



© 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**



© 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:** Perbandingan Teoritis dan Aktual Daya Panel Surya 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

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

Disusun Oleh:

**Herico Putro Utomo**

**NIM. 1802321022**

**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, 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 : Herico Putro Utomo

NIM : 1802321022

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



Herico Putro Utomo

NIM.1802321022



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

Herico Putro Utomo<sup>1</sup>, Budi Santoso<sup>1</sup>, dan Agus Sukandi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl.  
Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16424

Email: [herico.putroutomo.tml8@mhs.wpnj.ac.id](mailto:herico.putroutomo.tml8@mhs.wpnj.ac.id)

## ABSTRAK

Energi baru dan terbarukan memiliki peran penting untuk memenuhi kebutuhan energi ramah lingkungan.. Untuk itu 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. Spesifikasi panel yang diuji yaitu 60 Wp dengan Vmp 18,2 V, Imp 3,34 A. Pengukuran dilakukan di daya keluaran panel surya yang sudah melalui Solar Charge Controller menuju baterai. Secara teoritis berdasarkan spesifikasi, maka P out yang dihasilkan adalah 60,788 Wp. Namun dari hasil aktual pengukuran selama pukul 10.00-14.00 selama satu hari dihasilkan rata rata P out yang dihasilkan yaitu 19,66 Wp. Kesimpulan penelitian ini adalah mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi perbedaan pada nilai teoritis dan aktual daya pada panel surya.

Kata-kata kunci: Energi Surya, Panel Surya, Penerangan Jalan Umum, Daya, Teoritis, Aktual

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

**ABSTRACT**

*Renewable energy has an essential role in meeting the needs of environmentally friendly energy. The radiated solar energy can be converted into electrical energy by using solar panels. For this reason, solar energy is very suitable to be used as an energy source for Public Street Lighting, which incidentally is on the side of an open road so that sunlight can shine perfectly. Various factors determine the value of the power produced by solar panels, such as Light Intensity, Temperature, Voltage, and Current. The influence of these factors can be seen theoretically, but in order to find out the actual value produced by solar panels, actual monitoring and measurement are needed. The specifications of the panel being tested are 60 Wp with  $V_{mp}$  18.2 V and  $I_{mp}$  3.34 A. Measurements are made at the output power of the solar panel that has gone through the Solar Charge Controller to the battery. Theoretically, based on the specifications, the resulting  $P_{out}$  is 60.788 Wp. However, from the actual measurements at 10.00-14.00 for one day, the average  $P_{out}$  produced is 19.66 Wp. The conclusion of this study is to find out what factors affect the difference in the theoretical and actual values of power on solar panels.*

*Keywords: Solar Energy, Solar Panel, Public Street Lighting, Power, Theoretical, Actual*



**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 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 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

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





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Metode Penulisan .....	5
1.6 Manfaat.....	5
1.7 Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II</b> .....	<b>7</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Termoelektrik Generator.....	7
2.2 Heat sink.....	10
2.3 Perpindahan Kalor .....	11
2.3.1 Konduksi.....	11
2.3.2 Konveksi .....	12
2.3.3 Radiasi.....	13
2.4 Rangkaian Listrik .....	14
2.4.1 Rangkaian Seri .....	14
2.4.2 Rangkaian Paralel .....	14
2.5 Sel Surya.....	15
2.6 Modul Surya .....	16

### 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



**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

2.7	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....	17
2.8	Sistem PLTS <i>Off-Grid</i> atau <i>Stand Alone</i> .....	18
2.9	Accumulator .....	19
<b>BAB III.....</b>		<b>20</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>20</b>
3.1	Blok Diagram .....	20
3.2	Studi Literatur dan Diskusi.....	21
3.3	Perancangan Desain dan Pemilihan Komponen.....	21
3.3.1	Perancangan Desain .....	21
3.3.2	Pemilihan Komponen .....	22
3.4	Metodologi Pelaksanaan .....	25
3.5	Diagram Kelistrikan .....	30
3.6	Alat yang Digunakan .....	31
<b>BAB IV.....</b>		<b>35</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>35</b>
4.1	Pengumpulan Data Teoritis.....	35
4.1.1	Spesifikasi Panel Surya.....	35
4.1.2	<i>Irradiance</i> dan Suhu.....	35
4.2	Pengukuran nilai aktual .....	36
4.2.1	Tegangan dan Arus Input.....	40
4.2.2	Tegangan dan Arus Pengisian .....	41
4.2.3	<i>Irradiance</i> dan Suhu.....	42
4.3	Perhitungan dan perbandingan daya.....	43
4.3.1	Daya Input (Pin).....	43
4.3.2	Daya Teoritis .....	44
4.3.3	Aktual.....	44
4.3.4	Pout.....	46
4.3.5	Teoritis .....	46
4.3.6	Aktual.....	47
<b>BAB V.....</b>		<b>49</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>49</b>
5.1	Kesimpulan .....	49
5.2	Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>50</b>



**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

## 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).....	10
Gambar 2.4 Perpindahan Kalor atau Panas dengan Konduksi (Sumber: Incropera, et al. 2007).....	12
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) .....	13
Gambar 2.6 (a) Radiasi pada Permukaan dan (b) Radiasi diantara permukaan dan lingkungan yang luas (Incropera, et al. 2007).....	14
Gambar 2.7 Rangkaian Seri .....	14
Gambar 2.8 Rangkaian Paralel.....	15
Gambar 2.9 Sel Modul dan Susunan Modul (Sumber: pvinasia.com).....	15
Gambar 2.10 Material dari Sel Surya (Sumber: GIZ, 2017).....	16
Gambar 2.11 Sistem PLTS Off-Grid (Sumber: GIZ, 2017).....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	20
Gambar 3.2 Rancangan Penerangan Jalan Umum dengan Photovoltaic .....	21
Gambar 3.3 Rancangan Termoelektrik Generator untuk PLTG .....	22
Gambar 3.4 Rancangan Alat Termoelektrik Generator .....	22
Gambar 3.5 Diagram Kelistrikan .....	31
Gambar 3.6 Skema Susunan Termoelektrik Generator Secara Seri .....	31
Gambar 3.7 Multimeter Digital.....	32
Gambar 3.8 Amperemeter Analog.....	32
Gambar 3.9 Thermo Gun .....	33
Gambar 3.10 Lux Meter .....	33



**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 .....	23
Tabel 3. 2 Komponen Pendukung Alat.....	24
Tabel 3.3 Pelaksanaan Pengerjaan Alat .....	25
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Hari ke-1 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Hari ke-2.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Hari ke-3.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.4 Hasil Daya untuk Hasil Pengujian Hari ke-1 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



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 besar. Memiliki luas wilayah 1,9 juta km<sup>2</sup> 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 berbasis fosil dari tahun ke tahun untuk mendorong masifnya peningkatan pembangkit 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

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 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?

#### 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

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah:

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



**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

### 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:

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  
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 mengemukakan 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 mengumumkannya 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 pengujian, panel surya dapat membangkitkan energi listrik karena sistem fotovoltaik mengubah cahaya matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas cahaya (iradiasi) matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya.
2. Nilai aktual daya sulit tercapai mendekati teoritisnya dikarenakan faktor cuaca yang tidak mendukung pada saat dilakukannya pengukuran serta permukaan panel yang tidak selalu bersih disebabkan beberapa faktor

#### 5.2 Saran

Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan saat pengujian adalah:

1. Sebaiknya pengambilan data panel surya dilakukan pada saat kondisi cuaca yang cerah agar panel surya dapat bekerja dengan maksimal sehingga data yang dihasilkan menjadi optimal

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## 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



## © 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

- [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