

SKRIPSI

**THERMOELECTRIC SEBAGAI PENDINGIN
MINUMAN KALENG DAN PEMBANGKIT DAYA
LISTRIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :
I Putu Bagus Sebastian
NIM: 1915344027

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

THERMOELECTRIC SEBAGAI PENDINGIN MINUMAN KALENG DAN PEMBANGKIT DAYA LISTRIK

Oleh :

I Putu Bagus Sebastian

NIM. 1915344027

Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk
diujikan pada Ujian Skripsi
di
Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 8 Agustus 2023


Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



(Dr. Eng. I Ketut Swardika, S.T.,M.Si.)
NIP. 197005021999031002

Dosen Pembimbing 2:



(I Nengah Suparta, S.T., M.T.)
NIP. 1917409201999031002

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

THERMOELECTRIC SEBAGAI PENDINGIN MINUMAN KALENG DAN PEMBANGKIT DAYA LISTRIK

Oleh :

I Putu Bagus Sebastian

NIM. 1915344027

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 10 Agustus 2023,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 10 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :

1. (I Gst. Pt. Mastawan Eka Putra, S.T.,M.T.)
NIP. 19780112002121003

2. (I Nyoman Sukarma, S.ST.,M.T.)
NIP. 196907051994031004

Dosen Pembimbing :

1. (Dr. Eng. I Ketut Swardika, S.T.,M.Si.)
NIP. 197005021999031002

2. (I Nengan Suparta, S.T.,M.T.)
NIP. 1917409201999031002

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.
NIP. 196705021993031005

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

THERMOELECTRIC SEBAGAI PENDINGIN MINUMAN KALENG DAN PEMBANGKIT DAYA LISTRIK

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 31 Agustus 2023

Yang menyatakan



I Putu Bagus Sebastian

NIM. 1915344027

ABSTRAK

Thermoelectric adalah elemen yang memiliki sifat memanfaatkan efek Peltier untuk pendinginan melalui proses konversi energi langsung yang disebabkan oleh perbedaan suhu setelah tegangan yang diberikan. Dalam penelitian ini dilakukan penggunaan Thermoelectric sebagai pendingin minuman kaleng portabel dengan sumber tegangan DC. Sistem yang dirancang menggunakan sensor suhu Thermistor NTC (Negative Temperature Coefficient), Potensiometer, dan sensor tegangan DC sebagai input sedangkan MCU ESP32 sebagai pemroses menghasilkan output pada Relay untuk memutus dan menyambungkan arus listrik ke Thermoelectric dan kipas. Suhu sisi panas pada Thermoelectric ditempel pada Heatsink besar untuk menyerap panas. Panas yang diserap oleh Heatsink akan dibuang menggunakan kipas agar suhu pada Heatsink menurun. Suhu sisi dingin pada Thermoelectric ditempel Coldsink dan kipas agar mempercepat penurunan suhu pada tempat minuman. Thermoelectric juga dimanfaatkan sebagai pembangkit energi listrik. Tempat minuman kaleng ini terintegrasi dengan sistem monitoring berbasis aplikasi berupa data logger untuk mengetahui kinerja Thermoelectric. Pada penelitian ini, dilakukan pengembangan sehingga menghasilkan sebuah Tempat minuman kaleng yang berukuran panjang 30cm, lebar 19cm, dan tinggi 23cm Sehingga dapat mendinginkan 3 minuman kaleng. Pengujian pada dilakukan bagian modul stepdown, sensor potensiometer, sensor suhu, power supply, pengujian thermoelectric, pengujian Thermoelectric dengan heatsink, pengujian Thermoelectric dengan Heatsink dan kipas, dan pengujian Thermoelectric sebagai generator.

Kata kunci: *Thermoelectric, kontrol suhu, NTC, ESP32, Google Spreadsheet*

ABSTRACT

Thermoelectric is an element that has the property of utilizing the Peltier effect for cooling through a direct energy conversion process caused by a temperature difference after a given voltage. In this study, the use of Thermoelectric as a portable canned beverage cooler with a DC voltage source was carried out. The designed system uses a Thermistor NTC (Negative Temperature Coefficient) temperature sensor, potentiometer, and a DC voltage sensor as input while the MCU ESP32 as a processor produces output on the relay to disconnect and connect electric current to the thermoelectric and fan. The hot side temperature on the Thermoelectric is attached to a large Heatsink to absorb heat. The heat absorbed by the Heatsink will be removed using a fan so that the temperature on the Heatsink decreases. The temperature on the cold side of the Thermoelectric is affixed to a Coldsink and a fan to speed up the temperature drop in the drink holder. Thermoelectric is also used as a generator of electrical energy. This canned beverage holder is integrated with an application-based monitoring system in the form of a data logger to determine Thermoelectric performance. In this study, development was carried out to produce a canned drink container measuring 30cm long, 19cm wide and 23cm high so that it could cool 3 canned drinks. Tests were carried out on the stepdown module, potentiometer sensor, temperature sensor, power supply, thermoelectric testing, thermoelectric testing with heatsinks, thermoelectric testing with heatsinks and fans, and thermoelectric testing as a generator.

Keywords: *Thermoelectric, temperature control, NTC, ESP32, Google Spreadsheet*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi asa Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya telah memberikan nikmat Kesehatan dan hikmat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi dengan baik sesuai dengan waktu yang telah direncanakan yang berjudul : “THERMOELECTRIC SEBAGAI PENDINGIN MINUMAN KALENG DAN PEMBANGKIT DAYA LISTRIK”.

Saya menyadari bahwa Skripsi ini tidak dapat tersusun tanpa mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak oleh karena itu dalam kesempatan yang baik ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih setinggi-tingginya dan tidak terhingga kepada yang terhormat:

1. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, S.T.,M.Sc.,Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak Dr. Eng. I Ketut Swardika, S.T.,M.Si. selaku Dosen pembimbing I dan I Nengah Suparta,S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan aktu untuk memberikan masukan, bimbingan, dan motivasi yang membangun kepada saya hingga Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Staf pengajar Program Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali atas segala ilmu, masukan dan bantuan yang telah diberikan kepada saya
5. Kepada keluarga yang sangat saya cintai dan hormati yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, doa, nasehat, dan motivasi hingga sampai pada detik ini saya tetap kuat dan bersemangat dalam menyelesaikan studi.
6. Kepada sahabat-sahabat saya yang membantu dan selalu memberikan dukungan dan motivasi. Terima kasih atas kasih sayang dan dukungan yang diberikan hingga saat ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi.

Akhir kata, saya menyadari skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan skripsi ini semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bukit Jimbaran,8 Agustus 2023



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika penulisan	4
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2

1.3.	Batasan Masalah	3
1.4.	Tujuan Penelitian	3
1.5.	Manfaat Penelitian	3
1.6.	Sistematika penulisan	4
BAB II		5
TINJAUAN PUSTAKA		5
2.1.	Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2.	Landasan Teori.....	7
2.2.1.	ESP32.....	7
2.2.2.	Sensor Suhu NTC.....	7
2.2.3.	<i>Relay</i>	8
2.2.4.	Sensor Tegangan DC.....	9
2.2.5.	<i>Thermoelectric</i>	9
2.2.6.	<i>Buck Converter</i>	10
2.2.7.	<i>Heatsink</i> dan Kipas.....	11
2.2.8.	Potensiometer	11
2.2.9.	<i>Liquid Crystal Display</i>	12
2.2.10.	Sekring.....	12
2.2.11.	<i>Boost Converter 5V</i>	13
2.2.12.	<i>Power Supply 12V 10A</i>	14
BAB III		15
METODE PENELITIAN		15
3.1.	Rancangan Sistem.....	15
3.1.1.	Rangkaian Input Sistem Tegangan	16
3.1.1.1.	<i>Buck Converter 3A</i>	16
3.1.1.2.	<i>Buck Converter 12A</i>	18
3.1.1.3.	Power Supply.....	20
3.1.2.	Rangkaian Input Sistem Deteksi	21
3.1.2.1.	Potensiometer	21
3.1.2.2.	Sensor suhu Thermistor.....	22
3.1.2.3.	Sensor tegangan DC	23
3.1.3.	Rangkaian Proses	24
3.1.3.1.	ESP32	24
3.1.4.	Rangkaian Output.....	25

3.1.4.1.	LCD	25
3.1.4.2.	Relay	27
3.1.4.3.	Boost Converter 5V	28
3.1.5.	Diagram Skematik Sistem	30
3.1.6.	Kebutuhan Fungsional Sistem	37
3.2.	Implementasi Sistem.....	38
3.2.1.	Perancangan Hardware.....	38
3.2.2.	Perancangan <i>Software</i>	40
3.3.	Pengujian/Analisa Hasil Penelitian.....	43
3.4.	Hasil Yang Diharapkan.....	50
BAB IV		51
HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1.	Hasil Implementasi Sistem	51
4.1.1.	Implementasi Alat	51
4.1.2.	Data Hasil Pengujian Buck Converter 3A	54
4.1.3.	Data Hasil Pengujian Buck Converter 12A	55
4.1.4.	Data Hasil Pengujian Power Supply 12V 10A	56
4.1.5.	Data Hasil Pengujian Potensiometer 10 Kilo Ohm	57
4.1.6.	Data Hasil Pengujian Sensor Suhu NTC	58
4.1.7.	Data Hasil Pengujian Sensor Tegangan DC	59
4.1.8.	Implementasi Software	60
4.1.9.	Implementasi Aplikasi	65
4.1.10.	Implementasi Penyimpanan Data	72
4.2.	Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian	72
4.2.1.	Pengujian Thermoelectric	72
4.2.2.	Pengujian Thermoelectric dengan Heatsink.....	74
4.2.3.	Pengujian Thermoelectric dengan Heatsink dan kipas	76
4.2.4.	Pengujian Thermoelectric Sebagai Generator (Pembangkit Daya Listrik)	79
BAB V		81
KESIMPULAN DAN SARAN		81
5.1.	Kesimpulan	81
5.2.	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	ESP32.....	7
Gambar 2. 2	Sensor Suhu NTC	8
Gambar 2. 3	Modul Relay	8
Gambar 2. 4	Sensor Tegangan DC	9
Gambar 2. 5	Thermoelectric	10
Gambar 2. 6	Buck Converter	10
Gambar 2. 7	Heatsink dan Kipas	11
Gambar 2. 8	Potensiometer.....	12
Gambar 2. 9	LCD 16X2.....	12
Gambar 2. 10	Sekring	13
Gambar 2. 11	Boost Converter 5V	13
Gambar 2. 12	Power Supply 12V 10A	14
Gambar 3. 1	Blok Diagram Sistem.....	15
Gambar 3. 2	Skematik Buck Converter 3A	16
Gambar 3. 3	Skematik Buck Converter 12A	18
Gambar 3. 4	Skematik Power Supply 12V 10A	20
Gambar 3. 5	Skematik Potensiometer	22
Gambar 3. 6	Skematik Sensor Suhu	22
Gambar 3. 7	Skematik Sensor Tegangan DC	23
Gambar 3. 8	Skematik ESP32	24
Gambar 3. 9	Skematik LCD 16X2 I2C	25
Gambar 3. 10	Skematik Relay 12 V	27
Gambar 3. 11	Skematik Boost Converter 5V	28
Gambar 3. 12	Desain Tempat Pendingin Minuman Kaleng.....	29
Gambar 3. 13	Diagram Skematik Sistem	30
Gambar 3. 14	Skematik Hardware.....	38
Gambar 3. 15	Rancangan Software	40
Gambar 3. 16	Software Arduino IDE.....	41
Gambar 3. 17	Google Spreadsheet	41
Gambar 3. 18	Flowchart	43

Gambar 3. 19 Gambar Rangkaian Thermoelectric	44
Gambar 3. 20 Gambar Rangkaian Thermoelectric dengan Heatsink	46
Gambar 3. 21 Gambar Rangkaian Thermoelectric dengan Heatsink dan kipas	48
Gambar 3. 22 Rangkaian Thermoelectric sebagai Generator	50
Gambar 4. 1 Tampak Keseluruhan	51
Gambar 4. 2 Tampak Luar Bagian Atas	52
Gambar 4. 3 Tampak Dalam Bagian Atas	53
Gambar 4. 4 Tampak Tempat Minuman.....	53
Gambar 4. 5 Pengujian buck converter 3A.....	54
Gambar 4. 6 Pengujian buck converter 12A.....	55
Gambar 4. 7 Pengujian power supply 12V 10A	56
Gambar 4. 8 Pengujian potensiometer.....	57
Gambar 4. 9 Pengujian Sensor Suhu NTC	58
Gambar 4. 10 Pengujian Sensor Tegangan DC	59
Gambar 4. 11 Library	60
Gambar 4. 12 Mendefinisikan Library	60
Gambar 4. 13 Definisi Void Setup	61
Gambar 4. 14 Definisi Void Loop	62
Gambar 4. 15 Menampilkan Serial monitor dan LCD serta menghubungkan ke Google AppsScript	63
Gambar 4. 16 Program perintah kondisi Thermoelectric OFF	64
Gambar 4. 17 Program perintah kondisi Thermoelectric ON.....	65
Gambar 4. 18 Program Apps Script tanggal, waktu dan id Google Spreadsheet	66
Gambar 4. 19 Program Apps Script tabel kolom pada Google Spreadsheet dari http client ESP32.....	67
Gambar 4. 20 Tampilan Grafik Suhu Tempat Minuman.....	69
Gambar 4. 21 Tampilan Grafik Heatsink Luar	70
Gambar 4. 22 Tampilan Grafik Tegangan Thermoelectric	71
Gambar 4. 23 Tampilan Grafik Setpoint	71
Gambar 4. 24 Tampilan penyimpanan data logger di Google Spreadsheet	72
Gambar 4. 25 Pengujian Thermoelectric	73
Gambar 4. 26 Pengujian Thermoelectric dengan Heatsink	75

Gambar 4. 27 Pengujian Thermoelectric dengan Heatsink dan kipas	77
Gambar 4. 28 Pengujian Thermoelectric sebagai generator	79

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Daftar Alamat I2C	26
Tabel 3. 2	Kebutuhan Fungsional Sistem Hardware	37
Tabel 3. 3	Kebutuhan Fungsional Sistem Software.....	38
Tabel 3. 4	Pengujian Thermoelectric dengan sumber tegangan output Buck Converter44	
Tabel 3. 5	Pengujian Thermoelectric dengan sumber tegangan konstan.....	45
Tabel 3. 6	Pengujian Thermoelectric dan Heatsink dengan sumber tegangan output Buck Converter.....	46
Tabel 3. 7	Pengujian Thermoelectric dan Heatsink dengan sumber tegangan konstan47	
Tabel 3. 8	Pengujian Thermoelectric, Heatsink, dan kipas dengan sumber tegangan Buck Converter.....	48
Tabel 3. 9	Pengujian Thermoelectric, Heatsink, dan kipas dengan sumber tegangan konstan.....	49
Tabel 3. 10	Pengujian tegangan dan arus yang dihasilkan oleh Thermoelectric	50
Tabel 4. 1	Hasil Pengujian buck converter 3A	54
Tabel 4. 2	Hasil Pengujian buck converter 12A	55
Tabel 4. 3	Hasil Pengujian power supply 12V 10A	56
Tabel 4. 4	Hasil Pengujian potensiometer	57
Tabel 4. 5	Hasil Pengujian Sensor Suhu NTC.....	58
Tabel 4. 6	Hasil Pengujian Sensor Tegangan DC.....	59
Tabel 4. 7	Tampilan tabel dari Google Spreadsheet ke Excel.....	68
Tabel 4. 8	Pengujian Thermoelectric dengan sumber tegangan PWM	73
Tabel 4. 9	Pengujian Thermoelectric dengan sumber tegangan konstan.....	74
Tabel 4. 10	Pengujian Thermoelectric dan Heatsink dengan sumber tegangan PWM	75
Tabel 4. 11	Pengujian Thermoelectric dan Heatsink dengan sumber tegangan konstan76	
Tabel 4. 12	Pengujian Thermoelectric, Heatsink, dan kipas dengan sumber tegangan PWM.....	77
Tabel 4. 13	Pengujian Thermoelectric, Heatsink, dan kipas dengan sumber tegangan konstan.....	78
Tabel 4. 14	Pengujian tegangan dan arus yang dihasilkan oleh Thermoelectric	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Program ESP32 di Software Arduino IDE	85
Lampiran 2: Program Apps Script pada Google Spreadsheet	89
Lampiran 3: Layout PCB pada Software EAGLE.....	91
Lampiran 4: Tampak alat	91

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin berkembangnya teknologi Indonesia, aktivitas atau kebiasaan masyarakat Indonesia juga mengalami perkembangan. Begitu juga dengan Kebutuhan terhadap teknologi semakin berkembang pesat salah satunya yaitu lemari pendingin minuman mempunyai fungsi untuk mendinginkan minuman dalam kemasan kaleng, botol, dan lain-lain. Namun lemari pendingin minuman konvensional memiliki ukuran yang besar sehingga tidak cocok untuk di bawa kemana-mana untuk orang yang sedang berpergian untuk perjalanan jauh maupun dekat.

Untuk mengatasi masalah tersebut digunakanlah media pendingin *Thermoelectric* yang merupakan elemen yang memiliki sifat memanfaatkan efek *Peltier* untuk pendinginan tanpa merusak lingkungan. Efek *Peltier* adalah proses konversi energi langsung yang disebabkan oleh perbedaan suhu setelah tegangan yang diberikan. Efek *Peltier* adalah hubungan antara daya listrik yang terjadi pada pertemuan antara dua jenis logam yang berbeda hal ini menyebabkan satu sisi komponen menjadi dingin sementara sisi lainnya menjadi panas. Dengan karakteristik tersebut, *Thermoelectric* dapat digunakan sebagai pendingin atau pemanas yang dapat diaplikasikan di kulkas portabel, dan Dispenser [1] .

Selain itu, pemanfaatan energi alternatif yang ramah lingkungan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi saat ini mulai ramai dikembangkan. Salah satunya adalah *Thermoelectric generator* [2]. *Thermoelectric generator* memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Prinsip dasar dari *Thermoelectric generator* adalah memanfaatkan perbedaan suhu yang terjadi di lingkungan menjadi energi listrik [3].

Pada skripsi kali ini dilakukan pemanfaatan *Thermoelectric* sebagai pendingin minuman kaleng dan sekaligus sebagai pembangkit daya listrik yang nantinya ditempatkan pada tempat tertutup dan sempit untuk mempercepat penurunan suhu.

Skripsi – Teknik Otomasi – Teknik Elektro – PNB – 2023

Tugas utama *Thermoelectric* untuk mendinginkan minuman kaleng yang berasal dari sisi dingin *Thermoelectric* dan pemanfaatan suhu panas dan dingin menjadi energi listrik. Komponen pendinginan minuman kaleng terdapat *Thermoelectric* yang pada sisi panas ditempelkan pada *Heatsink* yang berfungsi untuk menyerap suhu panas. Untuk melepaskan suhu panas pada *Heatsink* dilengkapi kipas sehingga suhu sisi panas menjadi turun, semakin turun suhu sisi panas *Thermoelectric* maka akan semakin turun suhu di sisi dingin. Pada skripsi *Thermoelectric* sebagai pendingin minuman kaleng dan pembangkit daya listrik yang membedakan dengan skripsi lain berupa pengujian *Thermoelectric* sebagai generator (pembangkit daya listrik) dengan cara memanfaatkan *Thermoelectric* bagian sisi panas mendapatkan suhu panas pada heatsink, sedangkan *Thermoelectric* bagian sisi dingin mendapatkan suhu dingin pada tempat minuman pada saat setelah *Thermoelectric* digunakan sebagai pendingin minuman kaleng. Pada alat ini dilengkapi dengan Mikrokontroler ESP32 dilengkapi dengan konektivitas WiFi, sistem kontrol Thermostat yang bisa diatur sesuai keinginan (*Setpoint*), monitoring IoT *Data Logger Google Spreadsheet*, dan *Thermoelectric* generator.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana cara memanfaatkan *Thermoelectric* dengan efek *Peltier* sebagai pendingin?
2. Bagaimana memanfaatkan pembangkitan daya listrik *Thermoelectric* dari perbedaan temperatur yang terjadi?
3. Bagaimana cara mengatur suhu *setpoint* tempat minuman kaleng?
4. Bagaimana merancang IoT *Data Logger* untuk monitoring kinerja *Peltier Thermoelectric*?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan pada perumusan masalah yang sudah dijelaskan, ada baiknya ditetapkan batasan masalah yang digunakan sebagai acuan antara lain :

1. *Thermoelectric* yang digunakan adalah tipe TEC1 – 12706 dengan tegangan maksimal 10,8 Volt.
2. Tegangan yang dihasilkan oleh *Thermoelectric* bergantung pada kondisi suhu sisi dingin pada tempat minuman dan sisi panas pada suhu *Heatsink*.
3. Mengatur suhu *setpoint* menggunakan program perintah Thermostat.
4. Rancangan *IoT Data Logger* menggunakan *Google Spreadsheet* dengan tampilan berupa monitoring perubahan suhu sisi dingin pada tempat minuman dan suhu sisi panas pada *heatsink*, Tegangan *Thermoelectric*, *setpoint* menggunakan sensor *NTC* yang terkoneksi dengan *Wi-Fi*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan membuatnya penelitian ini, yaitu:

1. Untuk memanfaatkan *Thermoelectric* dengan efek *Peltier* sebagai pendingin.
2. Untuk memanfaatkan pembangkitan daya listrik *Thermoelectric* dari perbedaan temperatur yang terjadi.
3. Untuk mengatur suhu *setpoint* tempat minuman kaleng.
4. Untuk merancang *IoT Data Logger* untuk monitoring kinerja *Peltier Thermoelectric*.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat, yaitu:

1. Bagi masyarakat umum, penelitian ini diharapkan menjadi sistem pendingin yang ramah lingkungan, sederhana, dan portabel.
2. Bagi peneliti, penelitian ini diharapkan *Thermoelectric* ini dapat diatur suhu tempat minuman sesuai keinginan(*setpoint*).
3. Bagi peneliti, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan energi listrik dengan pemanfaatan suhu dingin dan suhu panas pada *Thermoelectric*.

1.6. Sistematika penulisan

Dalam penyusunan skripsi ini penulisan disusun secara sistematis. Dibawah ini adalah sistematika penulisan yang terdapat pada skripsi, yaitu sebagai berikut:

a. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang pembahasan umum yang di bagiannya diantara lain Latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan.

b. Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan tentang penelitian sebelumnya dan landasan teori yang berisi penelitian sebelumnya, dengan dicantumkannya penelitian sebelumnya sehingga bertujuan sebagai referensi dalam pengembangan alat dalam penelitian ini. Serta membahas semua landasan teori ataupun teori yang mendukung dan berhubungan dengan alat.

c. BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdapat rancangan sistem yang membahas tentang diagram blok setiap rangkaian input, rangkaian proses dan rangkaian output pada perangkat keras (*Hardware*), membahas tentang program dan aplikasi Web yang digunakan pada perangkat lunak (*Software*), Diagram alir (*Flowchart*) membahas tentang langkah-langkah proses kerja alat untuk menampilkan data.

d. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang pembahasan dari penelitian yang sudah dilakukan. Yaitu pengujian komponen, pengujian alat serta aplikasi yang digunakan untuk menampilkan data dari komponen tersebut.

e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

pada Bab ini berisi ringkasan hasil penelitian yang telah dilakukan dan usulan yang berupa gagasan-gagasan untuk perbaikan atau pengembangan terhadap penelitian yang telah dilakukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, akan membahas mengenai kesimpulan dan saran dari pengujian *Thermoelectric* sebagai pendingin minuman kaleng dan pembangkit daya listrik yang telah di uji.

5.1. Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada pemanfaatan *Thermoelectric* sebagai pendingin minuman kaleng dengan efek *peltier* dengan tipe TEC1-12706 yang berarti TE (Thermoelectric), C (ukuran standar), 127 pasangan semikonduktor tipe P dan N dengan arus maksimal 6 Ampere yang beroperasi maksimal tegangan 10,8 Volt akan melakukan pengujian pada sisi panas ditempel sebuah *Heatsink* untuk menyerap panas yang akan dibuang suhu panas menggunakan 2 kipas dengan ukuran 8 Sentimeter agar suhu sisi panas tidak berlebihan, sedangkan sisi dingin ditempel sebuah *Coldsink* untuk menyerap dingin yang akan disebar suhu dingin ke tempat minuman menggunakan sebuah kipas dengan ukuran 4 sentimeter. Proses pendinginan ini membutuhkan waktu 20 menit tanpa beban minuman kaleng yang menghasilkan suhu sisi dingin sekitar 10,63 °C dan suhu sisi panas sekitar 36,61 °C.
2. Cara kerja *Thermoelectric* sebagai generator (pembangkit daya listrik) yaitu ketika coil relay mati maka otomatis kontak NO menuju ke NC. Pada *Thermoelectric* suhu dingin sekitar 10,63 °C dan suhu panas sekitar 36,61 °C menghasilkan tegangan 1,6V, walaupun tegangan *Thermoelectric* sangat kecil tetapi bisa digunakan untuk *mencharging* hp dengan menggunakan *Boost Converter* 5V 400mA .
3. *Thermoelectric* dapat diatur suhu sesuai keinginan (*setpoint*) menggunakan perintah Thermostat dengan cara kerja pada perintah kondisi *Thermoelectric* mati dengan fungsi jika (if) suhu tempat minuman (T_c) kurang sama dengan (\leq) *setpoint*. Sebagai contoh jika suhu tempat minuman kurang sama 9,8 °C dari *setpoint* 10 °C maka kondisi *Thermoelectric* akan mati dengan mematikan coil

relay yang mengakibatkan kontak NO sebagai penyediaan tegangan untuk mendinginkan minuman menuju NC sebagai generator (pembangkit daya listrik) dan akan memunculkan serial.print ("OFF"), sedangkan perintah kondisi thermoelectric hidup dengan fungsi (else). Sebagai contoh kalau tidak ada perintah maka kondisi Thermoelectric akan hidup dengan mematikan coil relay yang mengakibatkan kontak NC sebagai generator (pembangkit daya listrik) menuju NO sebagai penyediaan tegangan untuk mendinginkan minuman dan akan memunculkan serial.print ("ON") .

4. Perancangan *IoT Data Logger* untuk monitoring kinerja *Peltier Thermoelectric* dengan Google Spreadsheet sebagai monitoring suhu, tegangan, setpoint dan kondisi *Thermoelectric* dengan cara mengirimkan httpClient dari ESP32 ke Apps Script berupa host Google Script, ID Apps Script, data sensor, dan data kondisi *Thermoelectric*. Apps Script digunakan sebagai mengambil data dari httpClient pada ESP32 yang akan diprogram menjadi tampilan data berupa tabel yang diupdate per kolom pada Google Spreadsheet bergantung pada waktu kirim data httpClient ESP32.

5.2. Saran

Dari pengujian yang dilakukan pada skripsi ini, terdapat beberapa hal yang harus ditingkatkan untuk skripsi selanjutnya, yaitu :

1. Mengoptimalkan metode penurunan suhu dengan mengurangi ketebalan coldsink agar suhu coldsink lebih dingin.
2. Menggunakan kipas coldsink yang besar untuk mempercepat menyebar suhu tempat minuman agar lebih dingin.
3. Melakukan pengujian beban berupa lebih dari satu minuman botol dalam waktu yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Q. Salam, “Perancangan Kotak Pendingin Cocacola Kapasitas 4 Kaleng,” S-1, 021008 Universitas Tridinanti Palembang, 2020. Accessed: Feb. 17, 2023. [Online]. Available: <http://repository.univ-tridinanti.ac.id/1023/>
- [2] P. R. Roziqin and R. N. Rohmah, “Pemanfaatan Panas Pada Tungku Pembakaran Sebagai Pembangkit Listrik Dengan Peltier,” *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 22, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2022, doi: 10.23917/emitor.v22i1.14887.
- [3] S. Klara and Sutrisno, “Pemanfaatan Gas Buang Mesin Diesel Sebagai Energi Listrik,” *Jurnal Riset Teknologi Kelautan*, vol. 14, no. 1, Art. no. 1, Jun. 2016, Accessed: Mar. 11, 2023. [Online]. Available: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jrtk/article/view/694>
- [4] “Perancangan Alat Pendingin Minuman Dengan Modul Pendingin Elektrik (PELTIER).” https://www.researchgate.net/publication/324601522_PERANCANGAN_ALAT_PENDINGIN_MINUMAN_DENGAN_MODUL_PENDINGIN_ELEKTRIK_PELTIER (accessed Feb. 19, 2023).
- [5] “Perancangan Box Pendingin Minuman Menggunakan Peltier Berbasis Mikrokontroler (ARDUINO),” *JBT (JURNAL BISNIS dan TEKNOLOGI)*, vol. 7, no. 1, pp. 21–25, Jan. 2020.
- [6] A. Tamsir, “Pemanfaatan Peltier Pada Box Pendingin Minuman Untuk Pedagang Kaki Lima Dilengkapi Dengan Harga Berbasis Arduino Mega,” other, Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang, 2019. Accessed: Feb. 22, 2023. [Online]. Available: <http://repository.upiyptk.ac.id/2000/>
- [7] V. Muladi, “RANCANG BANGUN ALAT PENDINGIN KOMPRES BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ESP32 = DESIGN AND DEVELOPMENT OF ANDROID-BASED COMPRESS COOLERING EQUIPMENT USING ESP32,” other, Universitas Hasanuddin, 2022. Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/23361/>
- [8] M. B. U. Kaleka, “THERMISTOR SEBAGAI SENSOR SUHU,” *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Sep. 2017.
- [9] M. Noviansyah and H. Saiyar, “Perancangan Alat Kontrol Relay Lampu Rumah Via Mobile,” *Akrab Juara : Jurnal Ilmu-ilmu Sosial*, vol. 4, no. 4, Art. no. 4, Nov. 2019.
- [10] H. M. Azhar, “Optimasi Battery Charging pada Pendingin Minuman dengan Sumber Solar Cell untuk Beban Peltier Menggunakan Buckboost Converter,” *Journal of Applied Smart Electrical Network and Systems*, vol. 2, no. 01, Art. no. 01, Jun. 2021, doi: 10.52158/jasens.v2i01.197.
- [11] M. Zola, L. Cahyadi, and A. T. Alamsyah, “Cooler Box Dengan Thermoelectric Cooler Dengan Monitoring Suhu Berbasis Labview Dan IoT,” *Jurnal Poli-Teknologi*, vol. 17, no. 2, Art. no. 2, Dec. 2018, doi: 10.32722/pt.v17i2.1304.
- [12] Y. W. Y. Wirdan, “Pengaruh posisi peltier terhadap kinerja kotak pendingin,” skripsi, Universitas Mataram, 2018. Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <http://eprints.unram.ac.id/4329/>
- [13] M. R. Rizal, “Rancang Bangun Cooling Box Menggunakan Peltier Dan Arduino Uno Untuk Delivery,” undergraduate, Universitas Muhammadiyah Surabaya,

2018. Accessed: Feb. 21, 2023. [Online]. Available: <http://repository.um-surabaya.ac.id/2774/>
- [14] H. Matalata and L. W. Johar, “Analisa Buck Converter Dan Boost Converter Pada Perubahan Duty Cycle PWM Dengan Membandingkan Frekuensi PWM 1,7 Khz DAN 3,3 Khz,” *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 18, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2018, doi: 10.33087/jiubj.v18i1.431.
- [15] M. Ramadhan Kusdianto, “Rancang Bangun Alat Siklus Termal Berbasis Termoelektrik Menggunakan ESP32 Mikrokontroler,” bachelor_thesis, Universitas Multimedia Nusantara, 2022. Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <https://kc.umn.ac.id/19856/>
- [16] H. Kusumah and R. A. Pradana, “Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler dan Internet Of Things Berbasis Esp32 pada Mata Kuliah Interfacing,” *Journal Cerita*, vol. 5, no. 2, pp. 120–134, 2019.
- [17] A. TANJUNG, “Aplikasi Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 Sebagai Tampilan Pada Coconut Milk Auto Machine,” other, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015. Accessed: Aug. 05, 2023. [Online]. Available: <http://eprints.polsri.ac.id/1820/>
- [18] P. E. Broto, “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Portable Berbasis IoT menggunakan Arduino Mega dan ESP32,” *INSYPRO*, vol. 8, no. 1, Art. no. 1, May 2023, doi: 10.24252/insypro.v8i1.37466.
- [19] S. Sasha, “Fungsi Sekering atau Fuse”, Accessed: Aug. 04, 2023. [Online]. Available: https://www.academia.edu/11447848/Fungsi_Sekering_atau_Fuse
- [20] M. I. Hakiki, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, “Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11,” *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 4, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.
- [21] Sotyohadi *et al.*, “Rancangan dan Implementasi Sistem Absensi dengan Sensor Fingerprint dan Sensor Suhu Non–Contact Berbasis IoT Menggunakan Google Sheets,” *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, May 2021, doi: 10.36040/alinier.v2i1.3545.