

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA VARIASI JUMLAH TERMOELEKTRIK GENERATOR  
DENGAN RANGKAIAN SERI DAN PARALEL TERHADAP  
SPESIFIKASI TEKNIS KIPAS ANGIN PEMANGGANG IKAN**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Islam Riau*



**Diajukan Oleh :**

**VRENDI ASHARI SITUMEANG**

**17.33.102.71**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2022**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Tuhan yang maha esa atas segala limpahan nikmat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Analisa variasi jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap spesifikasi teknis kipas angin pemanggang ikan”.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan akademis dalam rangka meraih gelar Sarjana di jurusan teknik mesin fakultas teknik universitas islam riau. Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan petunjuk dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung.

Untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada :

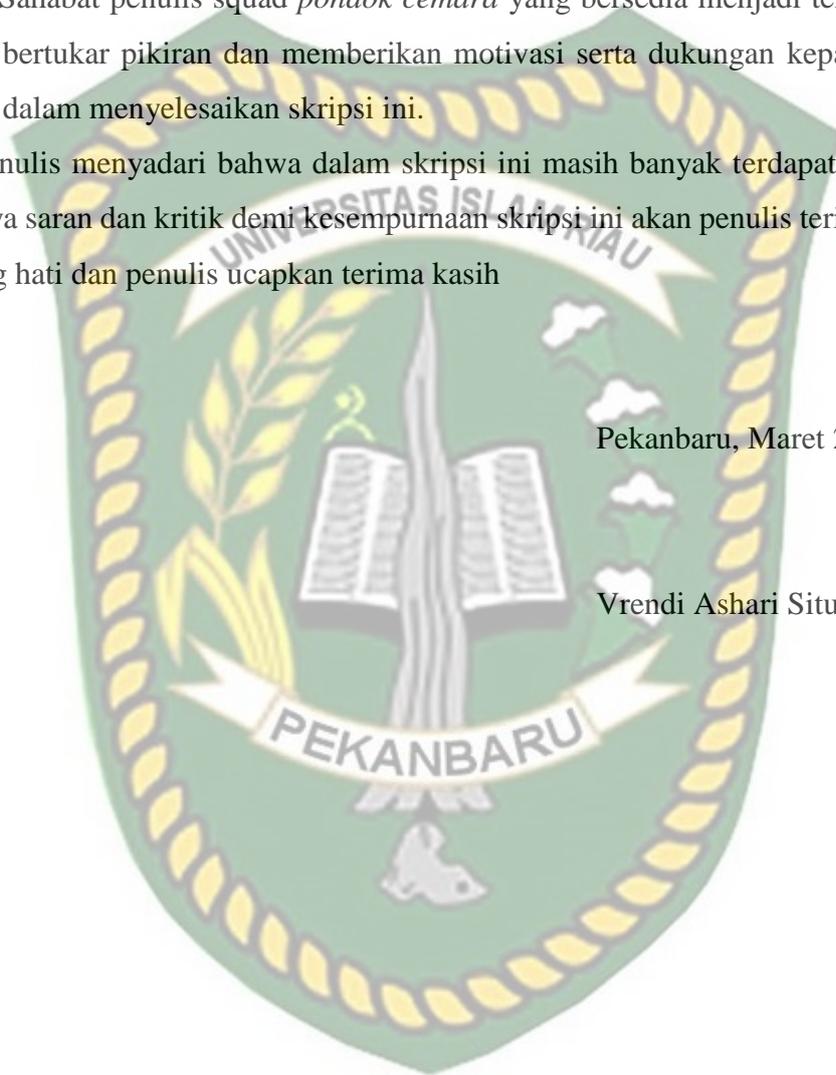
1. Kedua orang tua penulis, Ayah Kardis Situmeang dan Ibu Ermida Panggabean yang telah menjadi orang tua terhebat dalam hidup penulis, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik secara moril maupun finansial. Serta Tari, Nita, Rian, Bernando, Ari, Arlen Situmeang dan tidak lupa kakak penulis Rini, Eva, Iyus dan Rona. Serta seluruh keluarga terima kasih atas doa, dukungan dan motivasi yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Jhonni Rahman. B.Eng., M.Eng., PhD Selaku ketua program studi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
3. Bapak Dr. Eng. Muslim, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
4. Bapak Sehat Abdi Saragi, ST, MT. Selaku dosen pembimbing tugas akhir Jurusan Teknik Mesin ,Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
5. Bapak Rafil Arizona, ST, M.Eng selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
6. Dosen-dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, atas ilmu dan dorongannya dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

7. Teman-teman Seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 17, yang telah memberikan bantuan dan dukungannya untuk menyelesaikan tugas akhir.
8. Parlindungan Simatupang yang telah membantu penulis pada saat penelitian.
9. Sahabat penulis squad *pondok cemara* yang bersedia menjadi tempat untuk bertukar pikiran dan memberikan motivasi serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan. Adanya saran dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini akan penulis terima dengan senang hati dan penulis ucapkan terima kasih

Pekanbaru, Maret 2022

Vrendi Ashari Situmeang



# ANALISA VARIASI JUMLAH TERMoeLEKTRIK GENERATOR DENGAN RANGKAIAN SERI DAN PARALEL TERHADAP SPESIFIKASI TEKNIS KIPAS ANGIN PEMANGGANG IKAN

**Vrendi Ashari Situmeang<sup>(1)</sup>, Sehat Abdi Saragih, ST. MT<sup>(2)</sup>**

Teknik Mesin Universitas Islam Riau

Jl. Kaharuddin nasution, Km. 11, No. 133, Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Email : [rendyashary12@gmail.com](mailto:rendyashary12@gmail.com)

## ABSTRAK

Dalam aktivitas sehari-hari, energi tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat, banyak energi panas sisa dari proses penggunaan energi fosil terbuang percuma ke alam sekitar, oleh karena itu perlu pemanfaatan energi panas sisa ini menjadi energi listrik, energi yang bisa digunakan untuk keperluan masyarakat. Termoelektrik generator adalah suatu alat yang dapat mengubah energi kalor menjadi energi listrik secara langsung menggunakan efek seeback. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap spesifikasi teknis kipas angin pemanggang ikan. Dalam penelitian ini dilakukan variasi jumlah termoelektrik generator yaitu 2, 4, 6, 8, dan 10 dengan rangkaian seri dan paralel. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa jumlah termoelektrik generator berpengaruh pada arus, tegangan, putaran dan daya kipas angin pemanggang ikan. Karena setiap termoelektrik generator dapat menghasilkan arus sebesar 1,5-2A dan tegangan sebesar 1,5-2V maka semakin banyak jumlah termoelektrik generator yang digunakan maka arus, tegangan, putaran dan daya yang dihasilkan akan semakin besar.

Kata kunci : Termoelektrik generator, spesifikasi teknis, rangkaian seri dan paralel.

1. Mahasiswa
2. Pembimbing

**ANALYSIS OF VARIATION OF THE NUMBER OF THERMOELECTRIC GENERATORS WITH SERIES AND PARALLEL CIRCUITS TOWARDS TECHNICAL SPECIFICATIONS OF FISH GRILLING FAN**

**Vrendi Ashari Situmeang<sup>(1)</sup>, Sehat Abdi Saragih, ST. MT<sup>(2)</sup>**

*Mechanical Engineering Riau Islamic University*

*Jl. Kaharuddin Nasution, Km. 11, No. 133, Perhentian Marpoyan, Pekanbaru*

*Email : [rendyashary12@gmail.com](mailto:rendyashary12@gmail.com)*

**ABSTRACT**

*In daily activities, energy cannot be separated from people's lives, a lot of residual heat energy from the process of using fossil energy is wasted in the surrounding nature, therefore it is necessary to use this residual heat energy into electrical energy, energy that can be used for community needs. A thermoelectric generator is a device that can convert heat energy into electrical energy directly using the seeback effect. This study aims to determine the effect of the number of thermoelectric generators with series and parallel circuits on the technical specifications of the fish grilling fan. In this study, variations in the number of thermoelectric generators were carried out, namely 2, 4, 6, 8, and 10 with series and parallel circuits. From the results of the study, it can be seen that the number of thermoelectric generators affects the current, voltage, rotation and power of the fish grilling fan. Because thermoelectric generator can produce a current of 1.5-2A and a voltage of 1.5-2V, the more the number of thermoelectric generators used, the greater the current, voltage, rotation and power.*

*Keywords: Thermoelectric generator, technical specifications, series and parallel circuits.*

*1. Student*

*2. Advisor*

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Termoelektrik Generator.....	5
2.2 Prinsip Kerja Termoelektrik Generator.....	6
2.2.1 Efek Seebeck.....	6
2.2.2 Efek Feltier.....	7
2.2.3 Elemen Feltier .....	8
2.2.4 Efek Thomson .....	11
2.3 Rangkaian Termoelektrik Generator.....	12

2.4 Jumlah Termoelektrik Generator .....	13
2.5 Pemanfaatan Energi Termoelektrik Generator.....	13
2.5.1 Pemanfaatan energi panas pada exhaust mobil hybrid .....	13
2.5.2 Jam Tangan Termal.....	14
2.5.3 Kipas Termoelektrik Generator.....	14
2.5.4 Menghidupkan Senter Menggunakan Termoelektrik Generator.....	15
2.6 Perpindahan Panas .....	15
2.6.1 Perpindahan Panas Konduksi.....	15
2.6.2 Perpindahan Panas Konveksi.....	16
2.6.3 Perpindahan Panas Radiasi .....	18
2.7 Spesifikasi Teknis Kipas Angin.....	19
2.7.1 Arus Listrik .....	19
2.7.2 Tegangan .....	20
2.7.3 Daya Listrik.....	20
2.7.4 Putaran Kipas Angin .....	21
2.8 Heatsink .....	21
2.9 Pemanggang Ikan .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Diagram Alir .....	22
3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian .....	23
3.3 Alat Dan Bahan.....	23

3.3.1 Alat Pengujian .....	23
3.3.2 Bahan Yang Digunakan .....	27
3.4 Persiapan Pengujian .....	28
3.5 Prosedur Pengujian .....	28
3.6 Hasil Dan Pembahasan.....	28
3.7 Kesimpulan .....	29
3.8 Jadwal Penelitian.....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Pengaruh Jumlah Termoelektrik Generator Dengan Rangkaian Seri Dan Paralel Terhadap Arus Kipas Angin Pemanggang Ikan .....	30
4.2 Pengaruh Jumlah Termoelektrik Generator Dengan Rangkaian Seri Dan Paralel Terhadap Tegangan Kipas Angin Pemanggang Ikan .....	32
4.3 Pengaruh Jumlah Termoelektrik Generator Dengan Rangkaian Seri Dan Paralel Terhadap Putaran Kipas Angin Pemanggang Ikan.....	34
4.4 Pengaruh Jumlah Termoelektrik Generator Dengan Rangkaian Seri Dan Paralel Terhadap Daya Kipas Angin Pemanggang Ikan .....	36
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran.....	40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Efek Seebeck Dan Efek Feltier .....	7
Gambar 2.2 Modul Termoelektrik Generator .....	8
Gambar 2.3 Struktur Elemen Feltier .....	9
Gambar 2.4 Modul Termoelektrik generator Mengkonversi Panas.....	10
Gambar 2.5 Pemasangan Modul TEG .....	11
Gambar 2.6 Rangkaian Paralel.....	11
Gambar 2.7 Rangkaian Seri .....	11
Gambar 2.8 Mobil Hybrid Dengan TEG.....	13
Gambar 2.9 Jam Tangan Thermal.....	14
Gambar 2.10 Kipas Termoelektrik Generator.....	14
Gambar 2.11 Menghidupkan Senter Menggunakan TEG.....	15
Gambar 2.12 Perpindahan Panas.....	16
Gambar 2.13 Perpindahan Panas Konduksi .....	16
Gambar 2.14 Perpindahan Panas Konveksi .....	17
Gambar 2.15 Skema Laju Perpindahan Panas Konveksi .....	17
Gambar 2.16 Pemanggang Ikan .....	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	22
Gambar 3.2 Workshop Teknik Mesin Uir .....	23
Gambar 3.3 Sketsa Pemanggang Ikan.....	24
Gambar 3.4 Modul Termoelektrik Generator .....	24

Gambar 3.5 Kipas Angin DC .....	25
Gambar 3.6 Tachometer .....	25
Gambar 3.7 Multimeter Digital .....	26
Gambar 3.8 Heatsink .....	26
Gambar 3.9 Ikan Nila .....	27
Gambar 3.10 Arang .....	27
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Jumlah TEG Terhadap Arus .....	31
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Jumlah TEG Terhadap Tegangan .....	33
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Jumlah TEG Terhadap Putaran .....	35
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Jumlah TEG Terhadap Daya .....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian .....	29
Tabel 4.1 Pengaruh Jumlah Termoelektrik Generator Dengan Rangkaian Seri Dan Paralel Terhadap Arus Kipas Angin Pemanggang Ikan .....	30
Tabel 4.2 Pengaruh Jumlah Termoelektrik Generator Dengan Rangkaian Seri Dan Paralel Terhadap Tegangan Kipas Angin Pemanggang Ikan .....	32
Tabel 4.3 Pengaruh Jumlah Termoelektrik Generator Dengan Rangkaian Seri Dan Paralel Terhadap Putaran Kipas Angin Pemanggang Ikan.....	34
Tabel 4.4 Pengaruh Jumlah Termoelektrik Generator Dengan Rangkaian Seri Dan Paralel Terhadap Daya Kipas Angin Pemanggang Ikan .....	38



## DAFTAR NOTASI

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

P = Daya (Watt)

n = Putaran Kipas Angin (rpm)

L = Panjang (cm)



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar belakang

Dalam aktivitas sehari-hari, energi tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan akan energi semakin meningkat. Namun tidak semua energi yang digunakan dapat diperbaharui, sehingga suatu saat sumber energi tersebut akan habis seperti energi fosil. Energi fosil mengacu pada energi sumber daya fosil seperti batu bara dan minyak yang dihasilkan oleh akumulasi sumber daya fosil selama jutaan tahun. Ironisnya, energi fosil yang paling banyak digunakan. Dalam kehidupan sehari-hari, sumber energi fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara merupakan sebagian besar konsumsi energi, sedangkan penggunaan sumber energi terbarukan seperti air dan panas bumi hanya sebagian kecil. Selain itu, eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan juga akan berdampak pada kerusakan lingkungan, terutama perluasan lubang ozon yang melindungi bumi dari suhu tinggi dan radiasi matahari. Untuk itu perlu dikembangkan sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan energi dan kelangsungan hidup tumbuhan, hewan dan manusia.

Banyak energi panas sisa dari proses penggunaan energi fosil terbuang percuma ke alam sekitar, akibatnya efisiensi dari konversi energi tidak optimal, oleh karena itu perlu pemanfaatan energi panas sisa ini menjadi energi listrik. Energi yang bisa digunakan untuk keperluan masyarakat.

Termoelektrik adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi kalor menjadi energi listrik secara langsung menggunakan efek seeback. Selain itu, termoelektrik juga dapat mengkonversikan energi listrik menjadi proses pompa kalor/refrigerasi menggunakan efek feltier. Teknologi termoelektrik adalah teknologi yang bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik, material

termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan energi listrik. Termoelektrik generator adalah sumber energi terbarukan dapat dimanfaatkan sebagai sumber listrik. Termoelektrik generator dapat dimanfaatkan di daerah yang belum masuk arus listrik PLN sebagai sumber arus atau dimanfaatkan saat arus listrik PLN mati.

Energi listrik yang dihasilkan oleh termoelektrik generator dapat digunakan untuk membantu memenuhi kebutuhan masyarakat akan arus listrik. Energi listrik tersebut bisa digunakan untuk pengisian baterai handphone, lampu penerangan, penggerak kipas angin. Dalam dunia usaha termoelektrik generator juga dapat membantu dalam menyuplai energi listrik saat arus listrik PLN mati sehingga tidak menghambat pekerjaan masyarakat. Contohnya dalam usaha rumah makan termoelektrik generator dapat digunakan untuk penggerak kipas angin. Kita dapat memanfaatkan panas dari api pemanggang ikan menggunakan termoelektrik generator untuk diubah menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan tersebut bisa kita gunakan untuk menggerakkan kipas angin pemanggang ikan agar proses masaknya lebih cepat. Kapasitas arus listrik yang dihasilkan oleh termoelektrik generator tergantung pada jumlah termoelektrik generator yang digunakan. Penggunaan termoelektrik generator juga dapat membantu menghemat penggunaan arus listrik PLN.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Adriyani Rusli & Rahmania Djabbar 2018 Yang berjudul “Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik Dengan Menggunakan Termoelektrik Generator” diperoleh kesimpulan bahwa panas api yang diserap oleh heatsink kemudian dialirkan pada termoelektrik generator pada jam 01:00 sampai dengan jam 01:10 rata-rata diperoleh tegangan sebesar 1,46 Volt sampai 6,15 Volt, arus sebesar 0,04 A sampai dengan 0,15 A, dan daya 0,0584 W sampai dengan 0,9225 W.

Penelitian lain yang memanfaatkan 7 termoelektrik generator dengan rangkaian seri untuk charger handphone dilakukan Alden Tulak 2013 menghasilkan tegangan sekitar 5 Volt dan arus listrik 119 mA.

Karena adanya permasalahan tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang analisa variasi jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap spesifikasi teknis kipas angin pemanggang ikan.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang diatas dapat dirumuskan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap spesifikasi teknis kipas angin.
2. Berapa jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel yang memiliki spesifikasi teknis paling baik.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

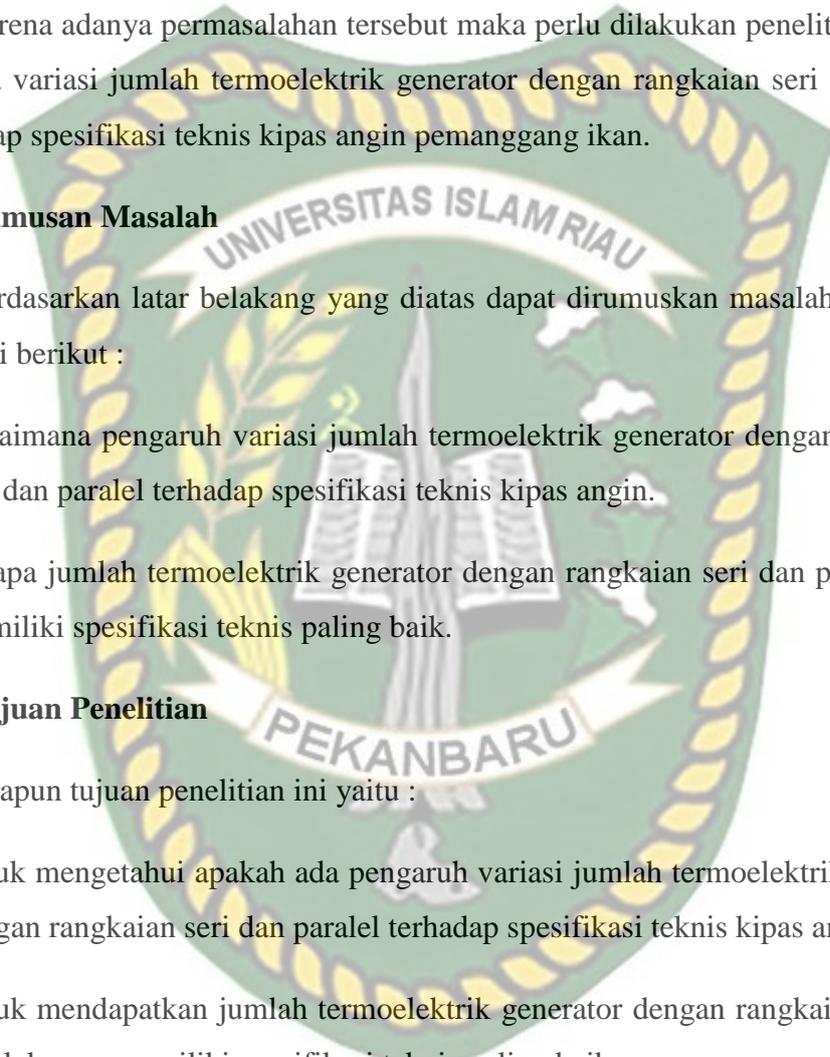
Adapun tujuan penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui apakah ada pengaruh variasi jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap spesifikasi teknis kipas angin.
2. Untuk mendapatkan jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel yang memiliki spesifikasi teknis paling baik.

### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Ukuran pemanggang ikan panjang 40cm, lebar 20cm dan tinggi 10cm
2. Menggunakan kipas angin DC 12V
3. Menggunakan termoelektrik generator DC



4. Variasi jumlah TEG adalah 2, 4, 6, 8, 10

5. Variasi rangkaian seri dan paralel

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika yang digunakan dalam penulisan penelitian ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

#### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan teori dasar, prinsip kerja termoelektrik generator, rumus yang digunakan untuk mengetahui spesifikasi teknis kipas angin dan pengembangan energi termoelektrik generator.

#### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN.**

Bab ini menjelaskan metodologi analisis yaitu persiapan, metode yang digunakan, pengujian, pengumpulan data dan diagram alir penelitian.

#### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan pembahasan terhadap spesifikasi teknis kipas angin yaitu meliputi daya kipas angin, putaran kipas angin dan tegangan arus listrik.

#### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang dirangkum dari keseluruhan pembahasan pada penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Termoelektrik Generator

Termoelektrik generator adalah suatu alat yang dapat menghasilkan energi listrik apabila terdapat perbedaan temperatur antara dua sisi yang berbeda dari suatu bahan semikonduktor, elemen termoelektrik tersebut akan menghasilkan arus sehingga terjadi perbedaan tegangan. Prinsip yang dikenal dengan Efek Seebeck yang merupakan kebalikan dari Efek Peltier yang diterapkan pada TEC (Thermoelectric Cooling).

Termoelektrik generator bekerja dengan mengubah energi panas menjadi energi listrik secara langsung, atau sebaliknya dari listrik untuk menghasilkan dingin (Thermoelectric Cooling). Untuk menghasilkan arus listrik, bahan termoelektrik cukup ditempatkan pada rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian tersebut akan dihasilkan energi listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan jenis material yang digunakan. Cara kerja pendingin termoelektrik tidak jauh berbeda. Jika bahan termoelektrik dialiri arus listrik maka panas disekitarnya akan diserap. Jadi untuk mendinginkan udara tidak diperlukan kompresor pendingin seperti halnya mesin pendingin konvensional.

Untuk keperluan pembangkitan energi listrik, umumnya bahan yang digunakan adalah bahan semikonduktor. Semikonduktor adalah bahan yang mampu menghantarkan arus listrik tetapi tidak sempurna. Semikonduktor yang digunakan adalah semikonduktor tipe-n dan tipe-p. Bahan semikonduktor yang digunakan adalah bahan semikonduktor ekstrinsik/tidak murni. Masalah untuk generator termoelektrik adalah mendapatkan bahan yang dapat bekerja pada suhu tinggi.

Bahan yang digunakan dalam elemen termoelektrik adalah Bismut Telluride. Dengan rentang temperatur kerja hingga 3500 °C, bahan ini biasa digunakan sebagai alternatif instalasi pembangkit listrik karena perbedaan suhu yang membuat pembangkit listrik dibandingkan dengan bahan lain, daya keluaran dan efisiensi

generator bismut telluride lebih kecil, tetapi dengan ketersediaan sumber termal, maka daya diinginkan akan tercapai.

## 2.2 Prinsip Kerja Termoelektrik Generator

Prinsip kerja dari termoelektrik generator adalah dengan berdasarkan Efek Seebeck yaitu Jika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, maka terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang lain kemudian tegangan yang dihasilkan termoelektrik generator dapat langsung digunakan untuk menyalakan lampu atau dapat di transfer ke batrai.

Untuk keperluan pembangkit energi listrik tersebut umumnya bahan yang digunakan adalah bahan semikonduktor. Semikonduktor adalah bahan yang mampu menghantarkan arus listrik namun tidak sempurna. Semikonduktor yang digunakan adalah semikonduktor tipe N (pembawa muatan elektron) dan tipe P (pembawa muatan hole). Bahan semikonduktor yang digunakan adalah bahan semikonduktor ekstrinsik (tidak murni). Terdapat tiga sifat bahan termoelektrik yang penting, yaitu:

- Koefisien Seebeck ( $s$ )
- Konduktifitas panas ( $k$ )
- Resistivitas ( $\rho$ )

### 2.2.1 Efek Seebeck

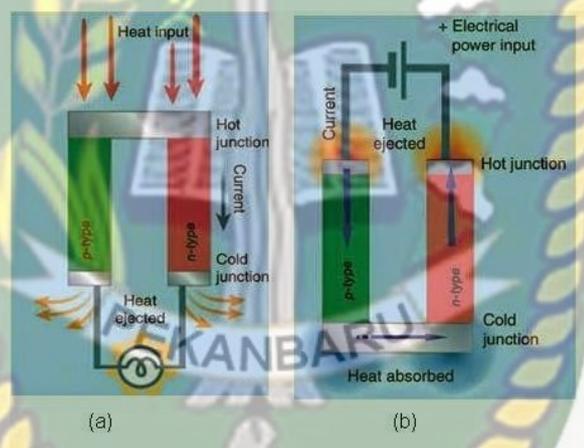
Efek seebeck adalah fenomena yang mengubah perbedaan temperatur menjadi energi listrik. Jika ada dua bahan yang berbeda yang kemudian kedua ujungnya disambungkan satu sama lain maka akan terjadi dua sambungan dalam satu loop/lintasan. Jika terjadi perbedaan temperatur diantara kedua sambungan ini, maka akan dihasilkan arus listrik. Prinsip inilah yang digunakan termoelektrik sebagai generator (pembangkit listrik). Setiap bahan memiliki koefisien seebeck yang berbeda-beda. Semakin besar koefisien seebeck ini maka beda potensial yang dihasilkan juga semakin besar. Karena perbedaan temperatur disini dapat diubah

menjadi tegangan arus listrik, maka prinsip ini juga digunakan sebagai sensor temperatur yang dinamakan termokopel.

### 2.2.2 Efek Feltier

Efek feltier yaitu jika dua logam yang berbeda disambungkan kemudian dialirkan arus listrik pada sambungan tersebut, maka akan terjadi fenomena pompa kalor. Prinsip inilah yang digunakan termoelektrik sebagai pendingin/pompa kalor.

Termoelektrik generator terdiri dari dua buah bahan berbeda yang disambungkan. Material yang dipilih memiliki koefisien seebeck cukup tinggi. Saat ini kebanyakan termoelektrik menggunakan bahan Bismuth-Telluride.

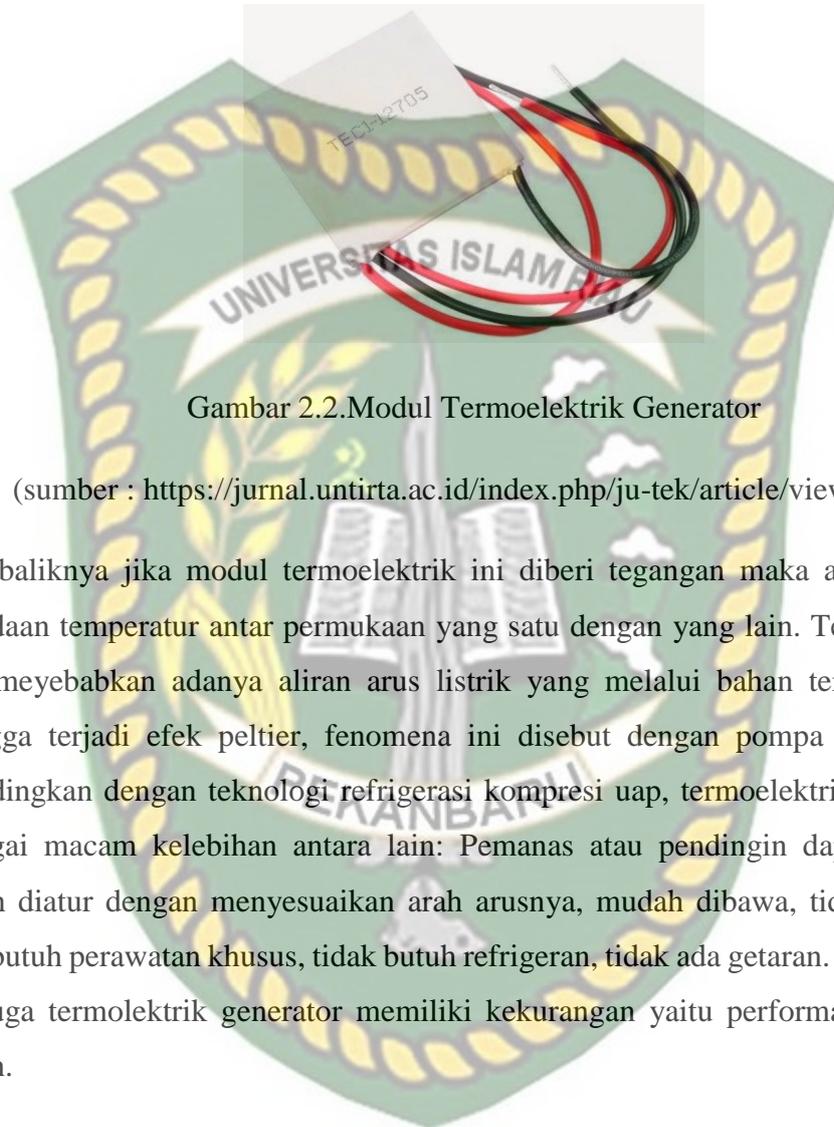


Gambar 2.1. (A) termoelektrik sebagai generator listrik.(B) Generator sebagai pendingin/pompa kalor.

(sumber : Alden 2013)

Modul termoelektrik yang dijual biasanya berbentuk plat tipis. Salah satu termoelektrik generator yang dapat dengan mudah didapatkan berukuran 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 5 mm dan terdapat dua buah kabel (biasanya merah dan hitam). Jika diantara kedua permukaan termoelektrik terdapat perbedaan temperatur maka dihasilkan tegangan arus listrik dan tegangan tersebut dapat kita ukur melalui dua kabel termoelektrik dengan menggunakan amperemeter. Jika perbedaan temperatur cukup besar, maka termoelektrik dapat menghidupkan sebuah kipas

kecil. Listrik yang dihasilkan pada termoelektrik generator adalah listrik searah (DC).



Gambar 2.2. Modul Termoelektrik Generator

(sumber : <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/ju-tek/article/view/6970>)

Sebaliknya jika modul termoelektrik ini diberi tegangan maka akan terjadi perbedaan temperatur antar permukaan yang satu dengan yang lain. Tegangan ini akan menyebabkan adanya aliran arus listrik yang melalui bahan termoelektrik sehingga terjadi efek peltier, fenomena ini disebut dengan pompa kalor. Jika dibandingkan dengan teknologi refrigerasi kompresi uap, termoelektrik memiliki berbagai macam kelebihan antara lain: Pemanas atau pendingin dapat dengan mudah diatur dengan menyesuaikan arah arusnya, mudah dibawa, tidak berisik, tidak butuh perawatan khusus, tidak butuh refrigeran, tidak ada getaran. Bagaimana pun juga termolektrik generator memiliki kekurangan yaitu performanya masih rendah.

### 2.2.3 Elemen Feltier

Konsep dasar dari sel peltier yaitu efek Seebeck dan efek Peltier, dimana sel peltier ini adalah bahan semikonduktor yang bertipe-p dan tipe-n. Semikonduktor merupakan bahan setengah penghantar listrik yang disebabkan perbedaan gaya ikat diantara atom-atom, ion-ion, atau molekul-molekul.

Semua ikatan zat padat atau bahan padat yang lainnya disebabkan adanya gaya listrik dan tergantung pada jumlah elektron terluar pada struktur atom. Bahan padat

yang dimaksud adalah bahan padat seperti, isolator, semikonduktor ataupun superkonduktor. Untuk penyusun dari bahan padat terbagi menjadi dua bagian yaitu bahan padat Kristal dan bahan padat amorf. Bahan padat kristal merupakan suatu bahan padat dengan struktur partikelnya disusun secara keteraturan yang panjang dan berulang secara periodik, pada bahan jenis silikon, germanium, galium, arsenida, dan lain-lain. Sedangkan bahan padat amorf struktur partikelnya disusun dengan keteraturan yang pendek dan tidak berulang secara periodik, seperti silikon amorf.



Gambar 2.3 Struktur elemen feltier

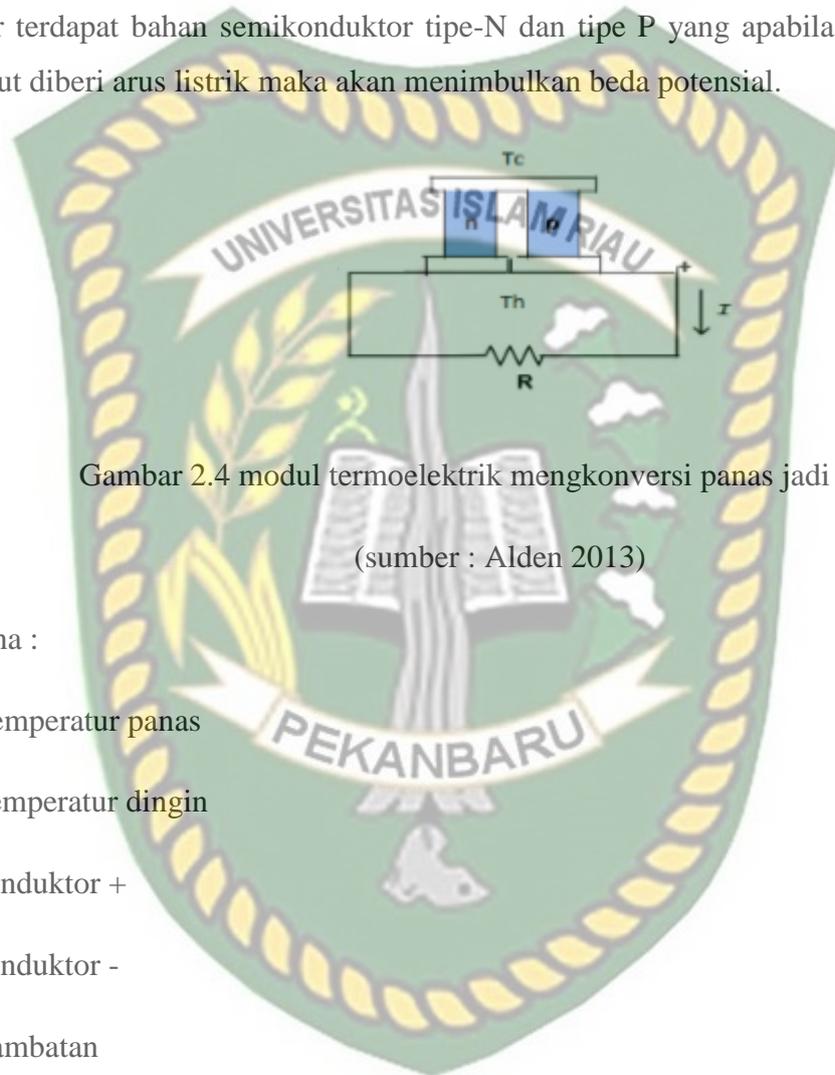
(sumber : Kristoforus 2013)

Semikonduktor dibagi menjadi dua jenis, yaitu semikonduktor intrinsik (murni) dan semikonduktor ekstrinsik (tidak murni). Semikonduktor intrinsik adalah semikonduktor murni dengan empat elektron valensi, seperti silikon dan germanium, yang keduanya terletak di kolom keempat tabel periodik. Silikon dan germanium dibentuk oleh tetrahedron, di mana setiap atom akan berbagi elektron valensi dengan atom tetangga.

Semikonduktor ekstrinsik adalah semikonduktor tidak murni dimana terjadi penambahan elektron. Proses penambahan itu Doping untuk mendapatkan elektron valensi bebas dalam jumlah lebih banyak dan permanen, yang diharapkan agar dapat menghantarkan arus listrik. Doping dua tipe yaitu tipe-N dan tipe-P, dimana semikonduktor tipe-N menghasilkan muatan negatif dan merupakan donor untuk

melepaskan elektron sedangkan semikonduktor tipe-P menghasilkan muatan positif.

Dalam penjelasan semikonduktor maka dapat disimpulkan bahwa didalam sel Peltier terdapat bahan semikonduktor tipe-N dan tipe P yang apabila kedua tipe tersebut diberi arus listrik maka akan menimbulkan beda potensial.



Gambar 2.4 modul termoelektrik mengkonversi panas jadi listrik.

(sumber : Alden 2013)

Dimana :

Th : temperatur panas

Tc : temperatur dingin

n : Konduktor +

p : Konduktor -

R : Hambatan

I : Arus listrik (ampere)

### 2.2.4 Efek Thomson

William Thomson mengantisipasi dan kemudian melihat efek Thomson pada tahun 1851. Dengan gradien suhu, ini mewakili pemanasan atau pendinginan konduktor pembawa arus. Ketika datang ke semikonduktor, Jika tidak ada energi yang diberikan (atau jika energinya kurang dari batas minimal), Dengan ikatan kovalen yang cukup, elektron akan disimpan pada pita valensi besar. Elektron akan diberi energi jika diberi energi yang cukup pita valensi diteruskan ke pita konduksi, yang kemudian akan membuat arus.

Ketika elektron tereksitasi ke pita konduksi dalam semikonduktor tipe-n, akan ada lubang sebagai akibat dari transfer elektron. Akibatnya, elektron berikutnya akan mengisi lubang tersebut, dan elektron yang telah pindah ke lubang satu akan menghasilkan lubang berikutnya. Akibatnya, akan diamati Pergerakan lubang berlawanan secara diametris dengan pergerakan elektron (arus).



Gambar 2.5 Pita Konduksi dan Pita Valensi Pada electron

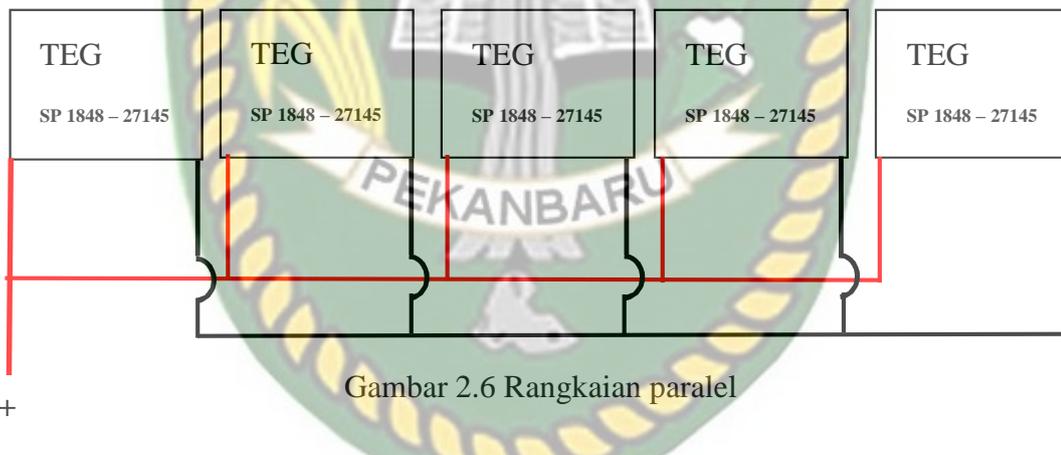
Sumber : Wahyudi, (2019)

### 2.3 Rangkaian termoelektrik generator

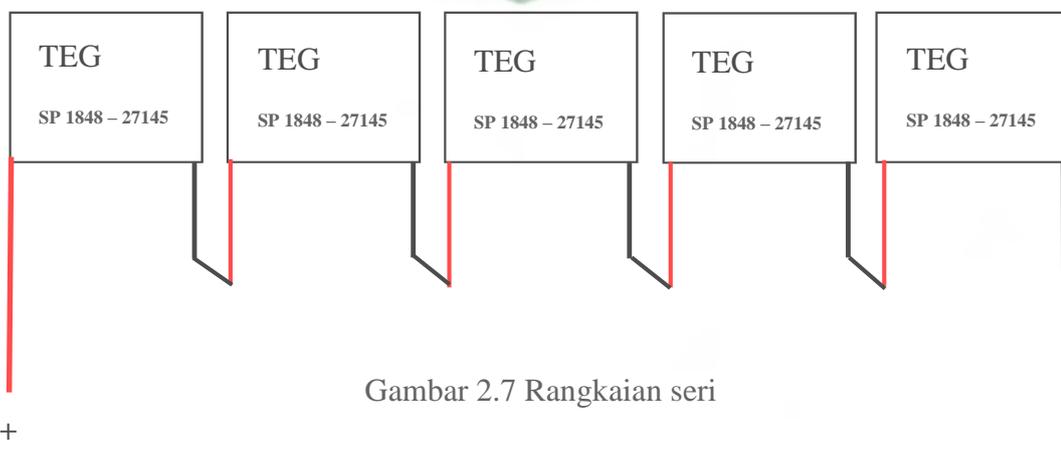
Pada penelitian ini modul termoelektrik generator disusun berurutan terhadap satu permukaan yang dipanaskan dan satu permukaan yang didinginkan seperti pada Gambar 2.5 dan menggunakan rangkaian seri dan paralel seperti pada gambar 2.6 dan gambar 2.7.



Gambar 2.5 Pemasangan modul TEG



Gambar 2.6 Rangkaian paralel



Gambar 2.7 Rangkaian seri

## 2.4 Jumlah termoelektrik generator

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Natasha Salsabila dkk 2019 menggunakan satu termoelektrik generator menghasilkan tegangan 2,37 volt dan arus 645,5 mA.

Dari hasil penelitian Kristoforus Agastya Munis 2013 menggunakan 4 (empat) modul termoelektrik seri 12706A, mampu menghasilkan tegangan listrik terbuka maksimum 12,06 volt dan daya rata-rata sebesar 2,08 watt pada perbedaan suhu  $88^{\circ}\text{C}$  dengan rangkaian termoelektrik seri.

Dapat disimpulkan bahwa jumlah termoelektrik generator berpengaruh pada arus listrik yang dihasilkan.

## 2.5 Pemanfaatan Energi Termoelektrik generator

### 2.5.1 Pemanfaatan energi panas pada exhaust mobil hybrid

Pada Gambar 2.8 menjelaskan bahwa panas yang dihasilkan karena pembakaran dimanfaatkan kembali untuk membangkitkan arus listrik dengan menggunakan termoelektrik generator.



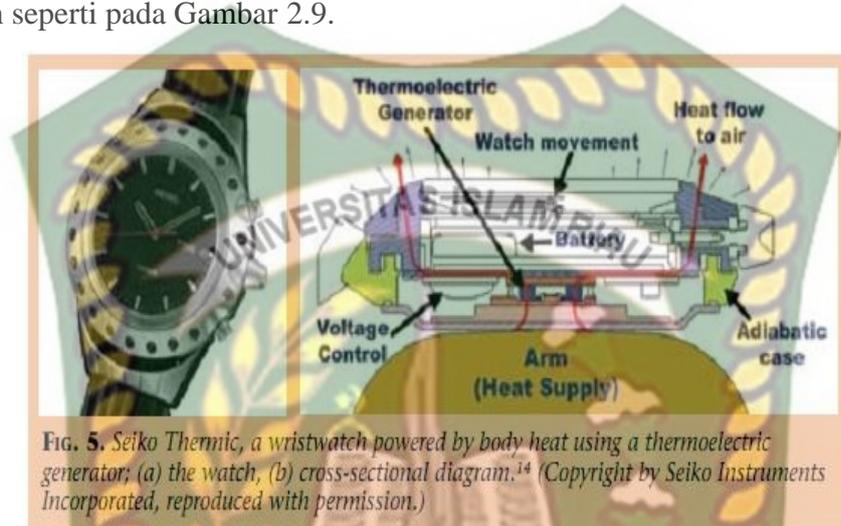
FIG. 2. Conceptual design of thermoelectric generator producing electricity from waste heat in the engine exhaust. Copyright BMW, reprinted by permission.

Gambar 2.8 Mobil hibrid dengan TEG

(Sumber : Kristoforus 2013)

### 2.5.2 Jam tangan thermal

Jam tangan termal memanfaatkan suhu panas dari tubuh manusia dan sekitarnya untuk membangkitkan listrik sehingga dapat menyuplai kebutuhan listrik pada jam tangan seperti pada Gambar 2.9.

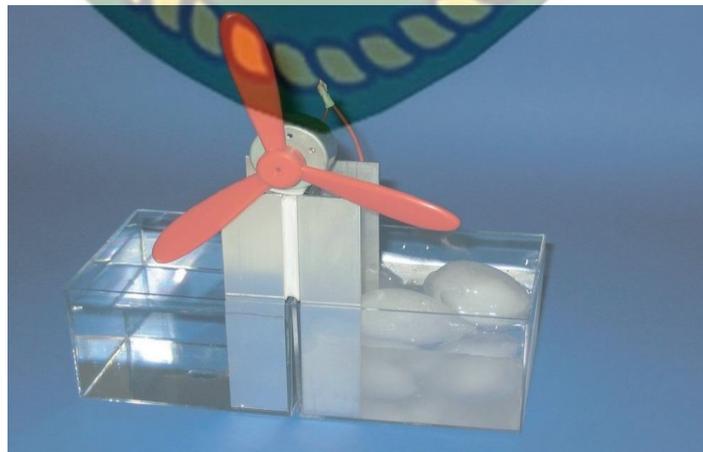


Gambar 2.9 Jam tangan thermal

(Sumber : Kristoforus 2013)

### 2.5.3 Kipas termoelektrik generator

Dengan memanfaatkan perbedaan temperatur dari air es dan air panas seperti Gambar 2.10. TEG dapat mengkonversi perbedaan temperatur tersebut untuk menggerakkan kipas melalui arus listrik yang dihasilkan dari TEG.



Gambar 2.10 Kipas termoelektrik generator

(Sumber : Kristoforus 2013)

#### 2.5.4 Menghidupkan senter menggunakan arus termoelektrik generator

Pada Gambar 2.11 TEG memanfaatkan panas dari api lilin untuk menghidupkan senter.

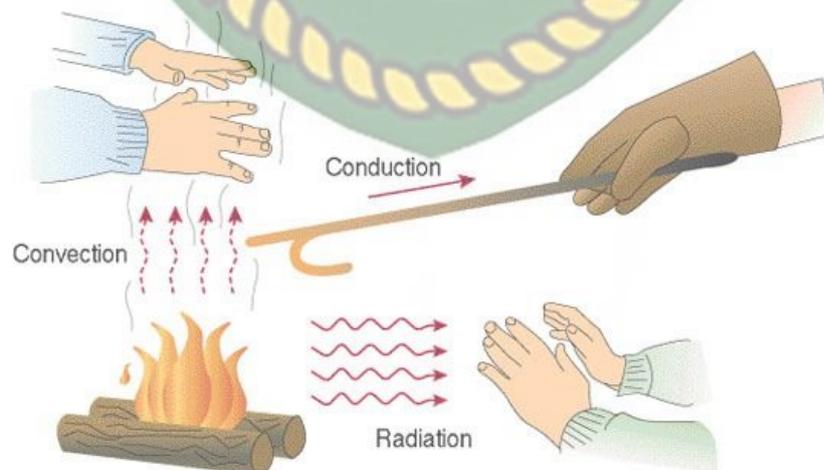


Gambar 2.11 Menghidupkan senter menggunakan termoelektrik

(Sumber : Kristoforus 2013)

#### 2.6 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah suatu jenis perpindahan energi, yaitu energi panas yang disebabkan oleh perbedaan suhu. Panas mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah, karena sifat selalu mencari titik keseimbangan. Perpindahan panas dapat terjadi pada zat padat, cair, dan gas. Perpindahan panas ada tiga macam yaitu : konduksi, konveksi dan radiasi terlihat pada Gambar 2.12. Syarat perpindahan panas dapat berlangsung jika terdapat perbedaan suhu.

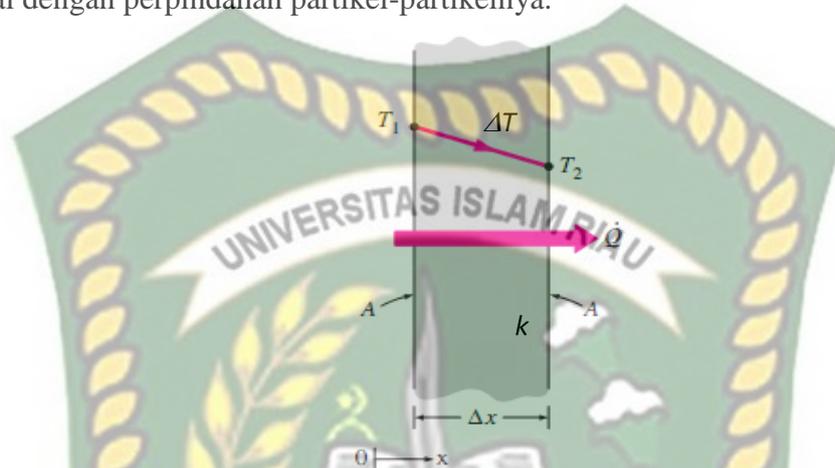


Gambar 2.12 Perpindahan panas

(Sumber : Kristoforus 2013)

### 2.6.1 Perpindahan panas konduksi

Konduksi adalah perpindahan panas melalui zat padat yang tidak ikut mengalami perpindahan. Artinya, perpindahan kalor pada suatu zat tersebut tidak disertai dengan perpindahan partikel-partikelnya.



Gambar 2.13 Perpindahan panas konduksi

(Sumber : Kristoforus 2013)

Besarnya laju perpindahan panas secara konduksi dapat dihitung menggunakan persamaan (2.1) :

$$Q = kA (dT/dx)$$

Dimana :

$Q$  = Laju perpindahan panas konduksi (W)

$K$  = Konduktivitas termal perpindahan panas konduksi, (W/m°C)

$A$  = Luas penampang tegak lurus aliran panas (m<sup>2</sup>)

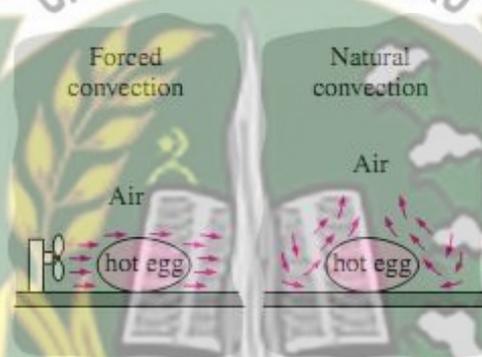
$dT$  = Perbedaan suhu (°C)

$dx$  = Panjang atau ketebalan bahan (m)

### 2.6.2 Perpindahan panas konveksi

Perpindahan panas secara konveksi terjadi pada fluida yang mengalir (cair dan gas) dan disertai dengan perpindahan media perpindahan panas. Perpindahan panas konveksi tidak dapat terjadi pada zat padat. Proses perpindahan panas konveksi ada 2 macam yaitu konveksi paksa dan konveksi bebas (konveksi alami) dapat dilihat pada Gambar 2.14.

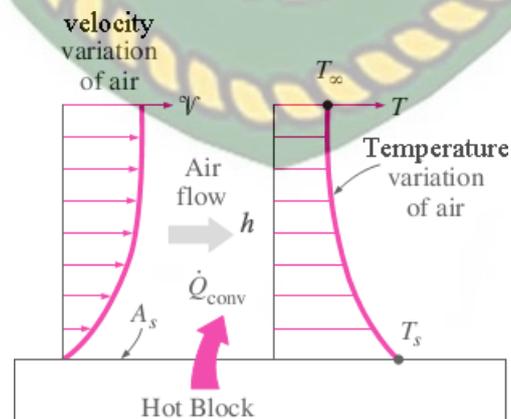
Konveksi paksa terjadi jika aliran fluida yang mengalir disebabkan adanya alat bantu yang memaksa fluida mengalir, sedangkan konveksi bebas atau konveksi alami, tidak ada peralatan bantu yang dipergunakan untuk memaksa mengalir fluida. Aliran fluida pada konveksi bebas terjadi karena adanya perbedaan kerapatan. Perbedaan kerapatan massa disebabkan karena perbedaan suhu. Untuk massa fluida yang sudah tertentu jumlahnya, semakin tinggi suhunya, semakin rendah massa jenisnya. Pada konveksi apa bila semakin cepat fluida (cair atau gas) maka akan semakin cepat pula laju aliran perpindahan panas yang terjadi.



Gambar 2.14 Perpindahan panas konveksi

(Sumber : Kristoforus 2013)

Persamaan (2.2) yang digunakan untuk menghitung besarnya perpindahan panas konveksi didapat dari Gambar 2.15:



Gambar 2.15 Skema laju perpindahan panas konveksi

(Sumber : Kristoforus 2013)

$$q = h A (T_s - T_\infty)$$

Dimana :

$q$  = Laju aliran panas konveksi (W)

$h$  = Koefisien perpindahan panas konveksi ( $W/m^2c$ )

$A$  = Luas permukaan yang bersentuhan dengan fluida (m)

$T_s$  = Temperatur permukaan ( $^{\circ}c$ )

$T_{\infty}$  = Temperatur fluida

### 2.6.3 Perpindahan panas radiasi

Aliran keluar (debit) energi secara konstan dari lapisan luar, semua hal dipertimbangkan, energi ini disebut energi brilian dan sebagai gelombang elektromagnetik. Gelombang ini merambat secepat cahaya dan dapat melalui ruang hampa seperti halnya melalui udara. Energi radian yang dihasilkan oleh permukaan, per satuan waktu dan per satuan wilayah, bergantung pada gagasan permukaan dan suhu. Pada suhu rendah berapa banyak radiasi dan frekuensinya cukup lama. Sementara itu, dengan asumsi suhu membangun berapa banyak radiasi akan meningkat dengan cepat dan sesuai dengan suhu langsung ke pangkat keempat.

Fisikawan dari Austria pada tahun 1884, J. Stefan dan L. Boltzmann menyatakan bahwa artikel apa pun di atas suhu nol langsung mentransmisikan energi pada tingkat yang sesuai dengan gaya keempat suhu langsung. Meskipun kecepatan pelepasan tidak tergantung pada kondisi sekitarnya, pertukaran bersih panas yang cemerlang mengharuskan ada perbedaan suhu permukaan antara dua item antara perdagangan panas yang terjadi.

$$Q_r = \sigma A (T_1 - T_2)^4$$

Keterangan :

$Q_r$  = Laju perpindahan panas secara radiasi (joule/sekon)

$\sigma$  = Konstanta stefan boltzman ( $5,67 \times 10^{-8}$ ) w  $m^2 K^4$

$A$  = Luas permukaan ( $m^2$ )

$T_1 - T_2$  = Perubahan suhu dari suhu 1 dan suhu 2 (K)

## 2.7 Spesifikasi teknis kipas angin

Kipas angin adalah suatu alat yang menghasilkan angin yang bertujuan untuk menyegarkan udara. Kipas angin juga dapat digunakan sebagai exhaust fan, alat pengering dan penyuplai udara paksa. Dalam kerjanya kipas angin memiliki beberapa spesifikasi teknis yaitu arus listrik, tegangan, daya listrik dan putaran kipas angin.

### 2.7.1 Arus listrik

Arus listrik merupakan banyaknya muatan listrik yang mengalir tiap satuan waktu. Muatan listrik bisa mengalir melalui kabel atau penghantar listrik lainnya. Arus listrik dapat terjadi karena adanya aliran elektron dimana tiap electron mempunyai muatan yang besarnya sama. Jika kita mempunyai benda bermuatan negatif berarti benda tersebut mempunyai kelebihan elektron dan sebaliknya jika kita memiliki benda bermuatan positif berarti benda tersebut kekurangan elektron. Derajat termuatinya benda tersebut diukur dengan jumlah kelebihan elektron yang ada. Muatan sebuah elektron sering dinyatakan dengan simbol  $q$  atau  $e$ , dinyatakan dengan satuan coulomb.

Arus listrik dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

1. Arus searah (*Direct Current / DC*), yaitu arus yang mempunyai nilai tetap atau konstan terhadap satuan waktu.
2. Arus bolak-balik (*Alternating Current / AC*), yaitu arus yang mempunyai nilai berubah terhadap satuan waktu dengan karakteristik akan selalu berulang untuk periode waktu tertentu.

Simbol arus adalah  $I$ , sedangkan satuannya arus adalah Ampere.

Persamaan 2.3 digunakan untuk menghitung arus listrik.

$$I = Q/t$$

Dimana :

$I$  = Arus listrik dalam satuan ampere

$Q$  = Muatan listrik dalam coulomb

$t$  = Waktu per detik

### 2.7.2 Tegangan

Tegangan adalah perbedaan potensial antara dua titik dalam suatu rangkaian, dinyatakan dalam volt. Besaran ini mengukur energi potensial medan listrik, yang menyebabkan arus mengalir dalam konduktor listrik. Tergantung pada potensinya, tegangan catu daya dapat dikatakan sangat rendah, rendah, tinggi, atau sangat tinggi.

Persamaan 2.4 digunakan untuk menghitung tegangan

$$V = I R$$

Dimana :

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)

$R$  = Resistansi ( $\Omega$ )

### 2.7.3 Daya listrik

Untuk mengetahui unjuk kerja sistem pengkonversi energi adalah dengan membandingkan energi output yang dihasilkan oleh sistem dengan energi input yang diberikan ke dalam sistem. Untuk generator listrik, unjuk kerjanya ditunjukkan dari perbandingan energi listrik yang dihasilkan dengan energi panas yang diberikan.

Persamaan (2.5) digunakan untuk menghitung daya listrik

$$P = V I$$

Dimana :

$P$  = Daya (Watt)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)

### 2.7.4 Putaran kipas angin

Putaran kipas angin adalah suatu bentuk kerja yang tergantung pada daya listrik, jika daya listrik lemah maka putaran tidak akan maksimal atau menjadi lambat. Putaran dapat diukur menggunakan Tachometer.

## 2.8 Heatsink

Fungsi heatsink adalah untuk membantu proses pendinginan agar lebih cepat. Jika heatsink dipasang disisi dingin dari elemen pendingin maka akan dapat membantu memperbesar perbedaan suhu dengan sisi yang dipanaskan, sehingga listrik yang dihasilkan lebih besar. Semakin kecil suhu pada sisi dingin dimungkinkan perbedaan suhu yang dicapai lebih besar sehingga daya yang dicapai akan lebih besar.

## 2.9 Pemanggang ikan

Pemanggang ikan adalah alat yang dapat membantu dalam proses pemasakan ikan. Pemanggang ikan mempunyai ukuran yang berbeda-beda tergantung pada kebutuhan, dalam proses pemanggang ikan biasanya menggunakan kipas angin untuk mempercepat masaknya ikan.



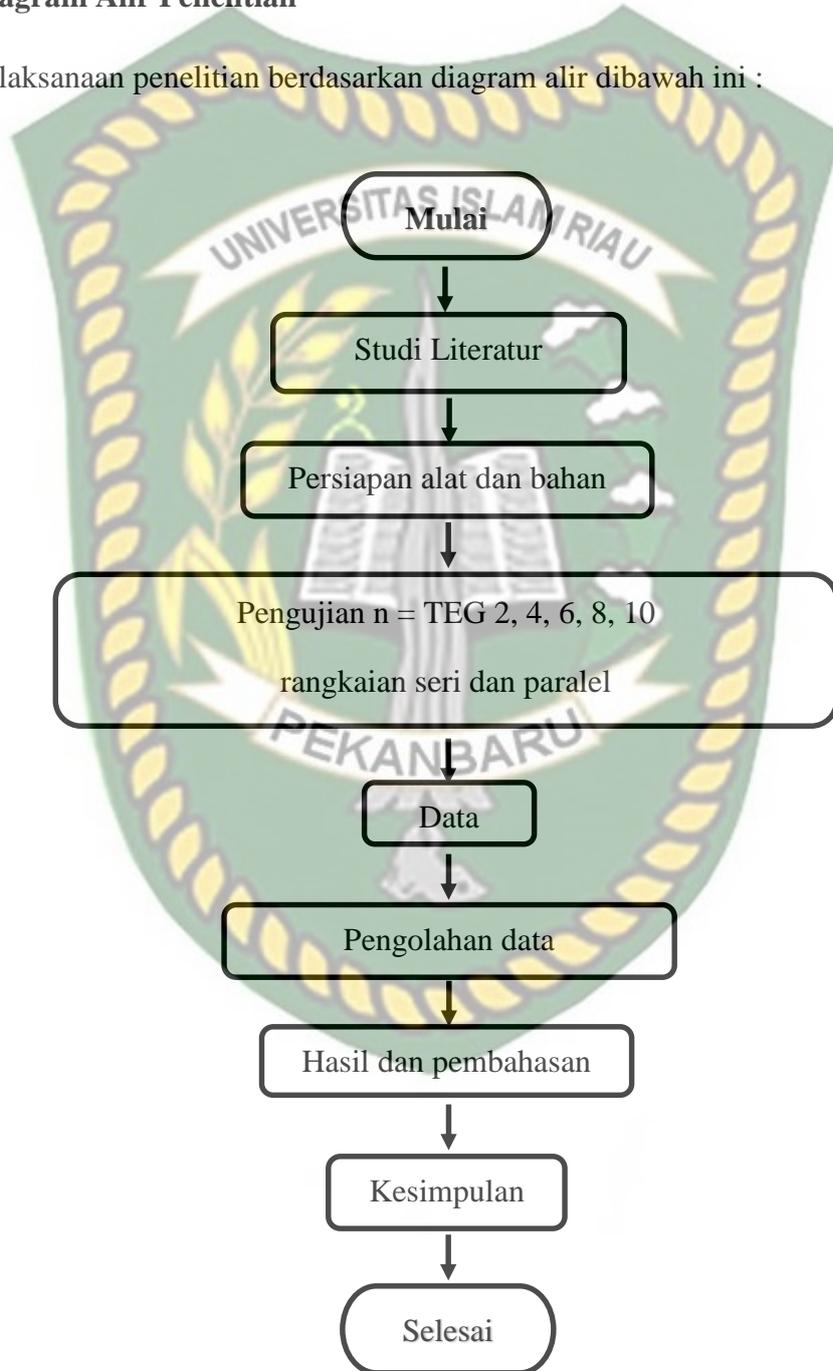
Gambar 2.16 Pemanggang Ikan

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan penelitian berdasarkan diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 21 Oktober 2021 sampai dengan tanggal 23 Oktober 2021 dan dilakukan di *Workshop*, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau ( UIR ) yang beralamat di Jl.Kaharuddin Nasution No.133, Marpoyan, Pekanbaru.



Gambar 3.2 Workshop Teknik Mesin

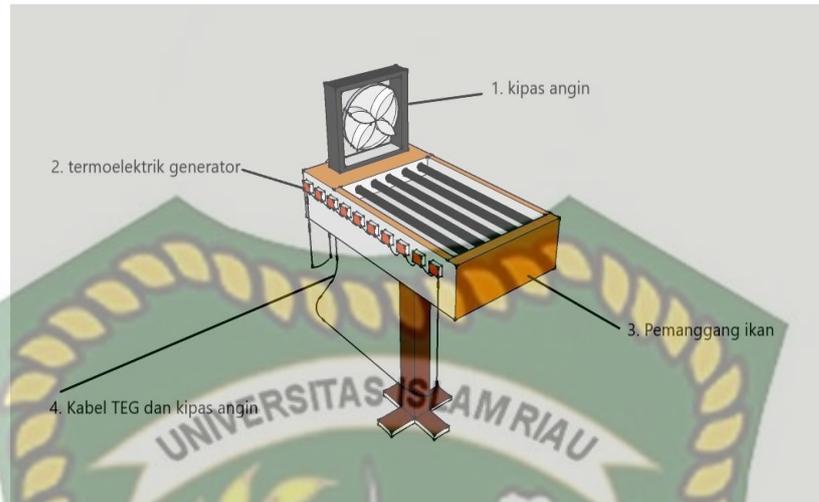
### 3.3 Alat Dan Bahan

Sebelum melakukan pengujian harus menyediakan alat dan bahan agar penelitian berjalan dengan lancar dan mendapatkan hasil yang bagus.

#### 3.3.1 Alat Pengujian

##### 1. Pemanggang Ikan

Pemanggang ikan digunakan untuk memanggang ikan dan tempat termoelektrik generator.

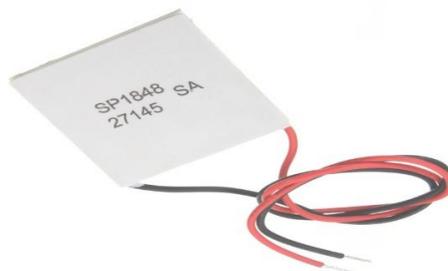


Gambar 3.3 Sketsa Pemanggang Ikan

Keterangan :

1. Kipas Angin
  2. Termoelektrik Generator
  3. Pemanggang Ikan
  4. Kabel TEG dan kipas angin
2. Modul Termoelektrik Generator

Termoelektrik generator adalah alat yang dapat mengkonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung menggunakan efek seebeck. Energi listrik yang dihasilkan termoelektrik generator digunakan untuk menggerakkan kipas angin.



Spesifikasi :

- TEG SP 184827145 SA
- Dimensi 4 x 4 cm
- Daya 91,2W 1-6A DC 9-15.2V

Gambar 3.4 Modul Termoelektrik Generator

(Sumber : Belajaronline.net 2020)

### 3. Kipas Angin DC

Kipas angin ini berfungsi untuk membantu menyuplai udara paksa pada pemanggang ikan agar lebih cepat masak.



Spesifikasi :

- Fan DC 12V
- Ukuran : 12 x 12 x 2,5 cm
- Power : 12V 0,20A

Gambar 3.5 Kipas Angin DC

(Sumber : Shopee.co.id)

### 4. Tachometer

Alat ini digunakan untuk mengukur kecepatan putaran kipas angin (rpm).



Spesifikasi :

- Resolution : 0,1 rpm (<1000 rpm), 1 rpm (>1000 rpm)
- Display : LCD,size 60 x 30 mm
- Size : 215 x 75 x 38 mm

Gambar 3.6 Tachometer

(Sumber : Laboratorium UIR)

#### 5. Multimeter Digital

Multimeter berfungsi untuk mengukur arus dan tegangan dari Termoelektrik Generator.



Spesifikasi :

- DC Volt : 600 Volt
- AC Volt : 600 Volt
- DC Ampere : 400mA
- AC Ampere : 400 mA

Gambar 3.7 Multimeter Digital

(Sumber : Laboratorium UIR)

#### 6. Heatsink

Fungsi heatsink adalah untuk membantu proses pendinginan agar lebih cepat. Semakin kecil suhu pada sisi dingin dimungkinkan perbedaan suhu yang dicapai lebih besar sehingga daya yang dicapai akan lebih besar.



Spesifikasi :

- Heatsink Aluminium 30 x 10 cm

Gambar 3.8 Heatsink

(Sumber : Shopee.co.id)

### 3.3.2 Bahan Yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila dan arang sebagai bahan bakar.

#### 1. Ikan Nila

Pada penelitian ini ikan nila digunakan sebagai bahan yang akan dipanggang.



Gambar 3.9 Ikan Nila

#### 2. Arang

Pada penelitian ini arang digunakan sebagai bahan bakar untuk pemanggang ikan.



Gambar 3.10 Arang

### 3.4 Persiapan Pengujian

Sebelum melakukan pengujian perlu persiapan agar data yang didapatkan dari hasil pengujian benar-benar kongkrit.

Persiapan yang dilakukan adalah :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan serta peralatan pendukung dalam pengujian.
2. Memeriksa peralatan dalam kondisi berfungsi dengan baik, agar pada saat pengujian mendapatkan hasil yang bagus dan tanpa kendala.

### 3.5 Prosedur Pengujian

Proses pengujian analisa variasi jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap spesifikasi teknis kipas angin pemanggang ikan.

Langkah-langkah dalam pengujian ini dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Merakit modul termoelektrik generator lalu di tempelkan disisi panas pemanggang ikan.
2. Menghidupkan api pemanggang ikan sebagai sumber panas.
3. Melakukan pengujian dengan variasi jumlah termoelektrik generator
4. Melakukan pengujian dengan variasi rangkaian seri dan paralel
5. Pengambilan data
6. Melakukan pencatatan hasil pengukuran arus, tegangan dan putaran.
7. Melakukan pengolahan data yang diambil untuk kesimpulan.

### 3.6 Hasil Dan Pembahasan

Data-data yang lebih akan mendapatkan hasil, kemudian hasil tersebut menjadi pembahasan untuk kesimpulan dari analisa variasi jumlah termoelektrik generator

dengan rangkaian seri dan paralel terhadap spesifikasi teknis kipas angin pemanggang ikan.

### 3.7 Kesimpulan

Setelah didapatkan hasil dan dilakukan pembahasan, maka akan mendapatkan kesimpulan dari analisa variasi jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap spesifikasi teknis kipas angin pemanggang ikan ini. Kesimpulan inilah yang kemudian akan dicocokkan dengan tujuan penelitian.

### 3.8 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian tentang analisa variasi jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap spesifikasi teknis kipas angin pemanggang ikan ini dapat berjalan sesuai dengan waktu yang ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti yang terlihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Jenis kegiatan	Bulan															
	Bulan juli				Bulan agustus				Bulan september				Bulan oktober			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pembuatan Proposal	■	■	■	■	■	■	■	■								
Studi Literatur				■	■	■	■	■								
Persiapan alat dan bahan							■	■	■	■	■	■				
Pengujian dan pengumpulan Data													■	■	■	■

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengaruh jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap arus kipas angin pemanggang ikan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel memiliki pengaruh terhadap arus kipas angin pemanggang ikan. Pada penelitian ini rangkaian seri menghasilkan arus paling besar daripada rangkaian paralel. Pengujian hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

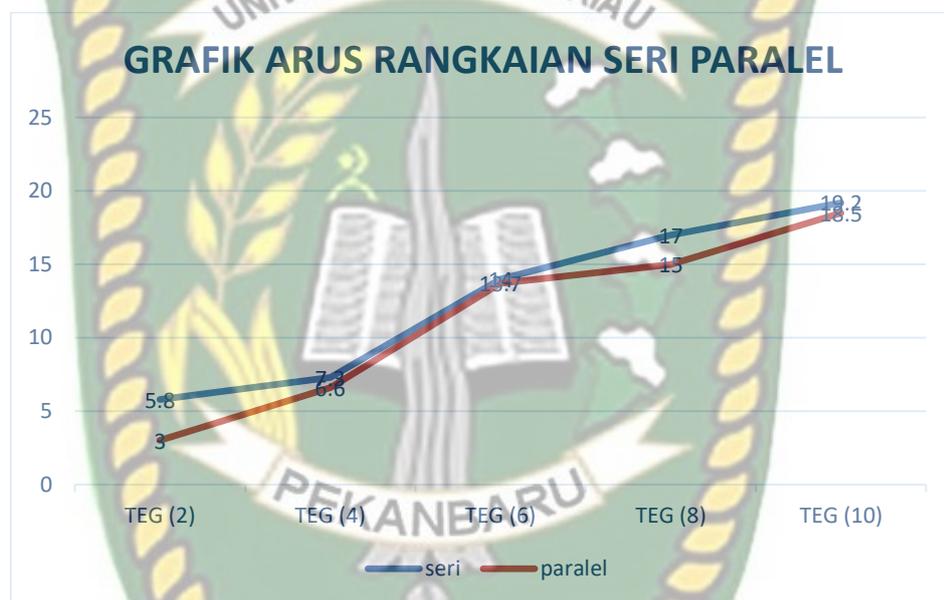
Tabel 4.1 Pengaruh jumlah TEG dengan rangkaian seri dan paralel terhadap arus kipas angin pemanggang ikan.

Jumlah TEG	Rangkaian	Arus (Ampere)
2	Seri	5,8
	Paralel	3
4	Seri	7,3
	Paralel	6,6
6	Seri	14
	Paralel	13,7
8	Seri	17
	Paralel	15
10	Seri	19,2
	Paralel	18,5

Dari tabel diatas menjelaskan bahwa untuk jumlah 2 termoelektrik generator menghasilkan arus sebesar 5,8 A dengan rangkaian seri dan 3 A dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 4 termoelektrik generator arus yang dihasilkan meningkat sebesar 7,3 A dengan rangkaian seri dan 6,6 A dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 6 termoelektrik generator arus yang dihasilkan sebesar 14 A dengan

rangkaian seri dan 13,7 dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 8 termoelektrik generator arus yang dihasilkan sebesar 17 A dengan rangkaian seri dan 15 A dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 10 termoelektrik generator menghasilkan arus paling besar yaitu 19,2 A dengan rangkaian seri dan 18,5 A dengan rangkaian paralel.

Jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel berpengaruh pada arus yang dihasilkan, dapat dilihat dalam bentuk grafik 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 Grafik pengaruh jumlah TEG terhadap arus

Dari gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah TEG maka arus yang dihasilkan semakin besar. Hal tersebut terjadi karena setiap termoelektrik generator dapat menghasilkan arus sebesar 1,5-2A. Sehingga semakin banyak jumlah termoelektrik generator yang digunakan maka arus yang dihasilkan semakin besar.

Pada gambar juga menunjukkan rangkaian seri menghasilkan arus lebih besar daripada rangkaian paralel. Hal tersebut terjadi karena komponen dalam rangkaian seri disusun dalam satu jalur dari satu ujung ke ujung lainnya, namun beberapa komponen dalam rangkaian paralel disusun dalam beberapa jalur dikedua

ujungnya. Dalam rangkaian seri setiap komponen dilalui yang arus sama sedangkan dalam rangkaian paralel setiap komponen dilalui arus yang berbeda.

#### 4.2 Pengaruh jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap tegangan kipas angin pemanggang ikan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel memiliki pengaruh terhadap tegangan kipas angin pemanggang ikan. Pada penelitian ini rangkaian seri menghasilkan tegangan paling besar daripada rangkaian paralel. Pengujian hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

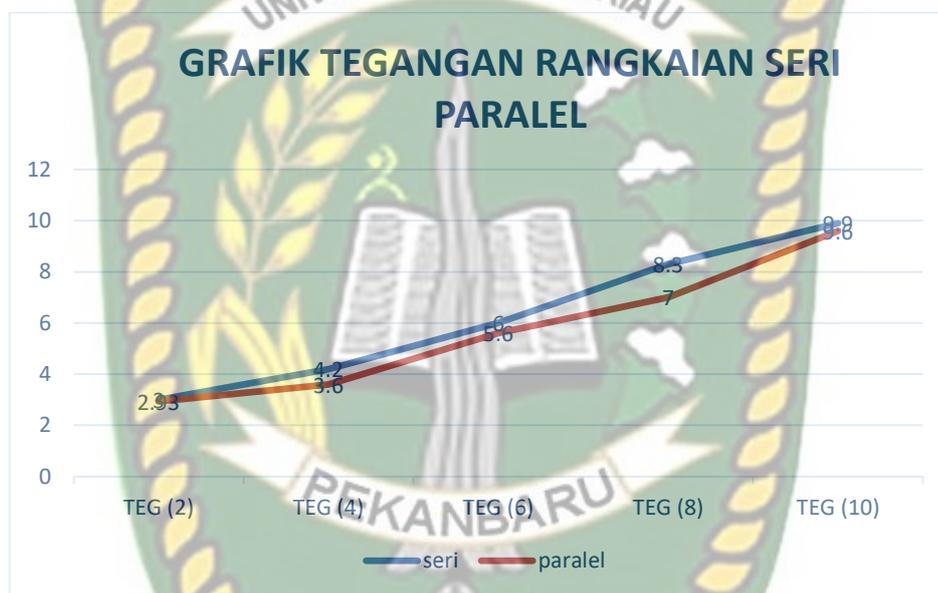
Tabel 4.2 Pengaruh jumlah TEG dengan rangkaian seri dan paralel terhadap tegangan kipas angin pemanggang ikan.

Jumlah TEG	Rangkaian	Tegangan (Volt)
2	Seri	3
	Paralel	2,93
4	Seri	4,2
	Paralel	3,6
6	Seri	6
	Paralel	5,6
8	Seri	8,3
	Paralel	7
10	Seri	9,9
	Paralel	9,6

Dari tabel diatas menjelaskan bahwa untuk jumlah 2 termoelektrik generator menghasilkan tegangan sebesar 5,8 A dengan rangkaian seri dan 3 A dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 4 termoelektrik generator tegangan yang dihasilkan meningkat sebesar 7,3 A dengan rangkaian seri dan 6,6 A dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 6 termoelektrik generator tegangan yang

dihasilkan sebesar 14 A dengan rangkaian seri dan 13,7 dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 8 termoelektrik generator tegangan yang dihasilkan sebesar 17 A dengan rangkaian seri dan 15 A dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 10 termoelektrik generator menghasilkan tegangan paling besar yaitu 19,2 A dengan rangkaian seri dan 18,5 A dengan rangkaian paralel.

Jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel berpengaruh pada tegangan yang dihasilkan, dapat dilihat dalam bentuk grafik 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Grafik pengaruh jumlah TEG terhadap tegangan

Dari gambar 4.2 diatas menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah TEG maka tegangan yang dihasilkan semakin besar. Hal tersebut terjadi karena setiap termoelektrik generator dapat menghasilkan tegangan sebesar 1,5-2V. Sehingga semakin banyak jumlah termoelektrik generator yang digunakan maka tegangan yang dihasilkan semakin besar.

Pada gambar juga menunjukkan rangkaian seri menghasilkan tegangan lebih besar daripada rangkaian paralel. Hal tersebut terjadi karena komponen dalam rangkaian seri disusun dalam satu jalur dari satu ujung ke ujung lainnya, namun beberapa komponen dalam rangkaian paralel disusun dalam beberapa jalur dikedua ujungnya. Dalam rangkaian seri setiap komponen dilalui yang tegangan sama

sedangkan dalam rangkaian paralel setiap komponen dilalui tegangan yang berbeda.

#### 4.3 Pengaruh jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap putaran kipas angin pemanggang ikan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel memiliki pengaruh terhadap putaran kipas angin pemanggang ikan. Pada penelitian ini rangkaian seri menghasilkan putaran paling cepat daripada rangkaian paralel. Pengujian hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

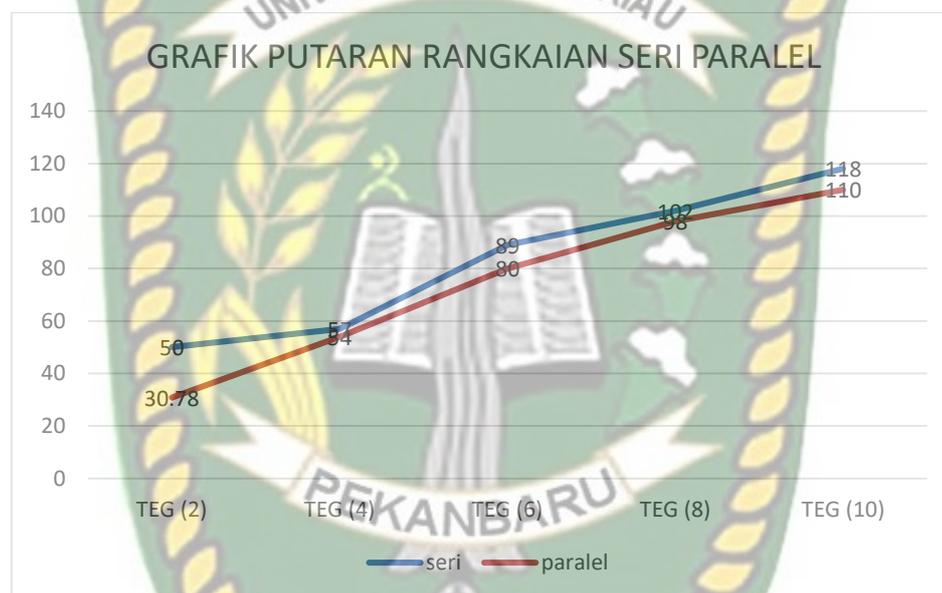
Tabel 4.3 Pengaruh jumlah TEG dengan rangkaian seri dan paralel terhadap putaran kipas angin pemanggang ikan.

Jumlah TEG	Rangkaian	Putaran (Rpm)
2	Seri	50
	Paralel	30,78
4	Seri	57
	Paralel	54
6	Seri	89
	Paralel	80
8	Seri	102
	Paralel	98
10	Seri	118
	Paralel	110

Dari tabel diatas menjelaskan bahwa untuk jumlah 2 termoelektrik generator menghasilkan putaran sebesar 50 rpm dengan rangkaian seri dan 30,78 rpm dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 4 termoelektrik generator putaran yang dihasilkan meningkat sebesar 57 rpm dengan rangkaian seri dan 54 rpm dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 6 termoelektrik generator putaran yang dihasilkan sebesar 89

rpm dengan rangkaian seri dan 80 rpm dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 8 termoelektrik generator putaran yang dihasilkan sebesar 102 rpm dengan rangkaian seri dan 98 rpm dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 10 termoelektrik generator menghasilkan putaran paling cepat yaitu 118 rpm dengan rangkaian seri dan 110 rpm dengan rangkaian paralel.

Jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel berpengaruh pada putaran yang dihasilkan, dapat dilihat dalam bentuk grafik 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Grafik pengaruh jumlah TEG terhadap tegangan

Dari gambar 4.3 diatas menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah TEG maka putaran yang dihasilkan semakin cepat. Hal tersebut terjadi karena setiap termoelektrik generator dapat menghasilkan arus dan tegangan sebesar 1,5-2V. Sehingga semakin banyak jumlah termoelektrik generator yang digunakan maka putaran yang dihasilkan semakin cepat.

Pada gambar juga menunjukkan rangkaian seri menghasilkan putaran lebih cepat daripada rangkaian paralel. Hal tersebut terjadi karena komponen dalam rangkaian seri disusun dalam satu jalur dari satu ujung ke ujung lainnya, namun beberapa komponen dalam rangkaian paralel disusun dalam beberapa jalur dikedua

ujungnya. Dalam rangkaian seri setiap komponen dilalui yang arus dan tegangan sama sedangkan dalam rangkaian paralel setiap komponen dilalui arus dan tegangan yang berbeda.

#### **4.4 Pengaruh jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel terhadap daya kipas angin pemanggang ikan.**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel memiliki pengaruh terhadap daya kipas angin pemanggang ikan. Pada penelitian ini rangkaian seri menghasilkan daya paling besar daripada rangkaian paralel. Pengujian hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

- Rumus mencari daya :  
 $P = V.I$   
 Dimana :  
 $P = \text{daya (Watt)}$   
 $V = \text{tegangan (Volt)}$   
 $I = \text{arus (Ampere)}$
- Daya menggunakan 2 TEG dengan rangkaian seri dan paralel  
 $P = V.I$   
 $P = 3V \times 5,8A$   
 $P = 17,4 \text{ Watt (Seri)}$   
 $P = V.I$   
 $P = 2,93V \times 3A$   
 $P = 8,79 \text{ Watt (Paralel)}$
- Daya menggunakan 4 TEG dengan rangkaian seri dan paralel  
 $P = V.I$   
 $P = 4,2V \times 7,3A$   
 $P = 30,66 \text{ Watt (Seri)}$   
 $P = V.I$   
 $P = 3,6V \times 6,6A$

$$P = 23,76 \text{ Watt (Paralel)}$$

- Daya menggunakan 6 TEG dengan rangkaian seri dan paralel

$$P = V.I$$

$$P = 6V \times 14A$$

$$P = 84 \text{ Watt (Seri)}$$

$$P = V.I$$

$$P = 5,6V \times 13,7A$$

$$P = 76,72 \text{ Watt (Paralel)}$$

- Daya menggunakan 8 TEG dengan rangkaian seri dan paralel

$$P = V.I$$

$$P = 8,3V \times 17A$$

$$P = 141,1 \text{ Watt (Seri)}$$

$$P = V.I$$

$$P = 7V \times 15A$$

$$P = 105 \text{ Watt (Paralel)}$$

- Daya menggunakan 10 TEG dengan rangkaian seri dan paralel

$$P = V.I$$

$$P = 9,9V \times 19,2A$$

$$P = 190 \text{ Watt (Seri)}$$

$$P = V.I$$

$$P = 9,6V \times 18,5A$$

$$P = 117,6 \text{ Watt (Paralel)}$$

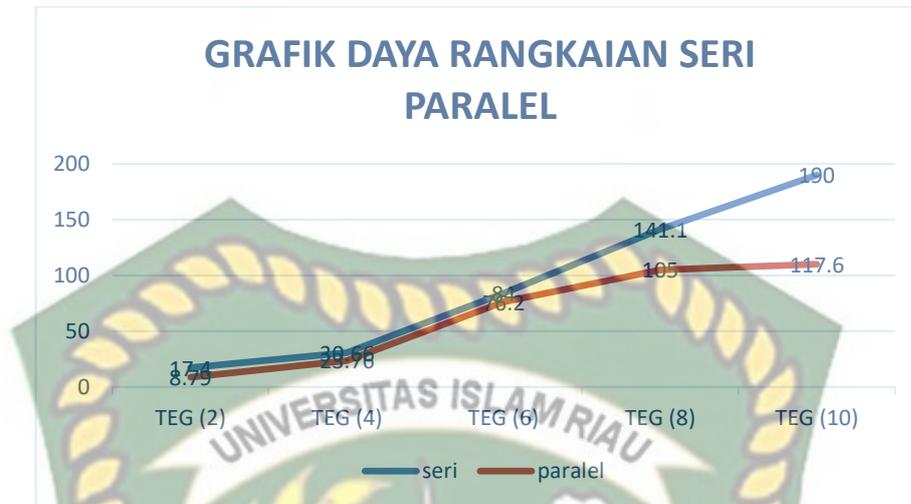


Tabel 4.4 Pengaruh jumlah TEG dengan rangkaian seri dan paralel terhadap daya kipas angin pemanggang ikan.

Jumlah TEG	Rangkaian	Daya (W)
2	Seri	17,4
	Paralel	8,79
4	Seri	30,66
	Paralel	23,76
6	Seri	84
	Paralel	76,72
8	Seri	141,1
	Paralel	105
10	Seri	190
	Paralel	117,6

Dari tabel diatas menjelaskan bahwa untuk jumlah 2 termoelektrik generator menghasilkan daya sebesar 17,4 W dengan rangkaian seri dan 8,79 W dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 4 termoelektrik generator daya yang dihasilkan meningkat sebesar 30,66 W dengan rangkaian seri dan 23,76 W dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 6 termoelektrik generator daya yang dihasilkan sebesar 84 W dengan rangkaian seri dan 76,72 W dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 8 termoelektrik generator daya yang dihasilkan sebesar 141,1 W dengan rangkaian seri dan 105 W dengan rangkaian paralel. Untuk jumlah 10 termoelektrik generator menghasilkan daya paling besar yaitu 190 W dengan rangkaian seri dan 117,6 W dengan rangkaian paralel.

Jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel berpengaruh pada daya yang dihasilkan, dapat dilihat dalam bentuk grafik 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4 Grafik pengaruh jumlah TEG terhadap daya

Dari gambar 4.4 diatas menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah TEG maka daya yang dihasilkan semakin besar. Hal tersebut terjadi karena setiap termoelektrik generator dapat menghasilkan arus dan tegangan sebesar 1,5-2V. Sehingga semakin banyak jumlah termoelektrik generator yang digunakan maka daya yang dihasilkan semakin besar.

Pada gambar juga menunjukkan rangkaian seri menghasilkan daya lebih besar daripada rangkaian paralel. Hal tersebut terjadi karena komponen dalam rangkaian seri disusun dalam satu jalur dari satu ujung ke ujung lainnya, namun beberapa komponen dalam rangkaian paralel disusun dalam beberapa jalur dikedua ujungnya. Dalam rangkaian seri setiap komponen dilalui yang arus dan tegangan sama sedangkan dalam rangkaian paralel setiap komponen dilalui arus dan tegangan yang berbeda.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu sebagai berikut :

1. Jumlah termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel memiliki pengaruh terhadap spesifikasi teknis kipas angin pemanggang ikan. Pada penelitian ini rangkaian seri menghasilkan arus, tegangan, putaran dan daya yang lebih besar daripada rangkaian paralel. Setiap termoelektrik generator dapat menghasilkan arus sebesar 1,5-2A dan tegangan sebesar 1,5-2V maka semakin banyak jumlah termoelektrik generator yang digunakan maka arus, tegangan, putaran dan daya yang dihasilkan akan semakin besar.
2. Spesifikasi teknis kipas angin yang paling baik yaitu menggunakan 10 termoelektrik generator dengan rangkaian seri dan paralel. Untuk jumlah 10 termoelektrik generator dengan rangkaian seri menghasilkan arus sebesar 19,2A, tegangan sebesar 9,9V, putaran sebesar 118 rpm, dan daya sebesar 190W. Untuk jumlah 10 termoelektrik generator dengan rangkaian paralel menghasilkan arus sebesar 18,5A, tegangan sebesar 9,6V, putaran sebesar 110 rpm dan daya sebesar 117,6W.

#### 5. 2 Saran

Dari penelitian dan pengambilan data yang telah dilakukan maka penulis mempunyai beberapa saran bagi penelitian selanjutnya :

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan mencari sumber energi panas lain yang terbuang sia-sia untuk diubah menjadi energi listrik.
2. Untuk Penelitian selanjutnya dapat menambahkan air es sebagai media pendingin agar arus yang dihasilkan semakin besar.
3. Untuk penelitian selanjutnya sebelum melakukan pengujian diharapkan

mengisolasi kabel termoelektrik generator agar tidak terbakar.

4. Untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan termal pasta supaya suhu panas pada termoelektrik generator merata.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## DAFTAR PUSTAKA

- Alden, Tulak (2013). *TEG dengan 7 termoelektrik rangkaian seri untuk charger handphone* (Universitas Sanata Darma, Yogyakarta).
- Adhitya, M., Artono, Koestoer Raldi., Putra, Nandy., Roekettino, Ardian., & Trianto, Bayu. (2009). *Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik untuk Kendaraan Hibrid*. MAKARA, TEKNOLOGI, VOL. 13, NO. 2: 53-58
- Adriyani, Rusli & Rahmania Djabbar (2018) *Konversi energi panas menjadi energi listrik dengan menggunakan termoelektrik generator* (Universitas Unismuh Makassar).
- Ilham, F. (2021). *ANALISA PEMANFAATAN TERMOELEKTRIK SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Kalimantan MAB).
- Kristoforus, Agastya. Munis (2013). *Karakteristik generator termoelektrik* (Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta).
- Novri, N. P. (2019). *Kajian Pemanfaatan Energi Panas Buang Tungku Pembakaran Bakso Bakar sebagai Sumber Energi Listrik Menggunakan Termoelektrik Generator* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Roekettino, 2008, *Thermoelectric Generator Menggunakan Dua Belas modul Thermoelectric Untuk Aplikasi Kendaraan Hibrid*, skripsi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Sumarjo, J., Santosa, A., & Permana, M. I. (2017). *Pemanfaatan sumber panas pada kompor menggunakan 10 termoelektrik generator dirangkai secara seri untuk aplikasi lampu penerangan*. SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 11(2), 123-128.
- Wahyudi (2019). *Pemanfaatan air panas sebagai sumber energi listrik menggunakan termoelektrik*. (Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan).