

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN *DISPENSER* MINI
MENGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER*
*TEC1-12705***



BRE GIUSTI AFIF RAFQI

03051381924116

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN *DISPENSER* MINI MENGGUNAKAN
*THERMOELECTRIC COOLER TEC1-12705***

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



Oleh

BRE GIUSTI AFIF RAFQI

03051381924116

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUNG *DISPENSER* MINI MENGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER TEC1-12705*

SKRIPSI

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

Oleh:

BRE GIUSTI AFIF RAFQI

03051381924116

Inderalaya, 10 Desember 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

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 : BRE GIUSTI AFIF RAFQI
NIM : 03051381924116
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : RANCANG BANGUN DISPENSER MINI
MENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER
TEC1-12705

DIBUAT : 10 JANUARI 2022

SELESAI 4 DESEMBER 2022


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Palembang, 4 Desember 2022

Pembimbing Skripsi



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “RANCANG BANGUNG *DISPENSER* MINI MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER* TEC1-12705” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 4 Januari 2023.

Palembang, 6 Januari 2023

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

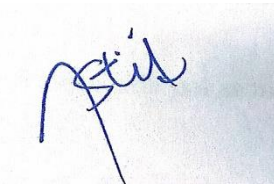
Ketua :

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

()

Sekretaris:

2. Astuti, S.T., M.T
NIP. 197210081998022001

()

Anggota:


3. (Ir. Hj. Marwani, M.T.)
NIP. 196503220991022001

()



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

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi


Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T
NIP. 19600528198903100

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama :Bre Giusti Afif Rafqi

NIM :03051381924116

Judul :RANCANG BANGUN DISPENSER MINI
MENGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER TEC1-12705

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.

Inderalaya, 4 Desember 2022



Bre Giusti Afif Rafqi

Nim. 03051381924116

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama :Bre Giusti Afif Rafqi

NIM :03051381924116

Judul :RANCANG BANGUN DISPENSER MINI
MENGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER TEC1-12705

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.



Inderalaya, 10 Desember 2022



Bre Giusti Afif Rafqi

Nim. 03051381924116

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Skripsi yang berjudul "Rancang Bangun *Dispenser* Mini Menggunakan "*Thermoelectric Cooler TEC1-12705*", disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan proposal ini kepada:

1. Ibu Hj. Henny Andriyani dan Rakryan Dhanastri Yudhayani selaku orang tua dan saudara kandung penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan Skripsi ini.
4. Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T. Selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Seluruh keluarga besar Teknik Mesin Universitas Sriwijaya angkatan 2019 dan Lainnya yang membantu selama masa perkuliahan dan penulisan proposal skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Palembang, 10 Desember 2022



Bre Giusti Afif Rafqi
Nim. 03051381924116

RINGKASAN

RANCANG BANGUNG DISPENSER MINI MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER* TEC1-12705

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi 4 Desember 2022

Bre Giusti Afif Rafqi

Dibimbing oleh Dr. Ir. Irwin Bizzy M.T

Mini Dispenser Design Using The Thermoelectric Cooler TEC1-12705

xxix+ 50 Halaman, 2 Tabel, 33 Gambar

Pada masa yang sudah serba canggih ini sudah banyak perkembangan teknologi yang dilakukan salah satunya adalah, modul *Thermoelectric* yang memanfaatkan efek peltier sebagai prinsip dasar dari alat ini. Alat ini dapat membangkitkan temperatur panas dan dingin di setiap masing-masing sisinya. Alat ini bahkan tidak memerlukan refrigeran yang terdapat pada mesin pendingin konvensional. *Dispenser* adalah sebuah alat elektronik rumah tangga yang digunakan untuk mengalirkan air minum dari galon air ke dalam gelas/cangkir. Di dalam dispenser bagian atas atau bawah terdapat tabung yang terbuat dari *stainless steel*, yang dibagian luar tabungnya dililitkan pipa tembaga dari tabung tersebut yang berfungsi untuk mendinginkan air. Lilitan pipa ada diluar tabung dapat disamakan dengan *evaporator* pada AC atau lemari es. Adapula *heater* sebagai komponen utamanya, *heater* berfungsi untuk memanaskan air yang ada pada tabung penampung pada dispenser, *heater* umumnya memiliki daya sekitar 200-300 Watt. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan membuat dispenser mini menggunakan termoelektrik model TEC1-12075. Pengukuran temperatur dengan menggunakan *Thermocouple Type K Probe* dan *Data Logger* sebagai alat ukur. Tegangan dan

arus pada Modul TEC sebesar 12V dan 4,6A. Menggunakan 2 unit pompa yang memiliki tegangan dan arus sebesar 11,95V dan 0,3A. Dengan temperatur ambien rata-rata sebesar 36,91 °C, dan aliran air sebesar 0.061m/s. Didapatkan data dengan temperatur ambien dengan rata-rata sebesar 30,54°C, dan didapatkan aliran air dengan katup 1/2 sebesar 0.04m/s. Temperatur TEC sisi panas mengalami kecenderungan naik pada kurun waktu 60 menit untuk bukaan katup penuh 61,4°C dan bukaan katup 1/2 dapat mencapai 60,4°C pada sisi panas TEC. TEC sisi dingin mengalami kenaikan seiring waktu. T_{max} yang dihasilkan TEC sisi dingin hanya 31,3°C untuk bukaan katup penuh dan 24,8°C untuk katup bukaan setengah. T_{max} air panas yang dihasilkan untuk bukaan katup setengah adalah 44,9°C dan untuk bukaan katup penuh adalah 38,1°C. Sementara air dingin yang dapat dihasilkan untuk bukaan penuh adalah 24,4°C dan untuk bukaan 1/2 adalah 28,9°C. COP yang dihasilkan sebesar 2,65 dan 2,24. TEC sisi dingin menghasilkan kalor yang diserap sebesar 14,45W dan 14,75W untuk setiap bukaan. Kalor yang dilepas TEC pada sisi panas menghasilkan 19,91 W dan 21,32W untuk setiap bukaan. Nilai flux kalor konveksi air dingin adalah 80834,77 W / m² dan 1314,71 W / m² untuk masing-masing tiap bukaan katup. Sementara flux kalor yang terjadi pada air panas semakin membesar diantaranya adalah 145502,59 W / m² dan 101232,67 W / m² untuk masing-masing bukaan katup. Untuk flux kalor konduksi yang dihasilkan adalah -356685(W / m²) dan -421860 (W / m²). Daya yang diperlukan untuk menghidupkan keseluruhan sistem adalah 62,37W.

Kata Kunci : TEC, Dispenser mini, Termoelektrik, Semikonduktor

Kepustakaan : 12 (2011-2019)

SUMMARY

MINI DISPENSER DESIGN USING THE THERMOELECTRIC COOLER
TEC1-12705

Scientific Writing in the form of a thesis 4 Desember 2022

Bre Giusti Afif Rafqi

Supervised by Dr. Ir. Irwin Bizzy M.T

Rancang Bangun *Dispenser* Mini Menggunakan *Thermoelectric Cooler*
TEC1-12705

xxix+ 50 Pages, 2 Tables, 33 Figure

In this modern era, many technological developments have been carried out, one of which is the Thermoelectric module, which utilizes the Peltier effect as the basic principle of this tool. This tool can generate hot and cold temperatures on each side. This tool does not even require refrigerant found in conventional refrigeration machines. A dispenser is a household electronic device used to dispense drinking water from gallons of water into a glass/cup. Inside the top or bottom of the dispenser there is a tube made of stainless steel, that is wrapped around the tube with copper from the tube which functions to cool the air. The pipe coil outside the tube can be likened to the evaporator in an air conditioner or refrigerator. There is also a heater as its main component. The heater functions to heat the air in the reservoir tube on the dispenser. Heaters generally have a power of around 200-300. This research was conducted experimentally by making a mini dispenser using the TEC1-12075 thermoelectric model. Temperature measurement using a Type K Thermocouple Probe and a Data Logger as a measuring device. The voltage and current on the TEC Module is 12V and 4.6A. Using 2 pump units which have a voltage and current of 11.95V and 0.3A. With an average ambient

temperature of 36.91 °C and an air flow of 0.061m/s. Obtained data of temperatures at an average of 30.54 °C, and obtained water flow with a 1/2 valve of 0.04m/s. The temperature of the hot side of the TEC tends to increase at a rate of 60 minutes for a full valve opening of 61.4°C and a 1/2 valve opening can reach 60.4°C for the hot side of the TEC. The cold side of the TEC has been on the upswing over time. The T_{max} generated by the cold side TEC is only 31.3°C for full valve opening and 24.8°C for half opening valves. The T_{max} of hot water produced for a half valve opening is 44.9°C and for a full valve opening, it 38.1°C. While the cold water that can be produced for full valve opening is 24.4°C and for 1/2 valve is 28.9°C. The resulting COP were 2.65 and 2.24. The cold side TEC produces heat absorbed of 14.45W and 14.75W for each opening. The heat released by the TEC on the hot side produces 19.91 W 21.32 W for each opening. The convection heat flux values for cold water are 80834.77 (W / m^2) and 1314.71 (W / m^2) for each valve opening. While the heat flux that occurs in hot water is getting bigger, including 145502.59 (W / m^2)and 101232.67 W/m^2 for each valve opening. The resulting conduction heat fluxes are -356685 (W / m^2) and -421860 (W / m^2). The power required to power the entire system is 62.37W.

Keyword: TEC, Mini dispenser, Thermoelectric, Semiconductor

Literature : 12 (2011-2019)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xiii
KATA PENGANTAR	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiv
DAFTAR TABEL	xxvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Dispenser	5
2.2 Thermoelectric Cooler (TEC)	6
2.2.1 <i>Coefficient of Performance</i> (COP)	7
2.3 Koefisien Efek Seebeck	7
2.4 Hambatan Panas	8
2.5 Hambatan Listrik	8

2.6 Kalor yang Diterima dan Dilepas TEC	9
2.7 Bilangan Reynolds	9
2.8 Bilangan Nusselt	10
2.8.1 Koefisien Perpindahan Panas Konveksi	10
2.9 Prinsip kerja <i>Water Block</i>	11
2.10 Perpindahan Kalor.....	11
2.10.1 Persamaan Perpindahan Kalor Konduksi.....	11
2.10.2 Persamaan Perpindahan Kalor Konveksi.....	12
2.11 Daya Listrik yang Digunakan	13
2.12 Peta Jalan Penelitian.....	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Metode Penelitian	21
3.2 Diagram Alir Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan.....	22
3.3.1. <i>Thermoelectric TEC1-12705</i>	22
3.3.2. Pompa Air <i>DC 12V 240L/H</i>	22
3.3.3. <i>WaterBlock</i>	23
3.3.4. Selang Diameter 6mm.....	24
3.3.5. Catu Daya/ <i>Power Supply</i>	24
3.3.6. <i>Thermal Paste</i>	25
3.3.7. Kotak Kaca 15cmx15cmx20cm	25
3.3.8. Temperatur <i>Recorder 12 Channel</i> Lutron BTM-4208SD.....	26
3.3.9 Thermocouple Type K Probe	27
3.3.10. Galon Air Kapasitas 19 l.....	27
3.4 Diagram Set Up Penelitian.....	28
3.5 Prosedur Pengujian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hasil	31
4.1.1 Data Menggunakan Bukaan Katup Penuh	31
4.1.2 Data Menggunakan Bukaan katup 1/2	32
4.2 Perhitungan Nilai Koefisien <i>Seebeck</i>	32
4.3 Perhitungan Nilai Hambatan Panas.....	33
4.4 Perhitungan Nilai Hambatan Listrik	33
4.5 Perhitungan Kalor yang diserap TEC sisi dingin.....	34
4.6 Perhitungan Kalor yang dilepas TEC sisi panas	34

4.7 Perhitungan COP	35
4.8 Perhitungan Bilangan Reynolds.....	35
4.9 Perhitungan Nilai flux kalor Konveksi	36
4.9.1 Perhitungan Nilai Nusselt	36
4.9.2 Perhitungan Nilai Koefisien Perpindahan Panas Konveksi.....	36
4.9.3 Perhitungan Nilai Kalor Konveksi Untuk Air Dingin	37
4.9.4 Perhitungan Nilai Kalor Konveksi Untuk Air Panas	37
4.10 Perhitungan Nilai Kalor Konduksi	38
4.11 Perhitungan Daya.....	38
4.11.1 Perhitungan Daya TEC	38
4.11.2 Perhitungan Daya Pompa.....	39
4.11.3 Total Daya yang Diperlukan.....	39
4.12 Pembahasan	39
4.12.1 Temperatur Permukaan TEC	40
4.12.2 Temperatur Air	41
4.12.3 COP, Daya dan Flux Kalor	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR RUJUKAN	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skematik Dispenser Secara Umum	6
Gambar 2.2 Prinsip yang dipakai dalam termoelektrik	7
Gambar 2.3 Perpindahan molekul secara konduksi	12
Gambar 2.4 Perpindahan Kalor Konveksi.....	12
Gambar 2.5 Perpindahan kalor konveksi secara bebas	13
Gambar 2.6 Penurunan temperatur air dingin	14
Gambar 2.7 Kenaikan temperatur pada air panas.....	14
Gambar 2.8 Perbandingan TMS dan CRS dalam pendinginan tempatur air	15
Gambar 2.9 Perbandingan TMS dan CRS dalam pemanasan temperatur air (Hommalee et al. 2019).....	15
Gambar 2.10 Diagram TMS Homalee	15
Gambar 2.11 Desain Water Block.....	16
Gambar 2.12 Grafik pendinginan air pada TMS I dan TMS II	16
Gambar 2.13 Grafik pemanasan air pada TMS I dan TMS II	17
Gambar 2.14 Suhu pengaturan TMS II di 50 ml air	17
Gambar 2.15 Perbandingan temperatur antara TMS I dan TMS II	18
Gambar 2.16 Diagram TMS Wiriysart	18
Gambar 2.17 Perbandingan konsumsi daya yang dibangkitkan antara CRS TMS I dan TMS II.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 3.2 TEC1-12075	22
Gambar 3.3 Pompa Air DC 12V 240L/H.....	23
Gambar 3.4 Water Block	23
Gambar 3.5 Desain Dalam Water Block atau Heat Exchanger.....	24
Gambar 3.6 Selang diameter 6mm	24
Gambar 3.7 Catu Daya/Power Supply.....	25
Gambar 3.8 Thermal Paste.....	25
Gambar 3.9 Kaca 15cmx15cmx20cm	26

Gambar 3.10 Temperatur Recorder 12 Channel Lutron BTM-4208SD	26
Gambar 3.11 Thermocouple Type K Probe	27
Gambar 3.12 Galon Air 19 l.....	27
Gambar 3.13 Diagram Set Up Penelitian.....	28
Gambar 4.1 Perbandingan permukaan Temperatur TEC terhadap waktu.....	40
Gambar 4.2 Perbandingan temperatur air dingin dan panas untuk kedua bukaan	41
Gambar 4.3 Nilai COP Untuk Kedua Bukaan Katup	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Menggunakan Bukaan Katup Penuh	31
Tabel 4.2 Data Menggunakan Bukaan Katup 1/2	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lampiran Gambar	47
----------------------------------	----

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa yang sudah serba canggih saat ini, banyak sekali inovasi-inovasi yang telah terjadi pada dunia saat ini. Salah satunya adalah terciptanya komponen seperti *Peltier thermoelectric module* yang memungkinkan pengguna dapat memanfaatkan sisi panas dan juga sisi dingin pada komponen tersebut

Berlawanan dengan unit pendingin konvensional (siklus refrigerasi kompresi) yang terdiri dari bagian yang bergerak seperti kompresor dan menggunakan refrigeran. Unit pendingin termoelektrik tidak memerlukan bagian yang bergerak dan refrigeran. Oleh karena itu, sistem *Thermoelectric Cooler* baru-baru ini dianggap sebagai salah satu unit pendingin paling populer oleh para peneliti. Efek Peltier yang menerapkan tegangan DC antara dua elektroda TEM (*Thermoelectric Module*) menyebabkan pembangkitan pemanasan di satu sisi TEM dan pembangkitan pendinginan di sisi lain TEM. Permukaan dingin TEM dapat digunakan sebagai unit pendingin, seperti lemari es, komponen elektronik, sistem pendingin udara, peralatan fotovoltaiik dan sebagainya (Sadighi dan Dizaji. 2016).

Salah satu dari pemanfaatan TEM ini adalah dapat dijadikan sebagai komponen pengganti dispenser konvensional (mampu menghasilkan air panas dan dingin). TEM memiliki satu sisi panas dan sisi dingin yang memungkinkan untuk dapat digunakan dalam mendesain dispenser. TEM ini dapat dijadikan terobosan untuk mengurangi penggunaan beberapa komponen dispenser konvensional, dan ramah lingkungan.

Setelah penemuan efek Peltier pada tahun 1834, modul termoelektrik telah dikenal sebagai perangkat yang efektif untuk pembangkit listrik dan sistem pendingin. Komponen ini terdiri dari rangkaian semikonduktor tipe-p

dan tipe-n yang diapit di antara lapisan keramik. Termoelektrik beroperasi berdasarkan efek Peltier. Suatu tegangan diterapkan ke seluruh konduktor untuk menciptakan arus listrik. Ketika arus mengalir melalui persimpangan antara dua konduktor, panas akan dihilangkan pada satu persimpangan dan pendinginan terjadi. Panas akan tersimpan di persimpangan lainnya. Aplikasi utama dari efek Peltier adalah pendinginan. Namun efek Peltier juga dapat digunakan untuk pemanasan atau kontrol temperatur (Mohammadian dan Zhang 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut terlihat bahwa dispenser konvensional memiliki banyak peralatan, belum ramah lingkungan dan masih menggunakan refrigeran. Untuk itu, akan dilakukan rancang bangun dispenser mini menggunakan Modul Termoelektrik TEC1-12705 agar dapat mengurangi jumlah peralatan dan ramah lingkungan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam rancang bangun dispenser mini adalah :

1. Modul Termoelektrik yang digunakan tipe *TEC1-12705*
2. Pendingin yang akan digunakan adalah air.
3. Udara ambien ruangan diasumsikan sebagai *reservoir*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian rancang bangun dispenser mini menggunakan *Thermoelectric module* TEC1-12075 adalah:

1. Untuk meneliti pengurangan peralatan dispenser yang masih memakai refrigeran, dan tanpa menggunakan refrigeran.
2. Untuk membuat rancang bangun dispenser mini yang ramah lingkungan.
3. Untuk mengetahui unjuk kerja dari modul termoelektrik TEC1-12075.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Referensi bagi para peneliti yang mengembangkan modul termoelektrik.
2. Untuk mendukung rancang bangun dispenser mini yang ramah lingkungan

DAFTAR RUJUKAN

- Enrique, Marcia. (2015). *Thermoelectric Materials Advances and Applications*. Vol. 1.
- Hommalee, Chootichai, Songkran Wiriyasart, and Paisarn Naphon. (2019). "Development of Cold-Hot Water Dispenser with Thermoelectric Module Systems." *Heat Transfer - Asian Research* 48(3):854–63. doi: 10.1002/htj.21409.
- Incopera, Frank, P. (2011). *FUndamentals of Heat and Mass Transfer*. Sevent Ed. edited by L. Ratts. Los Angeles: Don Fowley.
- Ma, Zongzheng, Xinli Wang, and Anjie Yang. (2014). "Influence of Temperature on Characters of Thermoelectric Generators Based on Test Bed." *Journal of Nanomaterials* 2014. doi: 10.1155/2014/719576.
- Mohammadian, Shahabeddin K., and Yuwen Zhang. (2014). "Analysis of Nanofluid Effects on Thermoelectric Cooling by Micro-Pin-Fin Heat Exchangers." *Applied Thermal Engineering* 70(1):282–90. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2014.05.010.
- Naphon, Paisarn, and Songkran Wiriyasart. (2009). "Liquid Cooling in the Mini-Rectangular Fin Heat Sink with and without Thermoelectric for CPU." *International Communications in Heat and Mass Transfer* 36(2):166–71. doi: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2008.10.002.
- Oktariawan, I., M. Martinus, and S. Sugiyanto. (2013). "Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560." *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin FEMA* 1(2):1.
- Ruan, He, Heping Xie, Jun Wang, Jiayi Liao, Licheng Sun, Mingzhong Gao, and Cunbao Li. (2021). "Numerical Investigation and Comparative Analysis of Nanofluid Cooling Enhancement for TEG and TEC Systems." *Case Studies in Thermal Engineering* 27(May):101331. doi: 10.1016/j.csite.2021.101331.
- Sadighi Dizaji, Hamed, Samad Jafarmadar, Shahram Khalilarya, and Amin Moosavi. (2016). "An Exhaustive Experimental Study of a Novel Air-Water Based Thermoelectric Cooling Unit." *Applied Energy* 181:357–66. doi:

10.1016/j.apenergy.2016.08.074.

- Sedayu, Bagas Permana Agung, and M. T. Dr. I Made Arsana, S.Pd. (2017). “Aplikasi Pendingin Elektrik Tec1-12706 Dengan Water Cooling Pada Cooler Box Berbasis Semikonduktor.” *JRM Jurnal Mahasiswa* 4(2):61–66.
- Wiriyasart, S., C. Hommalee, R. Prurapark, A. Srichat, and P. Naphon. (2019). “Thermal Efficiency Enhancement of Thermoelectric Module System for Cold-Hot Water Dispenser; Phase II.” *Case Studies in Thermal Engineering* 15(July):100520. doi: 10.1016/j.csite.2019.100520.
- Zhang, Xiao, and Li Dong Zhao. (2015). “Thermoelectric Materials: Energy Conversion between Heat and Electricity.” *Journal of Materiomics* 1(2):92–105. doi: 10.1016/j.jmat.2015.01.001. ‘Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Efisiensi Sel Fotovoltaik (Influence Of Slope Angle On Efficiency Of The Photovoltaic Cell)’, (May)