



© 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



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 mengumumkan 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: Pemanfaatan *Photovoltaic* dan Termoelektrik Generator Sebagai Sumber Energi untuk Pengisian Baterai Penerangan Jalan Umum (PJU)

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Disusun Oleh:

Fatimah Azzahra

NIM. 1802321027

**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 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, 4 September 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 : Fatimah Azzahra

NIM : 1802321027

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



Fatimah Azzahra

NIM.1802321027



PEMANFAATAN PHOTOVOLTAIC DAN TERMOELEKTRIK GENERATOR SEBAGAI SUMBER ENERGI UNTUK PENGISIAN BATERAI PENERANGAN JALAN UMUM (PJU)

Fatimah Azzahra¹, Budi Santoso¹, dan Agus Sukandi¹

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

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

Email: fatimah.azzahra.tm18@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Energi matahari dan panas gas buang dari mini PLTG di lab. Konversi energi dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Gas buang dari mini PLTG di lab. Konversi energi memiliki temperatur yang cukup tinggi. Pengambilan data di pengujian ini disimulasikan dengan menggunakan torch yang disambungkan dengan burner portable sebagai sumber panas. Penulisan ini bertujuan untuk menghasilkan alat pembangkit listrik menggunakan photovoltaic cell/solar panel dan termoelektrik generator (TEG), menganalisa hasil tersebut serta menghitung lama waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai. Saat mini PLTG di lab. Konversi energi sedang beroperasi dan tegangan dari solar panel mengalami penurunan, pengisian baterai diganti dengan termoelektrik generator (TEG) menggunakan energi switch controller. Dari penelitian ini, hasil yang diperoleh ialah cahaya matahari dan panas gas buang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik untuk pengisian baterai dan lama waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai adalah 20.2 jam.

Kata-kata kunci: Energi, Solar Panel, TEG

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, pennisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

Solar energy and the exhaust gas heat from mini PLTG in the lab. Energy conversion can be used as a source of electrical power—exhaust gas from mini PLTG in the energy conversion laboratory has a fairly high temperature. Data collection in this test is simulated using a burner portable as a heat source. This writing aims to produce a power generator using a photovoltaic cell/solar panel and a thermoelectric generator (TEG), analyze these results, and calculate the length of time required to charge the battery. When the mini PLTG in the energy conversion laboratory is operating, and the voltage from the solar panel has decreased, the battery charging is replaced by a thermoelectric generator (TEG) using an energy controller. From this research, the results obtained are that sunlight and heat from exhaust gases can be used as a source of electrical energy for charging the battery, and the length of time required to charge the battery is 20.2 hours.

Keywords : Energy, Photovoltaic, TEG



**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

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, 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 6E 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. Agus Sukandi, M.T. sebagai Kepala Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta dan selaku pembimbing yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan pelaksanaan Tugas Akhir ini.



© 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

4. Bapak Ir. Budi Santoso, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan pelaksanaan Tugas Akhir ini.
5. Rekan-rekan 1 kelompok yang senantiasa memberikan semangat untuk menyelesaikan 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





DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Manfaat	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Termoelektrik Generator	6
2.2 <i>Heat Sink</i>	9
2.3 Perpindahan Kalor	9
2.3.1 Konduksi	10
2.3.2 Konveksi	11
2.3.3 Radiasi	12
2.4 Rangkaian Listrik	12
2.4.1 Rangkaian Seri	12
2.4.2 Rangkaian Paralel	13
2.5 Sel Surya	13
2.6 Modul Surya	15
2.7 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	15

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8	Sistem PLTS Off-Grid atau Stand Alone.....	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		32
4.1	Data Hasil Pengukuran Solar Panel	32
4.2	Perhitungan Data Solar Panel	34
4.3	Data hasil pengukuran termoelektrik generator (TEG).....	36
4.4	Perhitungan Data Termoelektrik Generator (TEG).....	39
4.5	Pengukuran Dengan <i>Energy Switch Controller</i>	40
4.6	Lama Pengisian Baterai.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA		45



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 TABEL

Tabel 3.1 Komponen Utama Alat	21
Tabel 3.2 Komponen Pendukung Alat	22
Tabel 3.3 Pelaksanaan Pengerjaan Alat	23
Tabel 4.1 Data pengukuran solar panel hari ke-1	32
Tabel 4.2 Data pengukuran solar panel hari ke-2	33
Tabel 4.3 Data pengukuran solar panel hari ke-3	34
Tabel 4.4 Hasil pengukuran panel surya rata-rata.....	35
Tabel 4.5 Data hasil pengukuran TEG ke-1.....	37
Tabel 4.6 Data hasil pengukuran TEG ke-2.....	37
Tabel 4.7 Data hasil pengukuran TEG ke-3.....	38
Tabel 4.8 Hasil pengukuran TEG rata-rata	39
Tabel 4.9 Data pengujian dengan <i>energy switch controller</i>	41

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, penerbitan karya ilmiah, penerbitan laporan, penerbitan kritikan atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Kerja Termoelektrik	6
Gambar 2.2 Skema Konstruksi Termoelektrik Generator.....	7
Gambar 2.3 <i>Heat Sink</i>	9
Gambar 2.4 Perpindahan Kalor atau Panas dengan Konduksi.....	10
Gambar 2.5 Perpindahan Kalor Konveksi. (a) Konveksi Paksa (<i>forced</i>), (b) Konveksi Bebas, (c) Perpindahan Panas dengan Mendidihkan Air. (d) Kondensasi (<i>Incropera, et al. 2007</i>),	11
Gambar 2.6 (a) Radiasi pada Permukaan dan (b) Radiasi diantara permukaan dan lingkungan yang luas (<i>Incropera, et al. 2007</i>).....	12
Gambar 2.7 Rangkaian Seri	13
Gambar 2.8 Rangkaian Paralel.....	13
Gambar 2.9 Sel Modul dan Susunan Modul (Sumber: pvinasia.com).....	14
Gambar 2.10 Material dari Sel Surya (Sumber: GIZ, 2017).....	14
Gambar 2.11 Sistem PLTS <i>Off-Grid</i> (Sumber: GIZ, 2017).....	17
Gambar 3.1 Diagram Alir	18
Gambar 3.2 Rancangan Penerangan Jalan Umum dengan Photovoltaic	19
Gambar 3.3 Rancangan Termoelektrik Generator untuk PLTG	20
Gambar 3.4 Rancangan Alat Termoelektrik Generator	20
Gambar 3.5 Diagram Kelistrikan	28
Gambar 3.6 Skema Susunan Termoelektrik Generator Secara Seri	28
Gambar 3.7 Multimeter Digital (Sumber: Google Images)	29
Gambar 3.8 Amperemeter Analog (Sumber: Google Images).....	30
Gambar 3.9 Thermo Gun (Sumber: Google Images).....	30
Gambar 3.10 Lux Meter (Sumber: Google Images)	31



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_{in}	Tegangan yang dihasilkan oleh panel (V)
I_{in}	Arus yang dihasilkan oleh panel (A)
V_{out}	Tegangan pengisian ke baterai dari panel (V)
I_{out}	Arus pengisian ke baterai dari panel (A)
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 thermal 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)
\dot{Q}	Energi Kalor konduksi/konveksi/radiasi (W)
K	Konduktivitas thermal (W / mK)
A	Luas permukaan (m^2)
ΔT	Perbedaan temperatur (K / C)
Δx	Tebal penampang permukaan (m)
h	Koefisien Konveksi ($\text{W} / \text{m}^2\text{K}$)
A	Luas Permukaan Area (m^2)
T_2	Suhu Fluida yang lebih panas ($^{\circ}\text{C}$)
T_1	Suhu ambient atau suhu dingin ($^{\circ}\text{C}$)
A	Luas Permukaan Area (m^2)
T	Suhu pada Permukaan (K)
ε	emissivity

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 milik Politeknik Negeri Jakarta

σ	Konstanta Stefan-Boltzmann ($56,7 \times 10^{-9} \text{ W / m}^2\text{K}^4$)
P_{out}	Daya keluaran maksimum panel (pengisian) [W]
P_{in}	Daya masuk (dari panel) [W]
FF	Faktor pengisian
W_{out}	Daya Pengisian (W)



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 :

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 I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai macam Sumber Daya Alam yang melimpah. 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.

Subjudul ini hanya akan membahas tentang pemanfaatan *photovoltaic* atau solar panel dan termoelektrik generator sebagai sumber energi untuk pengisian baterai dan lama waktu yang diperlukan untuk pengisian baterai.

Energi surya merupakan salah satu energi terbarukan. Hal itu membuat energi surya menjadi energi yang sangat cocok diterapkan di wilayah Indonesia yang tropis. Energi matahari bisa dikatakan tidak akan kehabisan tenaga, selain itu energi matahari juga tidak menghasilkan buangan atau polusi yang memberi dampak buruk pada lingkungan. Energi matahari bisa dimanfaatkan dengan bantuan solar panel untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik.

Saat di lapangan, beberapa pembangkit tidak memanfaatkan semua energi yang dihasilkannya untuk dikonversi menjadi energi listrik. PLTG menghasilkan gas buang dengan suhu yang cukup tinggi. Gas buang bersuhu tinggi ini bisa



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

dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk pembangkit listrik. Salah satu contoh yang bisa dilihat penerapannya secara langsung yaitu panas gas buang dari mini PLTG Lab. Konversi Energi yang digunakan sebagai bahan ajar praktikum mahasiswa.

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 temperatur 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. (Julian Goldsmid, 2010).

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, studi ini bermaksud 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 merancang alat yang dapat menghasilkan listrik menggunakan solar panel dan termoelektrik generator (TEG)?
2. Berapa lama waktu yang diperlukan untuk pengisian baterai dengan arus yang dihasilkan oleh solar panel dan termoelektrik generator (TEG)?



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

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Memenuhi syarat untuk kelulusan kami dari Prodi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Merancang dan mengukur energi yang dihasilkan dari solar panel dan termoelektrik generator (TEG) untuk mengisi baterai.
3. 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. Hanya menghitung daya hasil keluaran dan yang energi yang masuk ke baterai.
3. Tidak menghitung kerja/siklus PLTG Lab. Konversi Energi.
4. Tidak membahas perpindahan massa kalor pada perubahan fasa.

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
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:



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

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 pembuatan alat untuk menghasilkan energi untuk pengisian baterai serta mengetahui nilai tegangan 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 intensitas cahaya matahari dan panas gas buang untuk pengisian baterai.

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
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



© 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

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. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan oleh solar panel dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang berpengaruh pada intensitas cahaya matahari.
2. Semakin besar karena perbedaan temperatur maka akan semakin besar tegangan yang dihasilkan TEG.
3. Pada pengujian ini solar panel dan TEG memiliki kekurangannya masing-masing. Solar panel dipengaruhi oleh kondisi cuaca, sedangkan TEG megandakan sumber panas yang tidak bisa ada terus-menerus. Dengan merancang penghubungan keduanya dengan *energy switch controller* yang dapat mengubah sumber ke baterai, memudahkan kita untuk memilih energi dari sumber mana yang akan masuk ke baterai.
4. Dengan mengalihkan *controller* dari solar panel ke TEG saat tegangan dari solar panel mengalami penurunan, pengisian energi ke baterai dapat tetap berjalan.
5. Berdasarkan data yang sudah didapat, panel surya dan TEG terbukti bisa diaplikasikan untuk mengisi baterai pada PJU.
6. Lama waktu yang diperlukan untuk pengisian baterai berkapasitas 20 Ah dengan sumber tersebut dapat memakan waktu selama 20.2 Jam.

5.2 Saran

Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan saat pengujian adalah:

1. Menjaga temperatur sisi dingin agar tetap stabil untuk mendapatkan perbedaan temperatur yang semakin besar sehingga tegangan dan daya yang dihasilkan juga semakin besar.
2. Sebaiknya pengambilan data panel surya dilakukan pada saat kondisi cuaca cerah agar dapat bekerja maksimal.



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik 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.

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

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA