

**EFISIENSI *THERMOELECTRIC GENERATOR* PADA SISTEM
PENDINGIN *SOLAR STILL***

SKRIPSI



Oleh:

Danang Arif Nugroho

1703035078

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2021**

**EFISIENSI *THERMOELECTRIC GENERATOR* PADA
SISTEM PENDINGIN *SOLAR STILL***

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Mesin



Oleh:

Danang Arif Nugroho

1703035078

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

EFISIENSI *THERMOELECTRIC GENERATOR* PADA SISTEM PENDINGIN *SOLAR STILL*

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

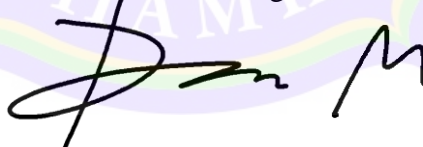
Oleh:

Danang Arif Nugroho

1703035078

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 10 Juli 2021

Pembimbing



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.
NIDN. 0301126901

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T., M.Sc
NIDN. 0311087002

HALAMAN PENGESAHAN


EFISIENSI *THERMOELECTRIC GENERATOR* PADA SISTEM PENDINGIN *SOLAR STILL*

SKRIPSI

Oleh:
Danang Arif Nugroho
1703035078

Telah **DIUJI** dan dinyatakan **LULUS** dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 24 Juli 2021

Pembimbing



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.
NIDN. 0301126901

Penguji-1



Drs. M Yusuf Djelly S.T., M.T.
NIDN. 0330016001

Penguji-2



juli2021

P. H. Gunawan, S.T., M.T.
NIDN. 0315046802

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik UHAMKA



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si
NIDN. 0301126901

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T., M.Sc.
NIDN. 0311087002

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Danang Arif Nugroho
NIM : 1703035078
Judul skripsi : EFISIENSI *THERMOELECTRIC GENERATOR* PADA
SISTEM PENDINGIN *SOLAR STILL*

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 10 Juli 2021



Danang Arif Nugroho

KATA PENGANTAR

Assallamu'alaikum wa rohmatullahi wa barokaatuh,

Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat Rahmat dan Hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.

Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Suparman dan Ibu Siti Hartutik yang telah memberikan atmosfer yang sangat mendukung untuk tumbuh kembang anaknya, dan juga Bagas Cahyo Nugroho adik yang saya sayangi.
2. Bapak Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Delvis Agusman, S.T., M.Sc. sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
4. Seluruh dosen Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
5. Teman-teman seperjuangan saya Teknik Mesin 2017 yang telah memberikan semangat dan keceriaan dalam menjalani masa kuliah.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari kesalahan baik dari penulisan maupun data yang disajikan.

Wa billahitaufiq wal hidayah, fastabiqul khoirot, wassalamu'alaikum wa rohmatullahi wa barokaatuh.

Jakarta, 10 Juli 2021



Danang Arif Nugroho

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Danang Arif Nugroho

NIM : 1703035078

Program Studi : Teknik Mesin

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

EFISIENSI *THERMOELECTRIC GENERATOR* PADA SISTEM PENDINGIN
SOLAR STILL

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 10 Juli 2021



Danang Arif Nugroho

ABSTRAK

Efisiensi Thermoelectric Generator Pada Sistem Pendingin *Solar Still*

Danang Arif Nugroho

Air merupakan sumber kehidupan. Setiap makhluk hidup membutuhkan air, tidak terkecuali manusia. Air yang layak untuk dikonsumsi adalah air yang terbebas dari zat-zat berbahaya. Dengan banyaknya kebutuhan dan permintaan akan air bersih, maka *supply* air bersih lama kelamaan akan habis. Keterbatasan air pada bumi tidak sebanding dengan populasi makhluk hidup karena membutuhkan persediaan air bersih yang tidak terbatas. Dengan keterbatasan air yang tidak sebanding dengan populasi makhluk hidup, maka *solar still* dipilih sebagai alat untuk mendapatkan air bersih dengan proses distilasi dengan memanfaatkan energi surya yang ramah bagi lingkungan. *Solar still* yang digunakan terbuat dari aluminium yang dilapisi dua kaca dengan tebal 3 mm dan terdapat dua preheater di kedua sisinya. Dalam penelitian ini, *solar still* diberi tambahan *water block* dan *thermoelectric generator* pada sistem nya. Dengan tujuan mendapatkan efisiensi dan energi listrik yang dihasilkan dari thermoelectric generator karena adanya beda temperatur, dimana temperatur panas berasal dari *solar still* dan temperatur dingin berasal dari *water block* yang dialiri air dingin. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah radiasi dari lampu halogen, temperatur lingkungan, temperatur *input* dan *output water block*, temperatur sisi panas dan dingin TEG, tegangan, dan arus. Dengan waktu pengujian dilakukan mulai pukul 08.00 WIB – 17.00 WIB selama tiga hari. Hasil penelitian ini didapatkan efisiensi tertinggi dari TEG dan daya selama tiga hari yaitu pada hari pertama 3,95% dengan daya yang dihasilkan sebesar 0,131924 W, pada hari kedua 3,47% dengan daya yang dihasilkan sebesar 0,113649 W, dan pada hari ketiga 4,41% dengan daya yang dihasilkan sebesar 0,167132 W.

Kata kunci: *Thermoelectric generator, solar still*, dan efisiensi

Generator Thermoelectric Efficiency In Still Solar Cooling System

Danang Arif Nugroho

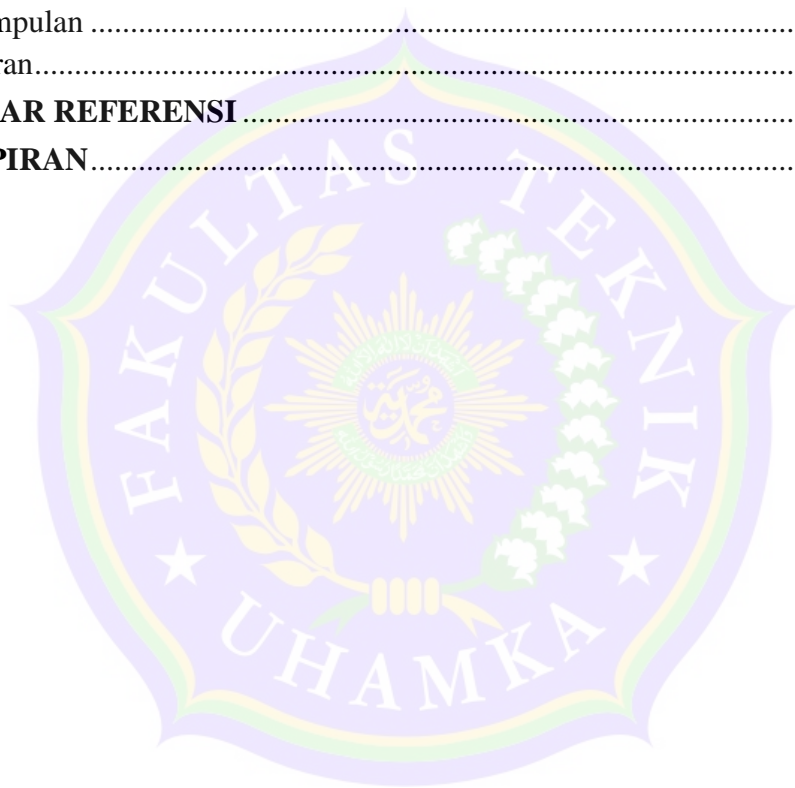
Water is the source of life. Every living thing needs water, humans are no exception. Water that is suitable for consumption is water that is free from harmful substances. With so many needs and demands for clean water, the supply of clean water will eventually run out. The limited water on earth is not proportional to the population of living things because it requires an unlimited supply of clean water. With limited water that is not proportional to the population of living things, solar still is chosen as a tool to obtain clean water by the distillation process by utilizing environmentally friendly solar energy. The solar still used is made of aluminum which is coated with two glass with a thickness of 3 mm and there are two preheaters on both sides. In this study, the solar still was given an additional water block and a thermoelectric generator in the system. With the aim of obtaining efficiency and electrical energy generated from the thermoelectric generator due to the temperature difference, where the hot temperature comes from the solar still and the cold temperature comes from the water block which is fed with cold water. The parameters measured in this study were radiation from halogen lamps, ambient temperature, water block input and output temperatures, TEG hot and cold side temperatures, voltage, and current. The testing time was carried out starting at 08.00 WIB - 17.00 WIB for three days. The results of this study obtained the highest efficiency of TEG and power for three days, namely on the first day of 3.95% with a power generated of 0.131924 W, on the second day of 3.47% with a power generated of 0.113649 W, and on the second day 3.47% with a power generated of 0.113649 W. the third day 4.41% with the resulting power of 0.167132 W.

Keywords: *Thermoelectric generator, solar still, and efficiency*

DAFTAR ISI

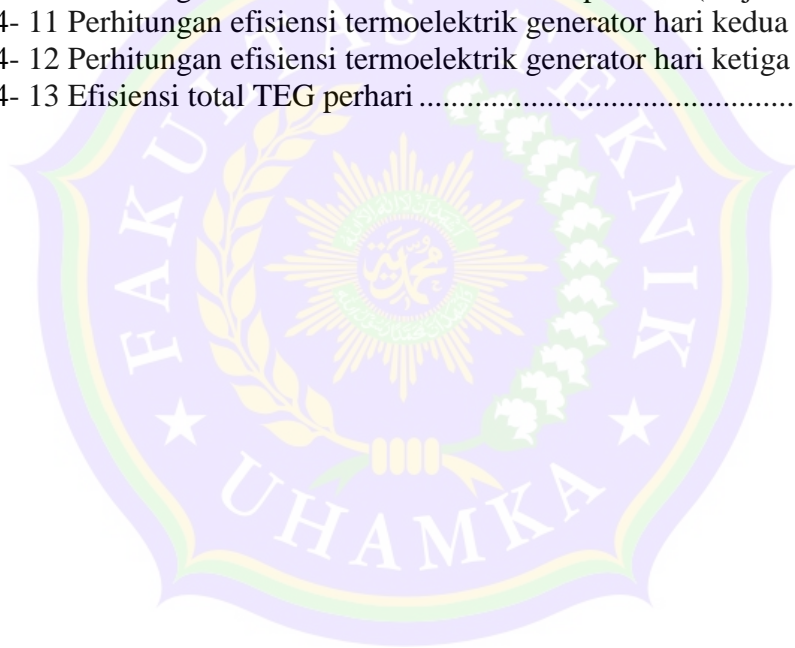
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB.1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB.2 DASAR TEORI	4
2.1 Kerangka Teori	4
2.1.1 <i>Solar still</i>	4
2.1.2 Perpindahan Panas	4
2.1.3 <i>Thermoelektrik Generator (TEG)</i>	5
2.1.4 Daya Listrik	7
2.2 Penelitian yang Relevan	8
BAB.3 METODOLOGI	10
3.1 Alur Perancangan	10
3.2 Alat dan Bahan	11
3.2.1 <i>Thermal Pasta</i>	11
3.2.2 Multimeter Fluke 179	12
3.3 Desain Penelitian	13
3.3.1 <i>Basin</i>	14
3.3.2 <i>Preheater</i>	15
3.4 Prosedur Penelitian	15

3.5 Pengumpulan Data	16
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	16
3.7 Tempat dan Waktu Penelitian	17
BAB.4 HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Hasil Penelitian	18
4.1.1 Pengukuran Temperatur	18
4.2 Pembahasan.....	21
4.2.1 Daya Listrik.....	21
4.2.2 Efisiensi Termoelektrik.....	24
BAB.5 SIMPULAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR REFERENSI	30
LAMPIRAN.....	xiv



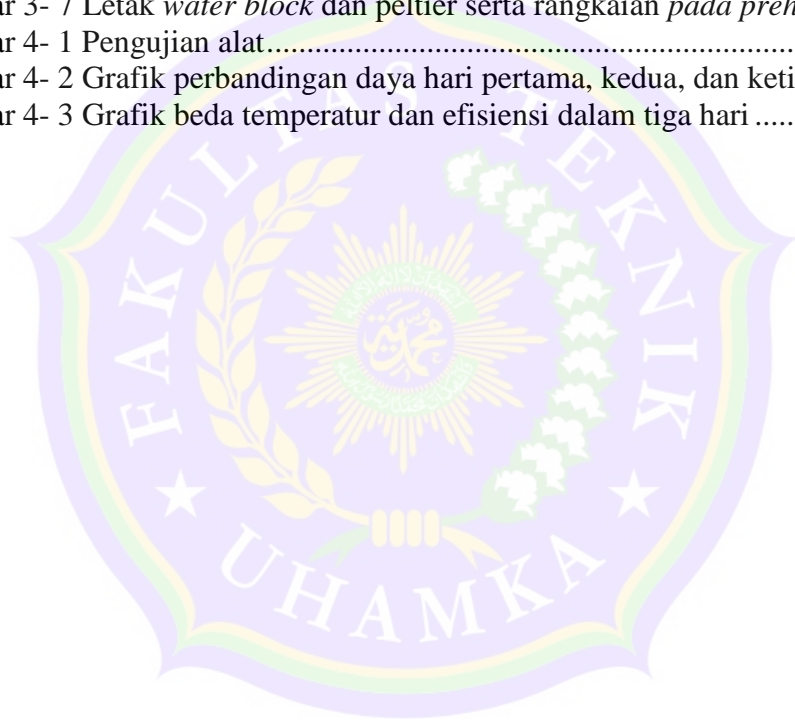
DAFTAR TABEL

Tabel 3- 1 Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian	11
Tabel 4- 1 Hasil pengukuran hari pertama	19
Tabel 4- 2 Hasil pengukuran hari kedua	19
Tabel 4- 3 Hasil pengukuran hari kedua (lanjutan).....	20
Tabel 4- 4 Hasil pengukuran hari ketiga	20
Tabel 4- 5 Perhitungan daya hari pertama	21
Tabel 4- 6 Perhitungan daya hari kedua.....	22
Tabel 4- 7 Perhitungan daya hari ketiga	22
Tabel 4- 8 Perhitungan daya hari ketiga (lanjutan).....	23
Tabel 4- 9 Perhitungan efisiensi termoelektrik hari pertama	24
Tabel 4- 10 Perhitungan efisiensi termoelektrik hari pertama (lanjutan)	25
Tabel 4- 11 Perhitungan efisiensi termoelektrik generator hari kedua	25
Tabel 4- 12 Perhitungan efisiensi termoelektrik generator hari ketiga	26
Tabel 4- 13 Efisiensi total TEG perhari	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Bentuk dasar <i>solar still</i> (Manchanda & Kumar, 2015).....	4
Gambar 2- 2 <i>Thermoelectric generator</i>	6
Gambar 2- 3 Bentuk termoelektrik (Ryuanargo et al., 2014)	6
Gambar 3- 1 Diagram alir penelitian	10
Gambar 3- 2 <i>Thermal pasta</i>	12
Gambar 3- 3 Multimeter.....	12
Gambar 3- 4 <i>Solar still</i>	13
Gambar 3- 5 Posisi peltier dan <i>water block</i> pada <i>solar still</i>	13
Gambar 3- 6 Letak <i>water block</i> dan peltier serta rangkaian pada <i>basin</i>	14
Gambar 3- 7 Letak <i>water block</i> dan peltier serta rangkaian pada <i>preheater</i>	15
Gambar 4- 1 Pengujian alat.....	18
Gambar 4- 2 Grafik perbandingan daya hari pertama, kedua, dan ketiga.....	23
Gambar 4- 3 Grafik beda temperatur dan efisiensi dalam tiga hari	27



DAFTAR NOTASI

No	Uraian	Notasi	Satuan
1.	Laju perpindahan kalor konveksi	q_k	Watt
2.	Konduktivitas termal	K	W/m°C
3.	Jarak dalam arah aliran kalor	Δx	m
4.	Perpindahan panas	Q	W/m ²
5.	Luas penampang	A	m ²
6.	Perbedaan temperatur	ΔT	°C
7.	Suhu yang lebih tinggi	T_1	°C
8.	Suhu yang lebih rendah	T_2	°C
9.	Laju perpindahan kalor konveksi	q_c	Watt
10.	Temperatur permukaan	T_s	°C
11.	Suhu fluida	T_∞	°C
12.	Koefisien <i>Seebeck</i>	S	V/°C
13.	Tegangan	V	V
14.	Daya	P	W
15.	Arus	I	A
16.	Temperatur sisi panas	T_h	°C
17.	Temperatur sisi dingin	T_c	°C
18.	<i>Figure of merit</i>	Z	1/°C
19.	Resistivitas listrik	σ	Ohm.cm
20.	Efisiensi termoelektrik	η	%
21.	Intensitas radiasi	$I(t)_s$	W/m ²
22.	Temperatur lingkungan	T_l	°C
23.	Koefisien perpindahan panas konveksi	h	W/m ² .°C
24.	Hambatan	R	ohm

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Proses pemasangan <i>styrofoam</i> pada <i>preheater</i>	xiv
LAMPIRAN B Proses pemasangan sensor pada <i>input</i> dan <i>output water block</i> ..	xiv



BAB.1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Air merupakan sumber kehidupan. Setiap makhluk hidup membutuhkan air, tidak terkecuali manusia. Permukaan Bumi ditutupi lebih dari 70% air, namun 3% nya adalah air sungai, bawah tanah dan danau (El-Bahi & Inan, 1999). Sumber air yang ada seringkali tidak bersih, sehingga akan mengganggu kesehatan jika dikonsumsi secara langsung (Agung, 2018). Oleh karena itu, air yang layak untuk dikonsumsi harus terbebas dari zat-zat yang berbahaya (Roni, 2018). Dengan banyaknya kebutuhan dan permintaan akan air bersih, maka *supply* air bersih lama kelamaan akan habis (Kuncorojati, 2020).

Beberapa pihak memprediksi permintaan air bersih akan mencapai 56% melebihi persediaan pada tahun 2025 (Effendi, M et al., 2018). Keterbatasan air pada bumi tidak sebanding dengan populasi makhluk hidup karena membutuhkan persediaan air yang tidak terbatas. Karena keterbatasannya, hal tersebut menjadi cukup meresahkan (Wijaya, 2016) bahkan banyak diantara mereka harus rela mencari air bersih dengan menempuh jarak yang jauh. Keterbatasan air bersih merupakan hal yang terpenting dan harus diperhatikan (Rahbar et al., 2016). Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan metode untuk mengolah air laut menjadi air tawar yang dikenal dengan proses desalinasi. Desalinasi adalah proses dimana kandungan garam pada air laut dikurangi pada level tertentu sehingga air dapat digunakan (Anggara et al., 2016).

Dalam penelitian ini dipilih proses desalinasi menggunakan *solar still*. Dikarenakan alat ini menggunakan prinsip yang sederhana dengan memanfaatkan energy surya yang ramah lingkungan. Dengan pembuatan *solar still* maka energi surya dapat dimanfaatkan dengan biaya yang relatif murah dan mudah untuk dirawat (Ali Samee et al., 2007). Dengan menambahkan generator termoelektrik pada sistemnya untuk menghasilkan energi listrik. Termoelektrik generator adalah sebuah alat yang dapat mengonversi secara langsung perbedaan temperatur menjadi tegangan listrik. Sebaliknya jika termoelektrik generator diberi tegangan listrik maka akan menghasilkan perbedaan temperatur di kedua sisinya (Purba et

al., 2019). Dengan temperatur panas berasal dari aluminium *solar still* yang berasal dari energi surya lampu halogen. Sedangkan temperature dingin berasal dari pembuatan ruang pendingin dibawah *solar still*, ruang sisi ini menggunakan *water block* yang menggunakan air sebagai medianya.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengetahui efisiensi termoelektrik generator pada sistem pendingin *solar still*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan – batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Temperatur air yang digunakan adalah 8 - 15°C.
2. Menggunakan peltier sebanyak 40 buah.
3. Susunan peltier menggunakan rangkaian seri paralel.
4. Sisi panas peltier dihubungkan dengan pelat aluminium dari *solar still*.
5. Sisi dingin peltier dihubungkan dengan *water block* yang dialiri air.
6. *Water block* memiliki dimensi $p \times l \times t = 240 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$.
7. Jumlah *water block* sebanyak 8 buah.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang dilakukan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui efisiensi termoelektrik generator pada sistem pendingin *solar still*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi ilmu dan teknologi
Manfaat bagi ilmu dan teknologi yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu sebagai bahan rujukan pemanfaatan sumber energi surya untuk menghasilkan air jernih dari proses destilasi.
2. Manfaat bagi institusi
Manfaat bagi institusi yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu dapat menjadi bahan rujukan atau referensi tambahan bagi penelitian selanjutnya.

3. Manfaat bagi penulis

Manfaat bagi penulis yakni untuk menambah wawasan terkait pemanfaatan pendingin menggunakan *thermoelectric generator* pada alat penjernih air (*solar still*).

4. Manfaat bagi masyarakat

Manfaat bagi masyarakat yakni untuk menjadikan solusi terkait energi baru terbarukan yang ramah bagi lingkungan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 : Berisi penjelasan latar belakang, tujuan penulisan, perumusan masalah, metodologi penulisan, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

BAB 2 : Berisi teori dasar penunjang pengerjaan tugas akhir yang membahas mengenai solar still, perpindahan panas, peltier, dan daya listrik serta pembahasan penelitian yang bersumber dari kutipan buku atau jurnal-jurnal yang berkaitan.

BAB 3 : Berisi mengenai alur penelitian, alat dan bahan, desain penelitian, prosedur penelitian, pengumpulan data, teknik pengumpulan data, serta tempat dan waktu penelitian.

BAB 4 : Berisi mengenai hasil penelitian, pengolahan data yang telah diperoleh dan pembahasannya.

BAB 5 : Berisi mengenai simpulan dan saran.

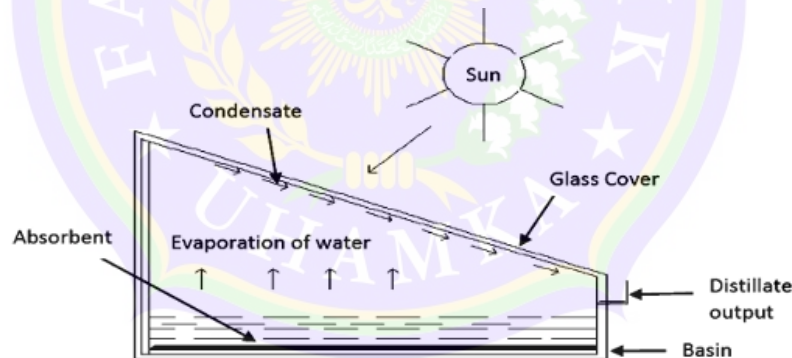
BAB.2 DASAR TEORI

2.1 Kerangka Teori

2.1.1 *Solar still*

Solar still merupakan tempat tertutup yang berisi air laut pada permukaan bawahnya dimana kondensasi uap dilakukan secara bersamaan dengan penguapan air (Elango et al., 2015) . Parameter yang mempengaruhi kinerja *solar still* (radiasi matahari, kedalaman air, termal isolasi dan perbedaan temperatur kaca dan air) (Shoeibi et al., 2020).

Solar still tipe bak konvensional memiliki cekungan kedap udara dilapisi warna hitam mampu menyerap radiasi matahari secara efektif (Gnanadason et al., 2011). Kaca pada *solar still* menerima transmisi radiasi terus menerus yang kemudian diserap oleh air pada *basin*, sehingga temperatur air meningkat yang terjadi akibat perpindahan panas secara konveksi (Murugavel et al., 2010)



Gambar 2- 1 Bentuk dasar *solar still* (Manchanda & Kumar, 2015)

2.1.2 Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah perpindahan energi diantara dua sistem yang memiliki perbedaan temperatur. Tapi, jika dua sistem memiliki temperatur yang sama maka perpindahan panas tidak terjadi (Çengel & Boles, 2007). Panas yang berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain terjadi dengan tiga metode: konduksi, konveksi, dan radiasi (Holman, 2010).

DAFTAR REFERENSI

- Agung, S. (2018). *Efek Pendinginan Kaca Menggunakan Sekat- the Effect of Glass Cooling Using Partitions on.*
- Ali Samee, M., Mirza, U. K., Majeed, T., & Ahmad, N. (2007). Design and performance of a simple single basin solar still. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(3), 543–549. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.03.003>
- Ananda, J. A., Rahono, S., & Rachmanita, R. E. (2020). *Studi Sistem Konversi Panas Buang Konduksi Berbasis Termoelektrik Generator*. 2(September).
- Anggara, M., Widhiyanuriyawan, D., & Sasongko, M. N. (2016). Pengaruh penggunaan pasir besi pada Heat Absorber Plate Terhadap Produktifitas dan Efisiensi Solar Destilation. *Senas Pro*, 345–353.
- Astawa, K. (2012). Pengaruh Penggunaan Pipa Kondensat Sebagai Heat Recovery Pada Basin Type Solar Still Terhadap Efisiensi. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 3(1).
- Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2007). *Thermodynamic Sixth Edition (SI Units)*.
- Del Vecchio, R., Poulin, B., Feghali, P., Shah, D., & Ahuja, R. (2010). Thermal Design. In *Transformer Design Principles*. <https://doi.org/10.1201/ebk1439805824-c15>
- Effendi, M. S., Hendrawan, A., & Rahman, N. (2018). *BASIN SOLAR STILL DENGAN TUTUP KACA BERPENDINGIN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI*. 10(2), 67–72.
- Effendi, M. S., Arifin, M. K., & Hasbi, M. (2012). *PENGARUH PENGGUNAAN PREHEATER PADA BASIN TYPE SOLAR STILL DENGAN TIPE KACA PENUTUP MIRING TERHADAP EFISIENSI*. 10(2), 121–133.
- El-Bahi, A., & Inan, D. (1999). Analysis of a parallel double glass solar still with separate condenser. *Renewable Energy*, 17(4), 509–521. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(98\)00768-X](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(98)00768-X)
- Elango, C., Gunasekaran, N., & Sampathkumar, K. (2015). Thermal models of solar still - A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 856–911. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.054>

- Gnanadason, M. K., Kumar, P. S., Sivaraman, G., & Daniel, J. E. S. (2011). Design and Performance Analysis of a Modified Vacuum Single Basin Solar Still. *Smart Grid and Renewable Energy*, 02(04), 388–395. <https://doi.org/10.4236/sgre.2011.24044>
- Haryanto, H., Makhsum, M. R., & Saraswati, I. (2015). Perancangan Modul Termoelektrik Generator Menggunakan Peltier. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 11(1), 26. <https://doi.org/10.36055/tjst.v11i1.6970>
- Holman, J. P. (2010). *Heat Transfer Tenth Edition*.
- Khalid, M., Syukri, M., & Gapy, M. (2016). Pemanfaatan Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Dengan Menggunakan Termoelektrik. *Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 1(3), 57–62.
- Kuncoro, W. (2019). *Pemanfaatan panas matahari pada dinding luar bangunan sebagai sumber energi listrik menggunakan generator termoelektrik*.
- Kuncorojati, A. D. (2020). KARAKTERISTIK SOLAR STILL MENGGUNAKAN ABSORBER SILINDER BERKAIN PADA PENJERNIHAN AIR TAWAR DAN AIR ASIN. *SELL Journal*, 5(1), 55.
- Kusuma, R. F., Afroni, M. J., & Melfazen, O. (2021). PERHITUNGAN EFISIENSI PELTIER TEG(Thermoelectric Generator) SP-1848 MENGGUNAKAN PERBANDINGAN SUHU PANAS DAN DINGIN SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF [1], [2], [3].
- Manchanda, H., & Kumar, M. (2015). A comprehensive decade review and analysis on designs and performance parameters of passive solar still. *Renewables: Wind, Water, and Solar*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40807-015-0019-8>
- Mugisidi, D., Cahyani, R. S., Heriyani, O., Agusman, D., & Rifky. (2019). Effect of Iron Sand in Single Basin Solar Still: Experimental Study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 268(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/268/1/012158>
- Murugavel, K. K., Sivakumar, S., Ahamed, J. R., Chockalingam, K. K. S. K., & Srithar, K. (2010). Single basin double slope solar still with minimum basin depth and energy storing materials. *Applied Energy*, 87(2), 514–523. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.07.023>
- Mustofa, B., Syamsu, w, D., Idhan, A., & Muchsin. (2019). *Simulasi radiasi*

energi surya am1.5g dengan lensa fresnel untuk kebutuhan generator termoelektrik. 205–209.

Nurdinawati, V. (2017). Studi Termoelektrik Generator Tipe Teg Sp1848 27145 Sa. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna Vol. 6 No.1 Oktober 2017*, 6(1), 33–41.

Olsen, M. L., Warren, E. L., Parilla, P. A., Toberer, E. S., Kennedy, C. E., Snyder, G. J., Firdosy, S. A., Nesmith, B., Zakutayev, A., Goodrich, A., Turchi, C. S., Netter, J., Gray, M. H., Ndione, P. F., Tirawat, R., Baranowski, L. L., Gray, A., & Ginley, D. S. (2013). A high-temperature, high-efficiency solar thermoelectric generator prototype. *Energy Procedia*, 49, 1460–1469. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.03.155>

Pourkiaei, S. M., Ahmadi, M. H., Sadeghzadeh, M., Moosavi, S., Pourfayaz, F., Chen, L., Pour Yazdi, M. A., & Kumar, R. (2019). Thermoelectric cooler and thermoelectric generator devices: A review of present and potential applications, modeling and materials. *Energy*, 186, 115849. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.07.179>

Purba, E. D., Kirom, M. R., & I, R. F. (2019). ANALISIS PEMANFAATAN ENERGI PANAS PADA PANEL SURYA MENJADI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN GENERATOR TERMOELEKTRIK. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 4977–4985.

Putra, A. E., Rifky, R., & Fikri, A. (2019). Pemanfaatan Panas Buang Atap Seng dengan Menggunakan Generator Termoelektrik sebagai Sumber Energi Listrik Terbaru. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3(2502), 38. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2911>

Putra, N. R. F., Muntini, M. S., & Anggoro, D. (2019). Pemodelan Dan Fabrikasi Modul Thermoelectric Generator (TEG) Berbasis Semikonduktor Bi₂Te₃ dengan Metode Penyusunan Thermoelement untuk Menghasilkan Daya Listrik. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36722>

Rafsanjani, A. A., & Kurniawan, E. (2017). Desain Dan Implementasi Generator Termoelektrik Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Keperluan Darurat Design and Implementation Thermoelectric Generator. *E-Proceeding of Engineering*, 4(3), 3311–3316.

Rahbar, N., Esfahani, J. A., & Asadi, A. (2016). An experimental investigation on productivity and performance of a new improved design portable asymmetrical solar still utilizing thermoelectric modules. *Energy Conversion and Management*, 118, 55–62.

<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.03.052>

- Rifky., Fikri, A., & Mujirudin, M. (2021). *Konversi Energi Termal Surya Menjadi Energi Listrik Menggunakan Generator Termoelektrik*. 6(1).
- Rifky, Fikri, A., & Mujirudin, M. (2021). *Roofs and Walls of Buildings as a Media for Converting Solar Thermal Energy into Electrical Energy Atap dan Dinding Bangunan sebagai Media Konverter Energi Termal Matahari menjadi Energi Listrik*. 1(1).
- Roni, M. (2018). *EFEK PENDINGIN KACA DAN PENUKAR KALOR TERHADAP UNJUK KERJA ALAT DESTILASI AIR ENERGI SURYA*. 151(2), 10–17.
- Rusli, A., & Djabbar, R. (n.d.). *Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik Dengan Menggunakan Generator Termoelektrik*. 2–7.
- Ryanuargo, Anwar, S., & Sari, S. P. (2014). Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 10(4), 180–185. <https://doi.org/10.17529/jre.v10i4.1108>
- Sasmita, S. A., Ramadhan, M. T., Kamal, M. I., & Dewanto, Y. (2019). Alternatif Pembangkit Energi Listrik Menggunakan Prinsip Termoelektrik Generator. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 21(1), 57. <https://doi.org/10.24912/tesla.v21i1.3249>
- Shoeibi, S., Rahbar, N., Abedini Esfahlani, A., & Kargarsharifabad, H. (2020). Application of simultaneous thermoelectric cooling and heating to improve the performance of a solar still: An experimental study and exergy analysis. *Applied Energy*, 263(September 2019), 114581. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114581>
- Siswantika, P. H., Wibowo, N. A., & Setiawan, A. (2013). Pengujian Prototipe Generator Termoelektrik Berbahan Bakar Minyak Jelantah Testing of a Thermoelectric Generator Prototype Fueled By Used Cooking Oil. *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*, 12(2), 113–122.
- Sumbodo, J. S., Kirom, M. R., & Pangaribuan, P. (2018). Efektifitas Pendingin Menggunakan Termoelektrik Pada Panel Surya. *E-Proceeding of Engineering*, 5(3), 3895–3902.
- Wijaya, A. (2016). Rancang bangun sistem distilasi air dalam proses pengolahan air bersih dengan menggunakan. *Magister Scientiae*, 40, 71–83.