

SKRIPSI

**PEMANFAATAN PEMBUANGAN PANAS PADA
SUPERHEAT AIR CONDITIONER SEBAGAI PENGHASIL
ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC*
*GENERATOR***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

Ade Ivan Andreawan

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

SKRIPSI

**PEMANFAATAN PEMBUANGAN PANAS PADA
SUPERHEAT AIR CONDITIONER SEBAGAI PENGHASIL
ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC*
*GENERATOR***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

Ade Ivan Andreawan
2015234008

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN PEMBUANGAN PANAS PADA *SUPERHEAT AIR* *CONDITIONER* SEBAGAI PENGHASIL ENERGI LISTRIK MENGUNAKAN *THERMOELECTRIC GENERATOR*

Oleh

Ade Ivan Andreawan
NIM. 2015234008

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Skripsi
Program D4 pada jurusan Teknik mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing 1



I Nengah Ardita, S.T., M.T.
NIP. 196411301991031004

Dosen Pembimbing 2



Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T.
NIP. 196211241990031001



Disahkan oleh :
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 1966092419931003

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMANFAATAN PEMBUANGAN PANAS PADA *SUPERHEAT AIR* *CONDITIONER* SEBAGAI PENGHASIL ENERGI LISTRIK MENGUNAKAN *THERMOELECTRIC GENERATOR*

Oleh

Ade Ivan Andreaawan
NIM. 2015234008

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dilanjutkan
sebagai Buku Skripsi pada hari/tanggal:
Selasa, 27 Agustus 2024

Tim Penguji

Penguji I : Achmad Wibolo, S.T., M.T.
NIP : 196405051991031002

Penguji II : Ida Bagus Gde Widiantera, S.T., M.T.
NIP : 197204282002121001

Penguji III : Dr. Drs. I Ketut Darma, M.Pd.
NIP : 196112311992031008

Tanda Tangan
27/8/2024
2/9/2024
2/9/2024

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama :Ade Ivan Andreawan

NIM :2015234008

Program Studi :Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Proposal Skripsi :Pemanfaatan Pembuangan Panas Pada *Superheat Air Conditioner* Sebagai Penghasil Energi Listrik Menggunakan *Thermoelectric Generator*.

Dengan ini menyatakan bahwa karya Skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Proposal Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, Selasa, 27 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan



Ade Ivan Andreawan
NIM. 2015234008

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk serta dorongan dan bantuan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas.
5. Bapak I Nengah Ardita, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T, selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Skripsi ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan tanpa mengenal lelah kepada penulis
10. Serta masih banyak lagi pihak – pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 13 agustus 2024

Ade Ivan Andreawan

ABSTRAK

Thermoelectric generator (TEG) adalah suatu perangkat pembangkit energi listrik dengan memanfaatkan perbedaan temperatur (suhu) pada dua sisi ujung logam yang digunakan sehingga langsung menghasilkan listrik modul termoelektrik juga ukuran yang cenderung fleksibel (kecil). Atas dasar beberapa kelebihan yang dipaparkan penulis, penulis ingin melakukan uji coba termoelektrik generator dengan memanfaatkan panas buang dari *superheat air conditioner*, sehingga penulis bisa memberikan Gambaran kepada pembaca terkait kemungkinan termoelektrik generator bisa dimanfaatkan pada *superheat air conditioner*

Jenis penelitian yang dilakukan oleh penulis yaitu rancang bangun, pada dasarnya pengujian termoelektrik generator pada sumber panas *superheat* dilakukan untuk mengetahui seberapa besarnya energi listrik yang dapat dihasilkan oleh termoelektrik generator dengan pelat aluminium sebagai wadah termoelektrik dan wadah penyimpanan panas. Termoelektrik generator yang digabungkan pada *superheat air conditioner* mengalami perbedaan. asil desain dan konstruksi dari sistem pembangkit energi listrik berbasis generator termoelektrik (TEG) yang memanfaatkan panas buangan dari *superheat air conditioner* (AC) antara kompresor dan kondensor. Sistem ini menggunakan pelat aluminium berukuran panjang 20 cm, lebar 8 cm, dan tebal 0,8 cm yang telah dimodifikasi dengan lima alur pipa $\frac{1}{4}$ inci untuk menampung TEG dan menyimpan panas. Sistem pendingin yang digunakan adalah *heatsink* berukuran panjang 20 cm, lebar 8 cm, dan ketebalan sirip 0,2 cm. Pengujian dilakukan menggunakan TEG tipe SP-1848-27145 SA yang dirangkai seri dengan variasi 2, 6, dan 10 modul, serta variasi pendingin berupa tanpa pendingin, pendingin air kondensasi, pendingin kipas, dan kombinasi pendingin air kondensasi dan kipas pada *heatsink*.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa 2 TEG menghasilkan energi listrik sebesar 1,898 Volt, 0,026 Ampere, dan daya 0,05107 Watt pada ΔT 34,4°C; 6 TEG menghasilkan 2,747 Volt, 0,0135 Ampere, dan daya 0,371601 Watt pada ΔT 35,5°C; dan 10 TEG menghasilkan energi listrik tertinggi sebesar 2,681 Volt, 0,0151 Ampere, dan daya 0,405024 Watt pada ΔT 34,5°C. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah modul TEG memberikan peningkatan energi listrik yang dihasilkan. Berdasarkan hasil tersebut sistem TEG dapat menghidupkan alat elektronik rumah tangga dengan kebutuhan di bawah 5 Volt, 0,151 dan daya 1 Watt

Kata kunci : generator termoelektrik, konservasi energi panas.

UTILIZATION OF HEAT DISPOSAL IN SUPERHEAT AIR CONDITIONER AS A PRODUCER OF ELECTRICAL ENERGY USES THERMOELECTRIC GENERATOR

ABSTRACT

Thermoelectric generator (TEG) is a device for generating electrical energy by utilizing the temperature difference (temperature) on the two sides of the metal tip used so that it directly produces electricity. The thermoelectric module also tends to be flexible (small) in size. On the basis of several advantages explained by the author, the author wants to test a thermoelectric generator by utilizing waste heat from superheat air conditioner, so that the author can provide an overview to readers regarding the possibility that thermoelectric generators can be used in superheat air conditioner

The type of research carried out by the author is design, basically testing the thermoelectric generator on a heat source superheat This was done to find out how much electrical energy can be produced by a thermoelectric generator with an aluminium plate as a thermoelectric container and heat storage container. The thermoelectric generator combined with the superheat air conditioner experiences differences. the results of the design and construction of a thermoelectric generator (TEG) based electrical energy generation system that utilizes waste heat from superheat air conditioner (AC) between the compressor and condenser. This system uses an aluminium plate measuring 20 cm long, 8 cm wide and 0.8 cm thick which has been modified with five ¼ inch pipe grooves to accommodate the TEG and store heat. The cooling system used is heatsink measuring 20 cm long, 8 cm wide, and fin thickness 0.2 cm. Testing was carried out using TEG type SP-1848-27145 SA connected in series with variations of 2, 6 and 10 modules, as well as cooling variations in the form of no cooler, condensation water cooler, fan cooler, and a combination of condensate water cooler and fan on the heatsink.

The measurement results show that 2 TEGs produce electrical energy of 1.898 Volts, 0.026 Amperes, and 0.05107 Watts of power at ΔT 34.4°C; 6 TEGs produce 2.747 Volts, 0.0135 Amps, and 0.371601 Watts of power at ΔT 35.5°C; and 10 TEGs produce the highest electrical energy of 2.681 Volts, 0.0151 Amperes, and 0.405024 Watts of power at ΔT 34.5°C. These results indicate that increasing the number of TEG modules provides an increase in the electrical energy produced. Based on these results, the TEG system can power household electronic devices with requirements below 5 Volts, 0.151 and 1 Watt power.

Keywords : *thermoelectric generator, conservation of heat energy.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Pemanfaatan Pembuangan Panas Pada *Superheat Air Conditioner* Sebagai Penghasil Energi Listrik Menggunakan *Thermoelectric Generator*” tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, Senin/ 13 agustus 2024
Ade Ivan Andreawan

DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Lembar Persetujuan	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak.....	vii
<i>Abstract</i>	viii
Kata Pengantar.....	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan umum	3
1.4.2 Tujuan khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Bagi penulis.....	4
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	4
1.5.3 Bagi masyarakat.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pengertian Energi	5
2.1.1 Konsep konversi energi panas.....	5

2.1.2 Energi listrik.....	6
2.2 Sejarah <i>Thermoelectric</i>	6
2.2.1 Efek <i>seebeck</i>	7
2.2.2 Efek <i>joule</i>	7
2.2.3 Efek konduksi.....	8
2.2.4 Efek <i>peltier</i>	8
2.2.5 Efek <i>thomson</i>	9
2.2.6 Modul <i>thermoelectric</i>	9
2.2.7 Struktur <i>thermoelectric</i>	10
2.2.8 <i>Thermoelektrik generator</i>	11
2.2.9 Cara kerja <i>thermoelektrik generator</i>	12
2.3 <i>Air Conditioner</i>	13
2.3.1 Siklus kompresi uap	13
2.3.2 Pengertian <i>superheat</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Model Rancangan.....	16
3.1.2 Rangkaian generator termoeletrik	20
3.1.3 Penempatan alat ukur	21
3.2 Alur Penelitian	21
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	25
3.4 Penentuan Sumber Data	25
3.5 Sumber Daya Penelitian.....	26
3.5.1 Alat yang digunakan.....	26
3.5.2 Bahan yang digunakan	27
3.6 Instrumen Penelitian.....	27
3.7 Penelitian.....	30
3.7.1 Langkah persiapan	31
3.7.2 Langkah pengambilan data	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Desain dan Kontruksi.....	33

4.1.1	Proses pembuatan alat.....	33
4.1.2	Hasil pengujian.....	35
4.2	Pembahasan.....	36
4.2.1	Contoh perhitungan daya pada TEG.....	36
4.2.2	Contoh perhitungan beda temperatur (ΔT) pada hasil TEG.....	36
4.3	Analisa Hasil pengujian.....	38
BAB V PENUTUP		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Persiapan penyusunan proposal	25
Tabel 3.2	Data pengujian generator termoelektrik	26
Tabel 4.1	Data rata-rata hasil pengujian 6 TEG rangkaian seri	35
Tabel 4.2	Hasil data rata-rata perhitungan menggunakan 2, 6, 10 TEG rangkaian seri .	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pengukuran temperatur memanfaatkan efek <i>seebeck</i>	7
Gambar 2.2	Modul <i>thermoelectric</i>	10
Gambar 2.3	Struktur <i>thermoelectric</i>	10
Gambar 2.4	Rangkaian <i>thermoelectric cooler</i> dan <i>thermoelectric generator</i>	11
Gambar 2.5	Cara kerja <i>thermoelektrik generator</i>	12
Gambar 2.6	<i>Air conditioner</i>	13
Gambar 2.7	Proses kompresi uap	14
Gambar 3.1	Rancangan dan sistem generator termoelektrik pada <i>superheat</i>	16
Gambar 3.2	Desain penempatan generator termoelektrik	19
Gambar 3.3	Rangkaian 2 seri	20
Gambar 3.4	Rangkaian 4 seri	20
Gambar 3.5	Rangkaian 10 seri	20
Gambar 3.6	Penempatan alat ukur	21
Gambar 3.7	Diagram alur perancangan alat	22
Gambar 3.8	Meteran	27
Gambar 3.9	Gerinda tangan.....	28
Gambar 3.10	Bor tangan.....	28
Gambar 3.11	<i>Tube cutter</i>	28
Gambar 3.12	<i>Gas torch</i>	29
Gambar 3.13	<i>Thermal paste</i>	29
Gambar 3.14	Multimeter	29
Gambar 3.15	Termokopel	30
Gambar 3.16	<i>Stopwatch</i>	30
Gambar 4.1	Block diagram desain dan rancangan	33
Gambar 4.2	Proses pengukuran pipa pada plat tembaga	34
Gambar 4.3	Hasil alur pipa tembaga	34

Gambar 4.4	Proses pengelasan pipa tembaga.....	34
Gambar 4.5	Proses pengecekan kebocoran pada pipa.....	35
Gambar 4.6	Proses pemasangan sistem TEG dengan air conditioner	35
Gambar 4.7	Proses pemasangan modul TEG	36
Gambar 4.8	Proses jaketing sistem TEG	36
Gambar 4.9	Hasil pembuatan sistem TEG	36
Gambar 4.10	Grafik volt pada 2, 6, 10 TEG variasi tanpa pendingin.....	38
Gambar 4.11	Grafik ampere pada 2, 6, 10 TEG variasi tanpa pendingin.....	39
Gambar 4.12	Grafik daya pada 2, 6, 10 TEG variasi tanpa pendingin.....	40
Gambar 4.13	Grafik volt pada 2, 6, 10 TEG variasi pendingin air kondensasi.....	41
Gambar 4.14	Grafik ampere pada 2, 6, 10 TEG variasi pendingin air kondensasi	42
Gambar 4.15	Grafik daya pada 2, 6, 10 TEG variasi pendingin air kondensasi	43
Gambar 4.16	Grafik volt pada 2, 6, 10 TEG variasi pendingin fan.....	44
Gambar 4.17	Grafik ampere pada 2, 6, 10 TEG variasi pendingin fan	45
Gambar 4.18	Grafik daya pada 2, 6, 10 TEG variasi pendingin fan	46
Gambar 4.19	Grafik volt pada 2, 6, 10 TEG variasi pendingin air dan fan.....	47
Gambar 4.20	Grafik ampere pada 2, 6, 10 TEG variasi pendingin fan	48
Gambar 4.21	Grafik daya pada 2, 6, 10 TEG variasi pendingin fan	49
Gambar 4.22	Perbandingan daya 10 TEG pada setiap pendinginan	50
Gambar 4.23	Volt pada 10 TEG parallel variasi pendingin air kondensasi dan fan	51
Gambar 4.24	Ampere pada 10 TEG parallel variasi pendingin air kondensasi dan fan	51
Gambar 4.25	Daya pada 10 TEG parallel variasi pendingin air kondensasi dan fan	52

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Form bimbingan pembimbing I
- Lampiran 2 : Form bimbingan pembimbing II
- Lampiran 3 : Hasi pengujian 2, 6, 10 TEG tanpa pendingin
- Lampiran 4 : Hasi pengujian 2, 6, 10 TEG pendingin air kondensasi
- Lampiran 5 : Hasi pengujian 2, 6, 10 TEG pendingin fan
- Lampiran 6 : Hasi pengujian 2, 6, 10 TEG pendingin air kondensasi dan fan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat dan peningkatan pembangunan yang sedikit melambat. Namun kebutuhan akan energi listrik di segala sektor terus meningkat, sehingga ketersediaan akan pembangkit tenaga listrik untuk mensuplai energi listrik diharapkan tetap berlangsung, baik dari pembangkit listrik konvensional misalnya yang bersumber dari energi terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik tenaga angin, pembangkit listrik tenaga panas bumi, serta yang bersumber dari energi fosil seperti pembangkit listrik tenaga uap (batu bara), tenaga gas, dan tenaga diesel (Kusuma *et al.*, 2021). Selain itu suplai listrik juga dapat dihasilkan dari pembangkit listrik non-konvensional seperti pembangkit listrik tenaga surya (photovoltaic), pembangkit *thermoelectric generator*, pembangkit dari sel bahan bakar.

Kelebihan-kelebihan pembangkit listrik non konvensional adalah ketersediaan sumber energi melimpah, ramah lingkungan, berkelanjutan namun dengan sedikit keterbatasan karena teknologi sedang berkembang dengan kapasitas pembangkit relatif kecil. Aplikasi pembangkit non-konvensional khususnya Termoelektrik sangat tepat untuk peralatan atau komponen yang membutuhkan energi listrik kecil (Kusuma *et al.*, 2021).

Thermoelectric generator (TEG) adalah suatu perangkat pembangkit listrik non konvensional dengan memanfaatkan perbedaan temperatur (suhu) pada dua sisi ujung logam yang digunakan sehingga langsung menghasilkan listrik, atau sebaliknya, dari penggunaan listrik menghasilkan dingin. Pada pengujian yang dilakukan semakin banyak jumlah *thermoelectric Generator* yang digunakan saat pengujian, maka daya yang dihasilkan akan meningkat. Perbedaan daya maksimum yang dihasilkan antara modul TEC 12706 dan modul TEG SP 1848 adalah sekitar 0,2 W (Andrapica *et al.*, 2015).

Untuk menghasilkan listrik *thermoelectric generator* cukup didesain sedemikian rupa sehingga suhu panas dan dingin dapat diserap oleh *thermoelectric generator*. *Thermoelectric generator* menghasilkan sejumlah listrik yang sesuai dengan kondisi desain. Maka diperlukan desain yang baik sehingga jumlah listrik yang dihasilkan akan besar. Berdasarkan penjelasan di atas maka dari itu penulis ingin melakukan penelitian menggunakan modul *thermoelectric generator*

Air conditioner atau mesin pengkondisian udara merupakan salah satu mesin konversi energi. Konversi energi yang dilakukan oleh mesin pendingin udara bertujuan untuk menciptakan efek pendinginan. Mesin ini bekerja dengan cara menyerap panas dari ruangan yang ingin didinginkan dan kemudian melepaskan panas tersebut ke luar ruangan. Kalor tersebut dilepas melalui kondensor. Kondensor merupakan komponen penting pada *air conditioning* (AC) yang berfungsi sebagai penukar panas. Panas yang dihasilkan kondensor relatif besar berkisar antara 50 °C – 70 °C yang akan dibuang ke lingkungan sekitar (Putri *et al.*, 2016). Untuk memanfaatkan panas yang dihasilkan oleh *outdoor* kondensor tepatnya bagian *superheat* yang terletak sesudah kompresor dan sebelum masuk kondensor maka digunakan teknologi *thermoelectric generator*. TEG adalah salah satu piranti yang bekerja dengan mengkonversi panas menjadi energi listrik secara langsung. Dalam hal ini peneliti akan membahas tentang pemanfaatan energi listrik alternatif dengan menggunakan *thermoelectric generator* sebagai pembangkit listrik yang memanfaatkan pembuangan panas dari *superheat air conditioner*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun dari penjelasan di atas maka permasalahan yang akan dibahas adalah:

- a. Bagaimana desain dan konstruksi dari perangkat sistem pembangkit energi listrik berbasis generator termoelektrik (TEG) dengan memanfaatkan panas yang dibuang dari *superheat air conditioner* ?.
- b. Seberapa besar energi listrik yang dapat dihasilkan generator termoelektrik (TEG) menggunakan sambungan seri dari pemanfaatan panas yang dibuang *superheat air conditioner* ?.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penyusunan Skripsi ini hanya mencakup tentang hal-hal yang berkaitan dengan generator termoelektrik.

- a. Generator termoelektrik yang digunakan hanya 2, 6, 10 buah.
- b. Pemanfaatan panas yang digunakan dibagian *superheat* sesudah kompresor dan sebelum masuk kondensor dengan variasi tanpa pendingin, pendingin air kondensasi, pendingin fan, pendingin air dan fan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dan khusus yang akan dicapai pada Skripsi dengan judul pemanfaatan pembuangan panas pada *superheat air conditioner* sebagai penghasil energi listrik menggunakan generator termoelektrik.

1.4.1 Tujuan umum

Adapun tujuan umum dari penyusunan Skripsi ini adalah:

- a. Sebagai persyaratan untuk memenuhi syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan sarjana terapan program studi Teknologi Rekayasa Utilitas Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
- b. Sebagai pengkajian dan pengaplikasian ilmu pengetahuan dan praktikum yang diperoleh selama masa perkuliahan.

1.4.2 Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus dari penyusunan Skripsi ini adalah:

- a. Untuk mendapatkan desain dan konstruksi dari penggunaan 2, 6, 10 buah generator termoelektrik (TEG) dengan memanfaatkan panas yang dibuang dari *superheat air conditioner*.
- b. Untuk mengetahui besarnya tegangan, arus dan daya yang dihasilkan dari 2, 6, 10 buah generator termoelektrik (TEG) menggunakan sambungan seri dengan variasi tanpa pendingin, pendingin air kondensasi, pendingin fan, pendingin air kondensasi dan fan dengan memanfaatkan panas yang dibuang dari *superheat air conditioner*.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari analisis penelitian ini dapat memperluas wawasan melalui perancangan dan pembuatan generator termoelektrik sebagai sumber energi listrik.

1.5.1 Bagi penulis

Analisis ini sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali baik secara teori maupun praktek.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai bahan pendidikan atau ilmu pengetahuan di bidang Jurusan Teknik Mesin di kemudian hari dan sebagai salah satu pertimbangan syarat kelulusan.

1.5.3 Bagi masyarakat

Penelitian tentang analisis generator termoelektrik (TEG) sebagai pembangkit listrik dapat mengurangi pencemaran lingkungan udara yang sebagian besar disebabkan oleh sisa pembuangan kalor dari *air conditioner*

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang dapat ditarik dari uji coba generator termoelektrik dengan memanfaatkan panas yang dibuang oleh *super heat air conditioner* sebagai berikut :

1. Hasil desain dan konstruksi dari perangkat sistem pembangkit energi listrik berbasis generator termoelektrik dengan memanfaatkan panas yang dibuang oleh *superheat air conditioner* sesudah kompresor dan sebelum kondensor, menggunakan pelat alumunium sebagai wadah TEG dan penyimpan panas berukuran panjang 20 cm, lebar 8 cm, tebal 0,8 cm yang sudah dimodifikasi diberikan alur pipa $\frac{1}{4}$ berjumlah 5 buah alur, pada sistem pendingin menggunakan *heatsink* dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 8 cm, ketebalan sisir 0,2 cm, tipe termoelektrik generator yang digunakan pada saat pengujian TEG SP-1848-27145 SA yang dirangkai seri dengan variasi 2, 6, 10 menggunakan variasi tanpa pendingin, pendingin air kondensasi, pendingin fan, pendingin air kondensasi dan fan pada *heatsink*
2. Hasil pengukuran dengan 2, 6, 10 buah modul termoelektrik generator menggunakan rangkaian seri yang dipasang pada permukaan pelat alumunium yang sudah dimodifikasi pada *super heat air conditioner* menghasilkan energi listrik dengan satuan Volt, Ampere dan Daya, pada pengujian 2 TEG menghasilkan energi listrik dengan nilai 1.898 Volt, 0,026 Ampere dan daya 0,05107 Watt dengan temperatur ΔT 34,4 °C, pada pengujian 6 TEG mendapatkan hasil energi listrik dengan nilai 2,747 Volt, 0,0135 dan daya 0,371601 Watt dengan temperatur ΔT 35,5 °C, hasil pengujian 10 TEG memiliki hasil yang tertinggi dari 2, 6 TEG dengan nilai energi listrik 2,681 Volt, 0,0151, dan daya 0,405024 Watt dengan temperatur ΔT 34,5 °C. Berdasarkan hasil energi listrik yang dihasilkan

dari pemanfaatan sisa pembuangan panas *superheat air conditioner* dengan menggunakan sistem termoelektrik generator (TEG), sistem TEG tersebut mampu menghidupkan alat elektronik rumah tangga yang memerlukan tegangan dibawah 5 Volt, arus 0,151 Ampere dan daya 1 Watt

5.2 Saran

Dalam pembuatan Skripsi ini penulis mempunyai saran yang diharapkan dapat dipakai sebagai masukan yaitu :

1. Dalam penggunaan dan pembacaan alat ukur diharapkan mahasiswa teliti dan fokus dalam pembacaan alat ukur agar mendapatkan data yang akurat.
2. Dalam pengujian yang dilakukan selanjutnya sebaiknya dilakukan pemanfaatan sumber panas pada kompresor.
3. Dalam melakukan pengujian sistem TEG sebaiknya dilakukan dengan sambungan seri yang dikarenakan sambungan paralel tidak menghasilkan ampere (I).
4. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan melakukan pengukuran pada sistem refrigerasi yang bertujuan untuk mengetahui bagai mana pengaruh penambahan sistem TEG terhadap sistem refrigerasi

DAFTAR PUSTAKA

- Andrapica, G., Iman Mainil, R., & Azridjal Aziz, dan. (2015). Pengujian Thermoelectric Generator Sebagai Pembangkit Listrik Dengan Sisi Dingin Menggunakan Air Bertemperatur 10 °c. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 14(1), 45–50. Diakses tanggal 5 januari 2024
- Arkundato, A., Misto, Jatisukamto, G., Maulina, W., & Khalif Ardian Syah. (2020). *Modul Teg (Thermoelectric Generator) Konversi Panas Menjadi Listrik Untuk Aplikasi Pandebesit Artoto*. 24(2), 25–30. Diakses tanggal 2 februari 2024
- Artha, I. P. Y. (2020). Desain Modul Termoelektrik sebagai Pembangkit Tenaga Listrik dari Sisa Pembuangan Air Conditioner. *Pembangkit energi listrik*, 2(3), 1–45. Diakses tanggal 9 januari 2024
- Bizzy, I. (2013). Kaji Eksperimental Kotak Pendingin Minuman Kaleng Dengan Termoelektrik Bersumber Dari Arus Kendaraan Dalam Rangkaian Seri Dan Paralel. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Diakses tanggal 8 februari 2024
- Ginanjari, Hiendro, A., & Suryadi, D. (2019). Perancangan dan Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Termoelektrik dengan Menggunakan Kompor Surya sebagai Media Pemusat Panas. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1). Diakses tanggal 7 januari 2024
- Haryanto, A. (2019). *Energi Indonesia Dan Energi Terbarukan*. Energi terbarukan, 2(1), 1–15. Diakses tanggal 6 januari 2024
- Hermawan, I., & Idris, I. (2014). Kajian Potensi Energi Panas Buangan dari Air Conditioner (Ac). *Teknovasi*, 1(2), 1–7. Diakses tanggal 6 januari 2024
- Irwin, R. dan P. (2022). *Buku Ajar Termoelektrik Teori & Aplikasi*. Diakses tanggal 1 januari 2024
- 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. *Science Electro*, 13(1). Diakses tanggal 2 januari 2024
- Putri, S. W. K., Yushardi, & Supriadi, B. (2016). Analisis Variasi Tipe Kondensor Air Conditioning (Ac). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(3), 293–298. Diakses tanggal 16 januari 2024

- Rakman. A. 2023. Stopwatch: Pengertian, Jenis, Komponen dan Cara Menggunakan. Terdapat : pada <https://rakhman.net/ilmu-pengetahuan/stopwatch>. Diakses tanggal 1 februari 2024
- Syahriszani. R. 2023. Termokopel Adalah: Pengertian, Jenis, Fungsi, dan Cara Kerjanya Terdapat pada : <https://ilmuelektro.id/termokopel-adalah-pengertian-jenis-fungsi-dan-cara-kerjanya>. Diakses tanggal 1 februari 2024
- Saparudin*. D. 2023. 10 Rekomendasi Thermal Paste Terbaik untuk Mendinginkan PC Terdapat pada : <https://carisinyal.com/thermal-paste-terbaik>. Diakses pada tanggal 4 februari 2024
- Wahid, Junaidi, A. (2014). Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1). 9 januari 2024