dengan arus yang dihasilkan oleh solar panel dan termoelektrik generator (TEG)?
4. Bagaimana membandingkan nilai daya yang dihasilkan secara teoritis dan aktual pada panel surya?
5. Bagaimana perbandingan besaran daya termoelektrik generator secara aktual dan teoritis?
6. Berapa besaran tegangan dan arus maksimum yang bisa dibangkitkan dengan rangkaian termoelektrik generator secara teoritis?
7. Berapa besaran daya maksimum yang bisa dibangkitkan termoelektrik generator secara aktual?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Memanfaatkan perbedaan temperatur untuk membangkitkan energi listrik dari Termoelektrik Generator



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Mengamati hasil yang dikeluarkan oleh Termoelektrik Generator seperti tegangan dan arus.
3. Membandingkan besaran daya termoelektrik generator secara aktual dan teoritis.
4. *Performance* hasil daya yang dihasilkan Panel Surya.
5. Mengetahui perbedaan teoritis dan aktual daya Panel Surya.
6. Merancang dan mengukur energi yang dihasilkan dari solar panel dan termoelektrik generator (TEG) untuk mengisi baterai.
7. Mengetahui lama waktu yang diperlukan untuk pengisian baterai.

1.4 Batasan Masalah

Penulis membatasi masalah mengenai “Rancang Bangun Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis Termoelektrik Generator (TEG) dan *Photovoltaic*” yang hanya mencakup tentang:

1. Prinsip kerja dan perancangan Termoelektrik Generator yang dirangkai secara seri.
2. Mengamati pengaruh beda temperatur terhadap hasil daya keluaran.
3. Hanya mengamati suhu di *hot side* dan *cold side*.
4. Hanya menghitung daya hasil keluaran, tidak menghitung efisiensi.
5. Tidak menghitung kerja/siklus PLTG Lab. Konversi Energi.
6. Tidak membahas perpindahan massa kalor untuk perubahan fasa.
7. Hanya menghitung daya hasil keluaran dan yang energi yang masuk ke baterai, tidak menghitung efisiensi.
8. Prinsip kerja dan perancangan Panel Surya.
9. Mengamati nilai daya aktual dan teoritis Panel Surya.

1.5 Metode Penulisan

Metode yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dari Rancang Bangun Penerangan Jalan Umum (PJU) berbasis Termoelektrik Generator dan *Photovoltaic* ini adalah sebagai berikut:

Sumber Data:

1. Studi literatur



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada metode ini, tim penulis memecahkan masalah dengan membaca buku-buku dan jurnal yang berhubungan dengan permasalahan.

2. Studi lapangan, yang mengamati pemanfaatan beda temperatur untuk menghasilkan tegangan.

Metode Pengumpulan Data:

Metode pengumpulan data yang relevan sebagai dasar penyusunan laporan diperoleh dengan beberapa metode yaitu:

1. Metode Percobaan, yakni dengan melakukan percobaan terhadap kinerja dan alat untuk dapat sinergis mencapai tujuan yang dirancang.
2. Metode Observasi, yakni dengan pengamatan objek secara langsung.
3. Metode Dokumentasi, yakni mengumpulkan sumber data dari hasil kinerja alat dan pengambilan gambar.

1.6 Manfaat

Manfaat yang didapat dari tugas akhir ini adalah mengetahui proses dari pemanfaatan panas gas buang serta mengetahui nilai tegangan dan daya yang dihasilkan. Manfaat lain yang didapatkan dari tugas akhir ini adalah bisa menjadi referensi pembelajaran bagi mahasiswa/I Program Studi Teknik Konversi Energi mengenai pemanfaatan panas menggunakan Termoelektrik Generator.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir secara umum terdiri dari:

1. BAB I: Pendahuluan
Berisikan latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah, metode yang dilakukan, manfaat yang akan didapat dan sistematika penulisan keseluruhan tugas akhir.
2. BAB II: Tinjauan Pustaka
Berisi tentang rangkuman studi pustaka yang menunjang penyelesaian masalah pada tugas akhir ini.
3. BAB III: Metodologi Penelitian



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Menguraikan tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pada penelitian, meliputi prosedur dalam diagram alir, penjelasan diagram alir, pengambilan sampel dan pengumpulan data.

4. BAB IV: Analisa dan Pembahasan

Berisi hasil dan analisis data yang telah diambil dalam penelitian dan pembahasan hasil perhitungan.

5. BAB V: Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dari seluruh pembahasan yang telah dipaparkan, isi kesimpulan harus menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam tugas akhir. Serta berisi saran-saran yang berkaitan dengan tugas akhir.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Setelah dilakukan perhitungan dari data teoritis, besaran tegangan maksimum dari rangkaian seri 16 buah termoelektrik generator adalah 76.8 V dan arus maksimumnya berada di 0.669 A pada ΔT 100°C
2. Besaran daya maksimum yang bisa dihasilkan oleh rangkaian termoelektrik generator adalah 16 W, dengan catatan bahwa data diambil hanya selama 20 menit pemanasan *hot side* sesuai dengan durasi pemakaian PLTG pada jam praktikum.
3. Berdasarkan hasil perbandingan daya termoelektrik generator secara actual dan teoritis, didapatkan bahwa daya pada data teoritis lebih besar daripada daya pada data aktual. Hal ini disebabkan cakupan panas yang diserap *heat sink* kurang meluas.

5.2 Saran

Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan saat pengujian adalah:

1. Memperhatikan suhu ruangan dan lingkungan karena bisa mempengaruhi besaran suhu, terutama pada *cold side*
2. Memperhatikan suhu pada *hot side* agar tidak melebihi kemampuan suhu maksimum (150°C) agar tidak merusak modul termoelektrik generator.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional. 2020. *Bauran Energi Nasional*. KESDM
- [2] Julian Goldsmid, H. Julian. 2010. *Introduction to Thermoelectricity*. Springer Series in Materials Science.
- [3] Adavbiele, A.S. 2013. *Generation of Electricity from Gasoline Engine Waste Heat*. Journal of Energy Technologies and Policy.
- [4] Mainil, Rahmat Iman, et. al. 2020. *Pengaruh Laju Aliran Air Pendingin terhadap Kinerja Pembangkit Listrik berbasis Thermoelectric Generator (TEG)*. Jurnal Sains dan Teknologi. Universitas Riau.
- [5] Hidayat, Alfian. 2020. *Pemanfaatan Panas Photovoltaic Panel Menggunakan Thermoelectric Generator (TEG)*. Universitas Jember.
- [6] Masid, Moh., et al. 2018. *Pemanfaatan Panas Panci yang Terbuang sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif berbasis Termoelektrik Generator (TEG)*. Universitas 17 Agustus 1945.
- [7] Incropera, Frank P., et al. 2007. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer Sixth Edition*.
- [8] Kementerian ESDM. 2018. *Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat*.
- [9] Sianipar, Rafael. 2014. *Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jurnal Ilmiah Teknik Elektro. Universitas Trisakti.
- [10] Scansen, Don. 2011. *Thermoelectric Energy Harvesting*. <https://www.digikey.com/en/articles/techzone/2011/oct/thermoelectric-energy-harvesting>. [Diakses 01.08.2021]
- [11] Rusman. *Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell 50 Wp*. [Online]. Available: <http://repository.umy.ac.id/>. [Diakses 21.02.2021]
- [12] Cappenberg, Audri Deacy. *Analisa Kinerja Alat Penukar Kalor Jenis Pipa Ganda*. Jurnal Kajian Teknik Mesin Vol.1 No.2. <https://media.neliti.com/media/publications/281498-analisa-kinerja-alat-penukar-kalor-jenis-7eafdc7a.pdf> [Diakses 10.08.2021]

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



- [13] Taufik, Ahmad. 2018. *Analisis Karakteristik Thermoelectric Komersil TEC1-12706 untuk Heat Energy Harvesting*. Universitas Sumatera Utara.
- [14] Ryanuargo, Syaiful Anwar, dan Sri Poernomo Sari. 2013. *Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin*. Jurnal Rekayasa Elektrika. Universitas Gunadarma.
- [15] Jefferson, Samuel Hans dan Chairul Hudaya. 2021. *Rancang Bangun Sistem Pemanfaatan Panas Buang pada Kompor Portabel Menggunakan Termoelektrik Generator*. Jurnal Tambora Vol.5
- [16] N. Nandan A. M. Nagaraj, L. Sanjev Kumar. 2019. *Electrical Energy Harvesting Using Thermo Electric Generator for Rural Communities in India*. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Energy and Power Engineering Vol. 13, No. 10.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta