

SKRIPSI

KAJI EKSPERIMENTAL KOTAK PENDINGIN DENGAN *THERMOELECTRIC COOLER* VARIASI KECEPATAN ALIRAN AIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



MUHAMMAD TAUFIK HIDAYAT

03051181823098

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

SKRIPSI

KAJI EKSPERIMENTAL KOTAK PENDINGIN DENGAN *THERMOELECTRIC COOLER* VARIASI KECEPATAN ALIRAN AIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:

MUHAMMAD TAUFIK HIDAYAT

03051181823098

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

KAJI EKSPERIMENTAL KOTAK PENDINGIN DENGAN *THERMOELECTRIC COOLER* VARIASI KECEPATAN ALIRAN AIR

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:
MUHAMMAD TAUFIK HIDAYAT
03051181823098

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, Agustus 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T.
NIP. 196005281989031002

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD TAUFIK HIDAYAT
NIM : 03051181823098
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : KAJI EKSPERIMENTAL KOTAK PENDINGIN
DENGAN *THERMOELECTRIC COOLER* VARIASI
KECEPATAN ALIRAN AIR
DIBUAT : APRIL 2021
SELESAI : AGUSTUS 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, Agustus 2022
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi



Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T.
NIP. 196005281989031002

HALAMAN PERSETUJUAN


Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “**KAJI EKSPERIMENTAL KOTAK PENDINGIN DENGAN THERMOELECTRIC COOLER VARIASI KECEPATAN ALIRAN AIR**” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Juli 2022

Palembang, Agustus 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph. D
NIP. 195606041986021001

()

Sekretaris:

2. Aneka Firdaus, S.T., M.T.
NIP. 197502261999031001

()

Anggota:

3. Ir. Dyos Santoso, M.T.
NIP. 196012231991021001

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112351997021001

Pembimbing Skripsi


Dr. Ir. Irwin Hizzy, M.T.
NIP. 196005281989031002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Taufik Hidayat
NIM : 03051181823098
Judul : Kaji Eksperimental Kotak Pendingin Dengan *Thermoelectric Cooler* Variasi Kecepatan Aliran Air

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Agustus 2022



Muhammad Taufik Hidayat
NIM. 03051181823098

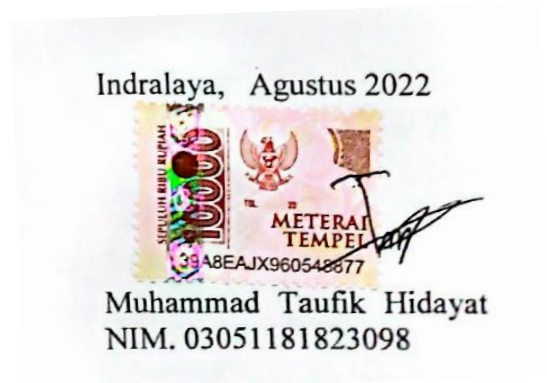
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Taufik Hidayat
NIM : 03051181823098
Judul : Kaji Eksperimental Kotak Pendingin Dengan *Thermoelectric Cooler* Variasi Kecepatan Aliran Air

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. skripsi ini berjudul **“KAJI EKSPERIMENTAL KOTAK PENDINGIN DENGAN THERMOELECTRIC COOLER VARIASI KECEPATAN ALIRAN AIR”**.

skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan proposal skripsi ini tentunya penulis tidak berkerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Allah SWT yang telah memberikan Nikmat, Rahmat dan Karunia.
2. Bapak Alm.Hermansyah dan Ibu saya tercinta Maya Ira susanti serta kakak M. Jaya Kurniawan yang selalu memberi semangat dalam mengerjakan skripsi.
3. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T selaku sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
4. Irsyadi Yani S.T, M.,Eng,Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
5. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
6. Ir. Hj, Mawarni, M.T selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Fadhil Fuad Rachman, S.T., M.T. yang senantiasa membantu dan mengarahkan penulis dalam melaksanakan penelitian

Saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini

bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang
dikemudian hari

Indralaya, Juli 2022

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters and flourishes.

Muhammad Taufik Hidayat
NIM. 03051181823098

RINGKASAN

KAJI EKSPERIMENTAL KOTAK PENDINGIN DENGAN
THERMOELECTRIC COOLER VARIASI KECEPATAN ALIRAN AIR
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Agustus 2022

Muhammad Taufik Hidayat, dibimbing oleh Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T.

Experimental Study of Cooling Boxes With Thermoelectric Cooler Water Flow
Speed Variations

xxv + 72 halaman, 5 tabel, 35 gambar

Indonesia terletak di daerah tropis yang memiliki temperatur maksimum harian biasanya melebihi 30 °C dengan kelembaban tinggi sepanjang tahun sekitar 70 - 90 %. Kenaikan temperatur yang terjadi dapat mendorong dikembangkannya ilmu teknologi yang salah satunya ialah mesin pendingin. Teknologi pendinginan adalah suatu teknologi yang dapat menimbulkan perlakuan terhadap udara untuk mengatur temperatur, kelembaban, kebersihan dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi yang diperlukan didalam suatu ruangan. Di daerah khatulistiwa seperti Indonesia pada umumnya pendinginan banyak digunakan. Mesin pendingin yang berfungsi sebagai pendingin disebut *Air Conditioning*. Pendingin adalah suatu perangkat konversi energi yang dapat membebaskan kalor dari suatu objek serta pula dari suatu ruangan ke area sekitarnya sehingga objek tersebut temperaturnya lebih rendah dibandingkan lingkungannya. Dalam hal ini mesin pendingin mempunyai beberapa jenis seperti *air conditioner* (AC), chiller, cooling tower, dan juga kulkas. Akan tetapi pada mesin pendingin memiliki salah satu elemen yang cukup berbahaya bagi lingkungan yaitu refrigerant. Refrigerant yang digunakan dalam sistem memiliki kandungan *klor* (Cl) seperti *Freon* atau *CFC* (*Chloroflourocarbon*), *Hydro Chlorofluorocarbons* (HCFCs), *HFC* (*Hybrid Fiber Coax*) dapat menyebabkan pemanasan global dan memberikan masalah yang cukup serius untuk lingkungan. Dalam beberapa tahun terakhir

pengembangan teknologi pendingin yang memiliki harga relatif murah, ramah lingkungan serta ringkas dan praktis telah dilakukan. Hal ini mengarah pada penemuan dan penggunaan *Thermoelectric Cooler* (TEC) yang tidak menggunakan refrigerant. *Thermoelectric Cooler* (TEC) memiliki keunggulan dibandingkan perangkat pendingin konvensional, termasuk ukurannya yang ringkas, bobot ringan tidak ada bagian mekanis yang bergerak, tidak ada fluida kerja, ditenagai oleh arus searah, dan dengan mudah beralih antara mode pendinginan dan pemanasan serta memiliki prinsip kerja menggunakan efek peltier. Efek peltier didefinisikan jika dua logam yang berbeda disambungkan kemudian dialirkan arus listrik pada sambungan tersebut maka akan terjadi fenomena pompa kalor. setiap sisi pada TEC memiliki perbedaan temperatur yang signifikan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui sistem kerja kotak pendingin menggunakan termoelektrik serta mengetahui pengaruh pada saat pendinginan temperatur dalam kotak pendingin terhadap waktu. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan membuat kotak pendingin mini berbahan dasar kotak Styrofoam dengan pendingin termoelektrik sebagai pengganti refrigerant dan air digunakan sebagai media perpindahan kalor paksa dari sisi panas TEC. Variasi dalam penelitian ini berupa tegangan listrik 6, 9, dan 12V. Hasil dari penelitian ini berupa temperatur sisi dingin yang dihasilkan paling rendah sebesar 25°C. Nilai konveksi paksa di radiator 120 – 380 W. Di waterblok memiliki nilai konveksi paksa 105-185 W. Delta temperatur dari 2,6-4,6 di seluruh pengujian. Di dalam box terjadi perpindahan kalor konveksi bebas yang memiliki nilai 0,1-0,22 W. COP yang dihasilkan 0,77 – 2,25.

Kata Kunci : Thermoelectric Cooler, Kotak Pendingin Mini, Arduino

Kepustakaan : 39 (2002-2021)

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY OF COOLING BOXES WITH THERMOELECTRIC COOLER WATER FLOW SPEED VARIATIONS

Scientific Writing in the form of a thesis, August 2022

Muhammad Taufik Hidayat, supervised of Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T.

Kaji Eksperimental Kotak Pendingin Dengan *Thermoelectric Cooler* Variasi Kecepatan Aliran Air

xxv + 72 pages, 5 tables, 35 images

Indonesia is located in the tropics where the daily maximum temperatur usually exceeds 30 °C with high humidity throughout the year around 70 - 90%. The increase in temperatur that occurs can encourage the development of technology, one of which is the cooling machine. Cooling technology is a technology that can cause air treatment to regulate temperatur, humidity, cleanliness, and distribution simultaneously in order to achieve the required conditions in a room. In equatorial regions such as Indonesia, cooling is generally widely used. The cooling machine that functions as a cooler is called Air Conditioning. Cooling is an energy conversion device that can liberate heat from an object as well as from a room to the surrounding area so that the object's temperatur is lower than its surroundings. In this case, the cooling machine has several types such as an air conditioner (AC), chiller, cooling tower, and also a refrigerator. However, the refrigeration machine has one element that is quite harmful to the environment, namely refrigerant. Refrigerants used in systems containing chlorine (Cl) such as Freon or CFCs (Chlorofluorocarbons), Hydro Chlorofluorocarbons (HCFCs), HFCs (Hybrid Fiber Coax) can cause global warming and pose serious problems for the environment. In recent years, the development of cooling technology that is relatively cheap, environmentally friendly, compact, and practical has been carried out. This led to the invention and use of a Thermoelectric Cooler (TEC) that does not use refrigerant. The Thermoelectric Cooler (TEC) has advantages

over conventional cooling devices, including its compact size, lightweight, no moving mechanical parts, no working fluid, powered by direct current, easily switches between cooling and heating modes, and has a working principle of using Peltier effect. The Peltier effect is defined as if two dissimilar metals are connected and then an electric current is applied to the connection, a heat pump phenomenon will occur. Each side of the TEC has a significant temperature difference. This study aims to determine the working system of the cooling box using thermoelectric and to determine the effect of cooling the temperature in the cooler on time. This study uses an experimental method by making a mini cooler made of a Styrofoam box with a thermoelectric cooler as a substitute for refrigerant and water is used as a forced heat transfer medium from the hot side of the TEC. Variations in this study are in the form of 6, 9, and 12V electrical voltages. The results of this study are the cold side temperature produced at the lowest of 25°C. The forced convection value in the radiator is 120 – 380 W. The water block has a forced convection value of 105-185 W. The temperature delta is from 2.6-4.6 throughout the test. In the box, there is a free convection heat transfer which has a value of 0.1-0.22 W. The resulting COP is 0.77 - 2.25.

Keywords : Thermoelectric Cooler, Mini Cooler Box, Arduino

Literature : 39 (2002-2021)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penemuan Termoelektrik	5
2.1.1 Termoelektrik.....	7
2.1.2 Prinsip Kerja Termoelektrik.....	8
2.2 Semikonduktor	12
2.2.1 Semikonduktor tipe-p.....	13
2.2.2 Semikonduktor tipe-n.....	14
2.3 Efek Efek Termoelektrik.....	14
2.3.1 Efek Seebeck.....	15
2.3.2 Efek Peltier.....	16
2.3.3 Efek Joulean heating	17
2.4 Thermoelectric cooler (TEC)	19
2.5 Material Termoelektrik	20
2.5.1 Lead Telluride (PbTe)	20
2.5.2 Silicon Germanium (SiGe)	21
2.5.3 Bismuth Telluride (Bi₂Te₃).....	22
2.6 Thermoelectric Generator	22
2.7 Perpindahan panas.....	24
2.7.1 Konduksi	24
2.7.2 Konveksi	26
2.7.3 Radiasi.....	27

2.8	Coefficient of Performance	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	29
3.2	Variabel Penelitian	30
3.3	Alat dan Bahan	31
3.4	Persiapan Instalasi Kotak Pendingin Mini	37
3.5	Desain skematik kotak pendingin tec dengan variasi aliran air	38
3.6	Prosedur Penelitian.....	39
3.7	Pengolahan data dan Analisa.....	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Pengujian.....	43
4.2	Perhitungan Daya Masuk	48
4.3	Perpindahan Kalor Konveksi Paksa	50
4.3.1	Perpindahan kalor konveksi paksa pada radiator	50
4.3.2	Perpindahan kalor konveksi paksa pada waterblock.....	53
4.4	Perpindahan Kalor Konveksi Bebas.....	58
4.5	Perhitungan Kalor Setiap Sisi Tec.....	62
4.5.1	Perhitungan Sisi Panas Tec	64
4.5.2	Perhitungan Sisi Dingin Tec.....	66
4.6	Perhitungan COP	68
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	72
DAFTAR RUJUKAN		i
LAMPIRAN.....		i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Eksperimen Termoelektrik	7
Gambar 2.2 Skematik modul Termoelektrik	7
Gambar 2.3 Skema pengoperasian termoelektrik.....	9
Gambar 2.4 Skema pendinginan Peltier	10
Gambar 2.5 Semikonduktor tipe-p	13
Gambar 2.6 Semikonduktor tipe-n	14
Gambar 2.7 Skematik dan pengaturan termoelektrik	20
Gambar 2.8 Geometri modul generator termoelektrik.	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Kotak Pendingin	32
Gambar 3.3 Thermoelectric Cooler (TEC).....	32
Gambar 3.4 Waterblock	33
Gambar 3.5 Selang	33
Gambar 3.6 Radiator	34
Gambar 3.7 Fan	34
Gambar 3.8 Adjustable Power Supply	35
Gambar 3.9 Thermal Paste	35
Gambar 3.10 Pompa mini DC	36
Gambar 3.11 Arduino atmega 2560	36
Gambar 3.12 Laptop.....	37
Gambar 3.13 Skematik kotak pendingin	38
Gambar 3.14 Skematik rangkaian paralel pada TEC-12706.....	38
Gambar 3.15 Skematik Rangkaian Seri Pada TEC-12706.....	39
Gambar 4.1 Seluruh data pengujian pada rangkaian paralel, seri dan satu TEC	43
Gambar 4.2 Data temperatur dan waktu pendinginan kotak secara Pararel.....	44
Gambar 4.3 Data temperatur dan waktu pendinginan kotak secara seri	46
Gambar 4.4 Data temperatur dan waktu pendinginan kotak secara satu tec	47

Gambar 4.5 Perpindahan kalor konveksi paksa pada radiator dan daya masuk pada rangkaian paralel, seri dan satu TEC	52
Gambar 4.6 Perpindahan kalor konveksi paksa pada waterblock dan daya masuk ke termoelektrik.....	55
Gambar 4.7 Δ temperatur termoelekterik dan daya masuk	56
Gambar 4.8 Temperatur sisi panas termoelektrik dan daya masuk	57
Gambar 4.9 Perpindahan kalor konveksi bebas sisi dingin dan dan daya masuk	61
Gambar 4.10 Pelepasan kalor sisi panas TEC	65
Gambar 4.11 Penyerapan kalor sisi dingin dan daya masuk	66
Gambar 4.12 COP dan daya masuk.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data hasil dengan menggunakan rangkaian paralel	41
Tabel 3.2 Data hasil dengan menggunakan rangkaian seri	41
Tabel 3.3 Data hasil dengan menggunakan satu tec.....	42
Tabel 4.1 Daya listrik termoelektrik.....	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sudah menghadapi perkembangan ekonomi yang cukup besar, yaitu sekitar 4,6 - 6,2 % sepanjang beberapa dekade terakhir dengan pertambahan jumlah penduduk yang selalu bertambah disetiap tahunnya. Perkembangan yang pesat ini menyebabkan kenaikan konsumsi energi pada setiap sektor dan juga menyebabkan Indonesia menjadi konsumen energi terbanyak ketiga di Asia per tahun 2018. Sementara itu, Indonesia terletak di daerah tropis yang memiliki temperatur maksimum harian biasanya melebihi 30 °C dengan kelembaban tinggi sepanjang tahun sekitar 70 - 90 %. Kenaikan temperatur yang terjadi dapat mendorong dikembangkannya ilmu teknologi yang salah satunya ialah mesin pendingin agar dapat menyimpan bahan makanan ataupun minuman sehingga awet digunakan.

Teknologi pendinginan adalah suatu teknologi yang dapat menimbulkan perlakuan terhadap udara untuk mengatur temperatur, kelembaban, kebersihan dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi yang diperlukan didalam suatu ruangan. Di daerah khatulistiwa seperti Indonesia pada umumnya pendinginan banyak digunakan pada setiap industri maupun rumah rumah. Mesin pendingin yang berfungsi sebagai pemanas disebut *heat pump* sedangkan mesin pendingin yang berfungsi sebagai pendingin disebut *Air Conditioning*. Pendinginan ini memiliki banyak peran dalam kehidupan sehari hari, seperti pendinginan es batu menggunakan box serta sebagai tempat penyimpanan makanan dan minuman.

Pendingin adalah suatu perangkat konversi energi yang dapat membebaskan kalor dari suatu objek serta pula dari suatu ruangan ke area sekitarnya sehingga objek tersebut temperaturnya lebih rendah dibandingkan

lingkungannya. Dalam hal ini mesin pendingin mempunyai beberapa jenis seperti *air conditioner* (AC), chiller, cooling tower, dan juga kulkas. Akan tetapi pada mesin pendingin memiliki salah satu elemen yang cukup berbahaya bagi lingkungan yaitu refrigerant. Refrigerant yang digunakan dalam sistem memiliki kandungan klor (Cl) seperti *Freon* atau *CFC* (*Chloroflourocarbon*), *Hydro Chlorofluorocarbons* (*HCFCs*), *HFC* (*Hybrid Fiber Coax*) dapat menyebabkan pemanasan global dan memberikan masalah yang cukup serius untuk lingkungan. Tidak hanya itu Refrigerant dapat menipiskan lapisan ozon yang bertugas untuk menyaring ultraviolet yang masuk ke permukaan bumi dan menyebabkan efek yang berkepanjangan Waktu yang diperlukan agar refrigerant hilang dari atmosfer ialah 18 tahun. Selain itu satu molekul HFC dapat menghancurkan ribuan molekul O_3 yang terkandung dalam lapisan ozon sehingga dapat menciptakan ancaman tidak hanya untuk kestabilan sistem bumi tetapi juga terhadap keberadaan bumi. Selain itu *HFC* (*Hybrid Fiber Coax*) bertanggung jawab atas peningkatan temperatur bumi sebesar 10%. Maka penggunaan Refrigerant sebagai media pendinginan menjadi tidak ramah lingkungan. Dikarenakan dapat memicu pemanasan global dan mengakibatkan efek buruk lainnya bagi lingkungan.

Dalam beberapa tahun terakhir pengembangan teknologi pendingin yang memiliki harga relatif murah, ramah lingkungan serta ringkas dan praktis telah dilakukan. Hal ini mengarah pada penemuan dan penggunaan *Thermoelectric Cooler* (TEC) yang tidak menggunakan refrigerant. *Thermoelectric Cooler* (TEC) memiliki keunggulan dibandingkan perangkat pendingin konvensional, termasuk ukurannya yang ringkas, bobot ringan tidak ada bagian mekanis yang bergerak, tidak ada fluida kerja, ditenagai oleh arus searah, dan dengan mudah beralih antara mode pendinginan dan pemanasan serta memiliki prinsip kerja menggunakan efek peltier. Efek peltier ialah pada saat dua logam memiliki beda material dihubungkan lalu diberikan arus listrik kepada sambungan dari dua logam tersebut maka akan terjadi fenomena pompa kalor. Pada TEC memiliki perbedaan temperatur yang sangat besar. Di sisi dingin digunakan untuk mendinginkan udara sekitar sehingga tidak perlu lagi menggunakan kompresor pendingin seperti mesin pendingin pada umumnya. Pada pendingin

termoelektrik ada kurangnya yaitu temperatur dingin yang dibutuhkan dipengaruhi oleh pembuangan kalor di sisi panas TEC sehingga jika pembuangan panas pada sisi panas TEC tidak maksimal maka pendinginan pada sisi yang lainnya tidak maksimal.

Atas dasar tersebut penulis untuk mengambil tugas akhir / skripsi: “Kaji Eksperimental Kotak Pendingin dengan *Thermoelectric Cooler* Variasi Kecepatan Aliran Air”

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari uraian di atas adalah bagaimana merancang kotak pendingin dengan modul TEC agar sisi panas permukaan modul TEC didinginkan dengan air yang bersirkulasi secara kontinyu untuk meningkatkan efek Peltier dengan memvariasikan tegangan masuk ke termoelektrik dan pengaruhnya juga terhadap sisi dingin termoelektrik.

1.3 Batasan Masalah

Tidak sedikitnya permasalahan yang muncul maka dibutuhkan pembatasan masalah. Adapun beberapa batasan masalah untuk penelitian ini antara lain :

- a. *Thermoelectric Cooler* (TEC) yang digunakan adalah TEC1-12706.
- b. Udara lingkungan sekitar diasumsikan memiliki kelembapan dan temperatur yang berubah ubah terhadap waktu pengujian.
- c. Aliran air yang bergerak menggunakan pompa yang berfungsi sebagai alat pendukung penggerak aliran air.
- d. Ruang kotak pendingin berukuran $39.5 \times 30.5 \times 20$ cm

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui sistem kerja kotak pendingin menggunakan termo elektrik.
2. Mengetahui pengaruh pada saat pendinginan temperatur dalam kotak pendingin terhadap waktu.
3. Mengetahui pengaruh pembuangan kalor menggunakan media aliran air yang bergerak terhadap kapasitas pendingin yang dihasilkan.
4. Mengetahui pelepasan dan pembuangan kalor secara konveksi bebas dan konveksi paksa pada kotak pendingin

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, antara lain

1. Sebagai salah satu referensi tambahan bagi mahasiswa Teknik Mesin dalam penelitian-penelitian selanjutnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdurrachman, H., 2018. Perancangan AC Sentral pada Gedung G Institut Teknologi Indonesia. *J. Tek. Mesin ITI* 2, 35–41. <https://doi.org/10.31543/jtm.v2i2.156>
- Adrianto, Kennedy M, Reyhan Kiay Demak, D.S.W., 2019. KAJI EKSPERIMENTAL PENGARUH KECEPATAN SIRKULASI AIR PADA DISPENSER TERHADAP UNJUK KERJA SISTEM PENDINGIN TERMOELETRIK Adrianto, Kennedy M, Reyhan Kiay Demak, Danny Syamsu Wawolumaja 10, 1009–1017.
- Agus Salim, A.T., Indarto, B., 2018. Studi Eksperimental Karakterisasi Elemen Termoelektrik Peltier Tipe TEC. *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.* 3, 179–182. <https://doi.org/10.32486/jeecae.v3i1.211>
- Amrullah, Djafar, Z., Piarah, W.H., 2015. Penerapan Termoelektrik Ganda pada Mesin Pendingin Air Minum sebagai Solusi Penghematan Energi. *J. Teknol. Terap.* 1, 42–48.
- Aziz, A., Subroto, J., Silpana, V., 2015. Aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai media pendingin kotak minuman. *Technology* 1–7.
- Beretta, D., Neophytou, N., Hodges, J.M., Kanatzidis, M.G., Narducci, D., Martin-Gonzalez, M., Beekman, M., Balke, B., Cerretti, G., Tremel, W., Zevalkink, A., Hofmann, A.I., Müller, C., Dörling, B., Campoy-Quiles, M., Caironi, M., 2019. Thermoelectrics: From history, a window to the future. *Mater. Sci. Eng. R Reports* 138, 210–255. <https://doi.org/10.1016/j.mser.2018.09.001>
- Bhukesh, S.K., Kumar, A., Gaware, S.K., 2019. Bismuth telluride (Bi₂Te₃) thermoelectric material as a transducer for solar energy application. *Mater. Today Proc.* 26, 3131–3137. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.646>
- Bizzy, I., Apriansyah, R., 2013. Kaji Eksperimental Kotak Pendingin Minuman Kaleng Dengan Termoelektrik Bersumber Dari Arus DC Kendaraan dalam

- Rangkaian Seri dan Paralel. Proceeding Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin XII (SNTTM XII) 23–24.
- Cengel, Y.A., 2004. Heat Transference a Practical Approach. MacGraw-Hill, 4, 874.
- Christopel, B., 2020. Uji eksperimental kotak pendingin termoelektrik berbasis tenaga surya dengan menggunakan arus listrik panel surya skripsi.
- Dughaiash, Z.H., 2002. Lead telluride as a thermoelectric material for thermoelectric power generation. *Phys. B Condens. Matter* 322, 205–223. [https://doi.org/10.1016/S0921-4526\(02\)01187-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4526(02)01187-0)
- Fernández-Yáñez, P., Romero, V., Armas, O., Cerretti, G., 2021. Thermal management of thermoelectric generators for waste energy recovery. *Appl. Therm. Eng.* 196. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117291>
- Forsberg, C.H., 2021. Introduction to heat transfer. *Heat Transf. Princ. Appl.* 1–21. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-802296-2.00001-9>
- Francis, O., Lekwuwa, C.J., John, I.H., 2013. Performance Evaluation of a Thermoelectric Refrigerator. *Int. J. Eng. Innov. Technol.* 2, 18–24.
- Ganji, D.D., Sabzehmeidani, Y., Sedighiamiri, A., 2018. Conduction–Convection Heat Transfer, Nonlinear Systems in Heat Transfer. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812024-8.00002-3>
- Goupil, C., Seifert, W., Zabrocki, K., Müller, E., Snyder, G.J., 2011. Thermodynamics of thermoelectric phenomena and applications. *Entropy* 13, 1481–1517. <https://doi.org/10.3390/e13081481>
- Habibi, A.S., 2017. Pengaruh Jumlah Penggunaan Tec1-12706 terhadap Unjuk Kerja Prototype Mesin Pendingin Termoelektrik 29–33.
- Ilham, R.M., Pebrianto, A.D., Pembimbing, D., Pirngadi, H., Suhanto, A., Industri, F.T., 2016. RANCANG BANGUN KULKAS PORTABLE.
- Jia, N., Cao, J., Tan, X.Y., Dong, J., Liu, H., Ivan Tan, C.K., Xu, J., Yan, Q., Loh, X.J., Suwardi, A., 2021. Thermoelectric Materials and Physics. *Mater. Today Phys.* 100519. <https://doi.org/10.1016/j.mtphys.2021.100519>
- Kwan, T.H., Zhao, B., Liu, J., Pei, G., 2020. Performance analysis of the sky radiative and thermoelectric hybrid cooling system. *Energy* 200, 117516. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117516>

- Li, J., Tay, B.W.Y., Lei, J., Yang, E.H., 2021. Experimental investigation of Seebeck effect in metakaolin-based geopolymer. *Constr. Build. Mater.* 272, 121615. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121615>
- Li, M., Dizaji, H.S., Asaadi, S., Jarad, F., Anqi, A.E., Wae-hayee, M., 2021. Thermo-economic, exergetic and mechanical analysis of thermoelectric generator with hollow leg structure; impact of leg cross-section shape and hollow-to-filled area ratio. *Case Stud. Therm. Eng.* 27, 101314. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101314>
- Lucas, S., Bari, S., 2021. Cooling by Peltier Effect and Active Control Systems to Thermally Manage Operating Temperatures of Electrical Machines (Motors and Generators). *Therm. Sci. Eng. Prog.* 100990. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2021.100990>
- Luo, D., Yan, Y., Wang, R., Zhou, W., 2021. Numerical investigation on the dynamic response characteristics of a thermoelectric generator module under transient temperature excitations. *Renew. Energy* 170, 811–823. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.026>
- Muhammad Faizal Syukrillah¹, Rahmat Iman Mainil², A.A., 2016. Pengujian mesin pendingin minuman 3, 1–5. *Munawar*.2021, 2021. V12 n1 79–86.
- Ninla Elmawati Falabiba, 2019. 濟無No Title No Title No Title.
- Nulhakim, L., 2017. Uji Unjuk Kerja Pendingin Ruangan Berbasis Thermoelectric Cooling. *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.* 8, 85–90. <https://doi.org/10.24176/simet.v8i1.829>
- Nulhakim, L., Studi, P., Mesin, T., Indorama, P.E., 2017. Uji unjuk kerja pendingin ruangan berbasis. *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.* 8, 85–90.
- Rahman, M.A., 2014. A Review on Semiconductors Including Applications and Temperature Effects in Semiconductors. *Am. Sci. Res. J. Eng. Technol. Sci.* ISSN 7, 50–70.
- Riffat, S.B., Ma, X., 2003. Thermoelectrics: A review of present and potential applications. *Appl. Therm. Eng.* 23, 913–935. [https://doi.org/10.1016/S1359-4311\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S1359-4311(03)00012-7)

- Rogolino, P., Cimmelli, V.A., 2020. Thermoelectric efficiency of silicon–germanium alloys in finite-time thermodynamics. *Entropy* 22, 1–12. <https://doi.org/10.3390/e22101116>
- Rokhimi, I.P., 2017. Alat Peraga Pembelajaran Laju Hantaran Kalor Konduksi. *Pros. Semin. Nas. Fis. dan Pendidik. Fis.* 6, 1.
- Santamouris, M., 2016. Cooling the buildings – past, present and future. *Energy Build.* 128, 617–638. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.034>
- Sary, R., 2017. Kaji eksperimental pengeringan biji kopi dengan menggunakan sistem konveksi paksa. *J. POLIMESIN* 14, 13. <https://doi.org/10.30811/jpl.v14i2.337>
- Shtern, M., Rogachev, M., Shtern, Y., Sherchenkov, A., Babich, A., Korchagin, E., Nikulin, D., 2021. Thermoelectric properties of efficient thermoelectric materials on the basis of bismuth and antimony chalcogenides for multisection thermoelements. *J. Alloys Compd.* 877, 160328. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.160328>
- Terna, A.D., Elemike, E.E., Mbonu, J.I., Osafire, O.E., Ezeani, R.O., 2021. The future of semiconductors nanoparticles: Synthesis, properties and applications. *Mater. Sci. Eng. B Solid-State Mater. Adv. Technol.* 272, 115363. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2021.115363>
- Wang, Jing, Wang, Jiang bo, Long, Z. yi, Zhu, T., Li, Z. sheng, Jiang, Z. chuan, Liu, J., 2021. Design and application of a cooling device based on peltier effect coupled with electrohydrodynamics. *Int. J. Therm. Sci.* 162, 106761. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2020.106761>
- Zhao, D., Tan, G., 2014. A review of thermoelectric cooling: Materials, modeling and applications. *Appl. Therm. Eng.* 66, 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2014.01.074>