

**PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN DAN PENGHANGAT
MINUMAN MENGGUNAKAN MODUL TERMOELEKTRIK
PELTIER TEC1-12706 BERBASIS MIKROKONTROLER
ARDUINO UNO**

(Skripsi)

Oleh

DESI PURNAMASARI



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

DESIGNING DRINK COOLER AND WARMER BOX USING PELTIER THERMOELECTRIC MODULES TEC1-12706 BASED ON ARDUINO UNO MICROCONTROLLER

**By
DESI PURNAMASARI**

Several varieties of refrigeration equipment are often used by public. One of its function is as a storage media for food and beverages to be more durable and fresh. Most refrigeration engines use chemicals refrigerant for cooling. These chemicals have adverse environmental impacts that can damage the ozone layer. The peltier thermoelectric module is capable of producing a temperature difference between the two sides. This module can be used as cooler and warmer to replace chemical refrigerant due to its environmental friendly characteristic. This research design drink cooler and warmer boxes using peltier thermoelectric module TEC1-12706 based on arduino uno microcontroller. This box utilizes the peltier thermoelectric effect that produces temperature differences on both sides as a cooler and warmer medium for drink. Based on the research, this box is able to produce the minimum temperature of 20.1 °C at 54th minute and the maximum heat temperature of 35°C at 60th minute in unloaded state. In a loaded state of 190 ml, the minimum cold temperature achievement is 27.9 °C at 55th minute and the maximum heat temperature 31.2 °C at 59th by current used of 3.8A. The average value obtained in the unloaded state is 23.52 °C on the cold side and 32.90 °C on the hot side. In the loaded condition, the average result cold temperature is 28.09 °C and 30.07 °C in the hot part.

Keywords: cooler, warmer, box, peltier, thermoelectric, arduino uno

ABSTRAK

PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN DAN PENGHANGAT MINUMAN MENGUNAKAN MODUL TERMOELEKTRIK PELTIER TEC1-12706 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Oleh

DESI PURNAMASARI

Berbagai peralatan pendingin sering digunakan oleh masyarakat. Salah satu fungsinya adalah sebagai media penyimpanan makanan dan minuman agar lebih tahan lama dan tetap segar. Sebagian besar mesin pendingin menggunakan zat kimia refrigeran sebagai pendingin. Zat kimia tersebut memiliki dampak buruk terhadap lingkungan yang dapat merusak lapisan ozon. Modul termoelektrik peltier mampu menghasilkan perbedaan suhu antara kedua sisinya. Modul ini dapat dimanfaatkan sebagai media pendingin dan penghangat pengganti refrigeran karena ramah lingkungan. Penelitian ini merancang kotak pendingin dan penghangat minuman menggunakan modul termoelektrik peltier TEC1-12706 berbasis mikrokontroler arduino uno. Kotak ini memanfaatkan efek termoelektrik peltier yang menghasilkan perbedaan suhu pada kedua sisinya sebagai media pendingin dan penghangat minuman. Berdasarkan penelitian, kotak ini mampu menghasilkan suhu minimum sebesar 20,1°C pada menit ke 54 dan suhu maksimum panas 35°C pada menit ke 60 dalam keadaan tidak berbeban. Dalam keadaan berbeban 190ml capaian suhu dingin minimum 27,9°C pada menit ke 55 dan suhu panas maksimum 31,2°C pada menit ke 59 dengan penggunaan arus sebesar 3,8A. Nilai rata-rata yang diperoleh pada keadaan tanpa beban yaitu sebesar 23,52 °C pada sisi dingin dan 32,90 °C pada sisi panas. Sedangkan pada keadaan berbeban rata-rata suhu dingin yang dihasilkan adalah sebesar 28,09 °C dan 30,07 °C pada bagian panas.

Kata kunci: pendingin, penghangat, kotak, peltier, termoelektrik, arduino uno

**PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN DAN PENGHANGAT
MINUMAN MENGGUNAKAN MODUL TERMOELEKTRIK
PELTIER TEC1-12706 BERBASIS MIKROKONTROLER
ARDUINO UNO**

Oleh

DESI PURNAMASARI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi

**PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN
DAN PENGHANGAT MINUMAN
MENGUNAKAN MODUL
TERMOELEKTRIK PELTIER TEC1-
12706 BERBASIS MIKROKONTROLER
ARDUINO UNO**

Nama Mahasiswa

: *Desi Purnamasari*

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1215031019

Jurusan

: Teknik Elektro

Fakultas

: Teknik



[Signature]

[Signature]

Dr. Eng. F. X. Arinto Setyawan, S.T., M.T.
NIP. 19691219 199903 1 002

Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T.
NIP. 19731004 199803 2 001

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro

[Signature]

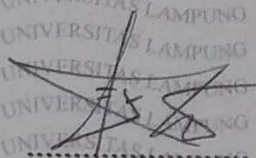
Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP. 19731128 199903 1 005

MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

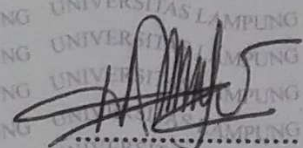
Ketua

: Dr. Eng. F. X. Arinto Setyawan, S.T., M.T.



Sekretaris

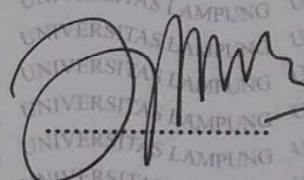
: Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T.



Penguji

Bukan Pembimbing

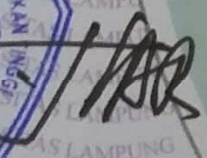
: Agus Trisanto, Ph.D



2a Dekan Fakultas Teknik

Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 Juni 2017

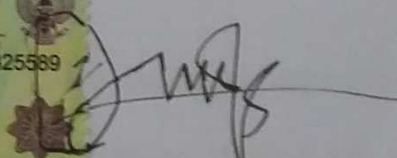
SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini dibuat oleh saya sendiri. Adapun karya orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dicantumkan sumbernya pada daftar pustaka.

Apabila pernyataan saya tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 24 Juli 2017




Desi Purnamasari

NPM.1215031019

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir pada tanggal 23 Juli 1994 di Pujosari, Kel.Mataram, Kec.Gadingrejo, Pringsewu yang memiliki nama lengkap Desi Purnamasari. Penulis merupakan anak ke tiga dari empat bersaudara yang merupakan putri dari pasangan Suryadi dan Sukesi.

Penulis menempuh pendidikan formal yang dimulai sejak tahun 2000-2006 di Sekolah Dasar (SD) Negeri 3 Mataram, kemudian lanjut ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 3 Gadingrejo dari tahun 2006-2009, setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Gadingrejo dari tahun 2009-2012, selanjutnya penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2012.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam berbagai organisasi. Penulis merupakan anggota Unit Kegiatan Mahasiswa Hindu (UKM H) Universitas Lampung pada tahun 2012-2013 sebagai anggota bidang kerohanian dan pada tahun 2013-2014 aktif sebagai anggota kewirausahaan. Selain itu penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) sebagai sekretaris departemen Apresiasi dan Pengembangan Keilmuan periode 2013-2014 dan sebagai wakil sekretaris Himatro periode 2014-2015.

PERSEMBAHAN

*Karya Ini Kupersembahkan Khusus Sebagai
Wujud Rasa Cinta Dan Terimakasih Untuk:*

*Bapak Dan Ibuku Tercinta
Suryadi & Sukesi*

*Kakak-kakak dan Adikku Tersayang
Eko Parmono, Hendri Setiawan dan
Dila Novita Rahayu*

*Terima kasih atas segala dukungan, kasih sayang, perhatian, nasehat,
bimbingan, pengorbanan serta doa yang selalu mengiringi langkahku yang
begitu berharga dan takkan pernah ternilai*

MOTTO

“Keberhasilan Berasal Dari 1% Keberuntungan Dan 99 %
Kerja Keras”

“Berpikir Positif, Berkarya Kreatif, Berkata Konstruktif”

“Hormatilah Mereka Yang Tahu Ilmu Pengetahuan Tentang
Awan, Dan Kepada Mereka Yang Tahu Ilmu Pengetahuan
Tentang Listrik” (Yajur Weda :33.56)

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas *asungkerta waranugraha*-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Kotak Pendingin dan Penghangat Minuman Menggunakan Modul Termoelektrik Peltier TEC1-12706 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno” dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak untuk dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof.Suharno, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Dr. Ing.Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
3. Dr. Herman Haloman Sinaga, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro
4. Dr. Eng. F.X. Arinto S., S.T., M.T. selaku Pembimbing Utama yang selalu memberikan arahan dan koreksi serta dukungan terhadap penelitian skripsi ini.
5. Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping yang senantiasa membimbing, mengoreksi dan memberi solusi selama penyusunan skripsi ini.

6. Agus Trisanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Penguji Skripsi yang telah memberikan masukan, kritik dan saran yang membangun dalam skripsi ini.
7. Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T. selaku Pembimbing Akademik penulis yang selalu membimbing dan memberikan masukan serta saran selama menjadi masa akademik.
8. Teman-teman seperjuangan skripsi dan seluruh keluarga besar elektro angkatan 2012, Windy, Bella, Gusti, Yogi, Winal, Sivam dan Faizun, Ratih, Dika, Risda dan nama-nama lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas bantuan dan dukungan serta canda tawanya.
9. Keluarga besar Laboratoium Elektronika dan UKM H atas canda tawa, kritik,saran dan dukungan selama ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam segala hal selama menempuh masa pendidikan.

Penulis meminta maaf atas ketidaksempurnaan dan kesalahan yang mungkin terjadi dalam penulisan skripsi ini. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk kebaikan dan kemajuan di masa mendatang.

Akhir kata penulis ucapkan terimakasih dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagia semua pihak dan menambah wawasan serta pengetahuan kepada pembaca.

Bandar Lampung, 12 Juni 2017

Penulis

Desi Purnamasari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat penelitian.....	3
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Hipotesis.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Efek Termoelektrik	6
2.2. Modul Termoelektrik	8
2.3 Sensor Suhu LM35.....	10
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 . Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2. Alat dan Bahan	12
3.3. Spesifikasi Alat	13
3.4. Metode kerja.....	14
3.4.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.4.2 Perancangan Model Sistem.....	15

3.4.3 Perancangan Perangkat Keras	16
3.4.4 Perancangan Perangkat Lunak	20
3.4.5 Pembuatan Alat	20
3.4.6 Pengujian Alat.....	20
3.4.7 Penulisan Laporan.....	21

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perangkat Keras	22
4.2 Perangkat Lunak.....	26
4.3 Pengujian Sistem.....	29

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Aliran Arus Yang Menyebabkan Perbedaan Suhu Antara Titik A Dan Titik B (Efek Peltier).....	7
Gambar 2.2. Skematik Diagram Modul Termoelektik Peltier	9
Gambar 2.3. Blok Diagram LM35	11
Gambar 3.1. Modul Peltier TEC1-12706.....	13
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.3. Blok Diagram Model Perancangan Sistem	15
Gambar 3.4. Desain <i>Cooler And Warmer Box</i>	16
Gambar 3.5 Rangkaian Sistem Pendingin Dan Penghangat	17
Gambar 3.6 Diagram Fungsi Kerja Peltier TEC1-12706.....	18
Gambar 3.7. Rangkaian Sensor Suhu LM35 Dengan Arduino Uno	18
Gambar 3.8. Rangkaian LCD Dengan Arduino Uno	19
Gambar 4.1 (A) Kotak Ukuran Besar (B) Kotak Ukuran Kecil.....	23
Gambar 4.2 Rangkaian Instrumen Sensor Dan Kontroler, (a)Rangkaian penampil (LCD) ,(b)Rangkaian Kontroler, (c) Rangkaian	

<i>Relay</i>	24
Gambar 4.3 Catu Daya Yang Digunakan Untuk Menyuplai Daya Pada Kotak Yang Dirancang	25
Gambar 4.4 Tampilan Beranda Software Ide Arduino	26
Gambar 4.5 . Pengujian Terhadap Catu Daya.....	29
Gambar 4.6 Pengujian Instrumen Sensor.....	30
Gambar 4.7 Grafik Suhu Pada Penggunaan Dua Catu Daya Yang Berbeda Arus	34
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Arus Terhadap Suhu	35
Gambar 4.9 Grafik Suhu Terhadap Waktu Pada Kondisi Dengan Dan Tanpa Beban	38
Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Beban Terhadap Suhu.....	39
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Suhu Pada Kotak Besar Dan Kecil Tanpa Beban	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi Kerja Peltier TEC1-12706	14
Tabel 4.1 Pengujian Pengukuran Sensor Dan <i>Thermometer</i>	31
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Suhu Menggunakan Catu Daya A Dan Catu Daya B	32
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Suhu Pada Kotak Dengan Dan Tanpa Beban	36
Tabel 4.4 Data Pengukuran Suhu Pada Kotak Besar	40

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem pendingin memiliki peranan yang penting dalam kehidupan masyarakat saat ini. Di Indonesia yang beriklim tropis, hampir di setiap rumah dapat ditemui peralatan yang menggunakan sistem pendingin ini. Pada rumah tangga, sistem pendingin digunakan pada peralatan AC, Kulkas, Freezer dan Dispenser. Peralatan ini memiliki fungsi untuk menyimpan berbagai jenis makanan, minuman, sayuran dan buah-buahan agar lebih tahan lama dan makanan tetap segar.

Seiring dengan teknologi yang semakin berkembang, membuat peralatan dengan sistem pendingin juga berkembang pesat. Sebagian besar peralatan yang menggunakan sistem pendingin menggunakan refrigeran. Refrigeran merupakan suatu zat yang berfungsi sebagai pendingin dimana ia akan menyerap panas dari udara yang melewati *evaporator* sehingga udara yang keluar menjadi dingin. Refrigeran memiliki banyak keuntungan, selain tidak merusak logam, kandungan unsur yang stabil, zat ini juga mudah didapatkan. Akan tetapi, selain memiliki keuntungan tersebut zat ini juga dapat menimbulkan kerugian. Kerugiannya adalah zat ini dapat merusak lapisan ozon yang dapat menimbulkan pemanasan global.

Peltier merupakan komponen *thermoelectric* yang bisa menggantikan fungsi refrigeran. Peltier memiliki karakteristik yang khas yang dapat mendinginkan tanpa merusak lingkungan dengan memanfaatkan efek peltier. Efek peltier merupakan

proses pengkonversian energi secara langsung yang diakibatkan perbedaan temperatur yang terjadi setelah diberikan tegangan listrik. Efek peltier atau *thermoelectric* merupakan hubungan antara energi panas dan energi listrik yang terjadi pada titik temu antara dua jenis logam yang berbeda. Hal ini mengakibatkan kedua sisi komponen ini memiliki perbedaan suhu yang cukup ekstrim sekitar 65⁰C. Efek termoelektrik ini menyebabkan salah satu sisi komponen ini menjadi dingin dan sisi lainnya menjadi panas. Dengan karakteristik tersebut, komponen ini dapat dimanfaatkan sebagai pendingin atau pemanas.

Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan Peltier pada peralatan pendingin maupun pemanas sudah banyak dilakukan, yaitu Rancang Bangun *Cool - Hot Box* Dengan Menggunakan Pompa Kalor (Susanto,2009), kaji terhadap penerapan efek peltier untuk alat kecil-ringan pendingin minuman (Riyanto, 2010), Perancangan Alat Pendinginan *Portable* Menggunakan Elemen Peltier (Umboh,2012), Aplikasi Modul Pendingin Termoelektrik Sebagai Media Pendingin Kotak Minuman (Aziz, 2015). Pada penelitian yang diusulkan, Peltier dimanfaatkan sebagai komponen pendingin dan penghangat pada box pendingin sekaligus penghangat. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan arduino sebagai mikrokontroler yang digunakan sebagai pengendali utama dan *design* box yang dirancang sehingga mendapatkan peralatan yang berkinerja terbaik.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Mengaplikasikan modul termoelektrik sebagai media pendingin dan pemanas pada mini *cooler and warmer box*.
2. Merancang-bangun sistem pendinginan dan pemanasan pada alat dengan menggunakan efek termoelektrik.
3. Mengetahui pola pendinginan dan pemanasan pada kotak pendingin dan pemanasan serta waktu pencapaian.

1.3. Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai media untuk mendinginkan dan menghangatkan minuman atau makanan.
2. Menjadi salah satu alternatif dalam pengaplikasian sistem pendinginan yang ramah lingkungan.
3. Dapat diaplikasikan dan dipasarkan secara luas di masyarakat dengan model yang lebih simpel dan harga yang relatif murah.

1.4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang box pendingin dan pemanas menggunakan elemen peltier?
2. Bagaimana merancang sistem pendinginan dan pemanasan pada box dengan memanfaatkan efek peltier?
3. Bagaimana mengetahui pola temperatur pada sisi pendingin dan pemanas box dengan keadaan beban nol dan beban berupa air

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membahas perancangan sistem pendinginan dan pemanas menggunakan elemen peltier TEC1-12706
2. Box berfungsi sebagai pendingin dan pemanas minuman
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah arduino uno

1.6 Hipotesis

Efek dari modul termoelektrik akan dapat digunakan sebagai pendingin dan pemanas dengan suhu pendinginan yaitu 0°C - 20°C dan pemanasan tidak lebih dari 50°C

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri atas:

BAB I. Pendahuluan

Berisikan tentang latar belakang, tujuan, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II. Tinjauan Pustaka

Menjelaskan landasan teori yang digunakan dalam penelitian dan mendukung penelitian.

BAB III. Metode Penelitian

Menjelaskan metode penelitian yang digunakan berisi waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, dan tahap-tahap perancangan.

BAB IV. Hasil Dan Pembahasan

Membahas tentang pengujian dan analisa terhadap kinerja alat yang telah dirancang.

BAB V. Kesimpulan Dan Saran

Berisi tentang kesimpulan dan saran tentang penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

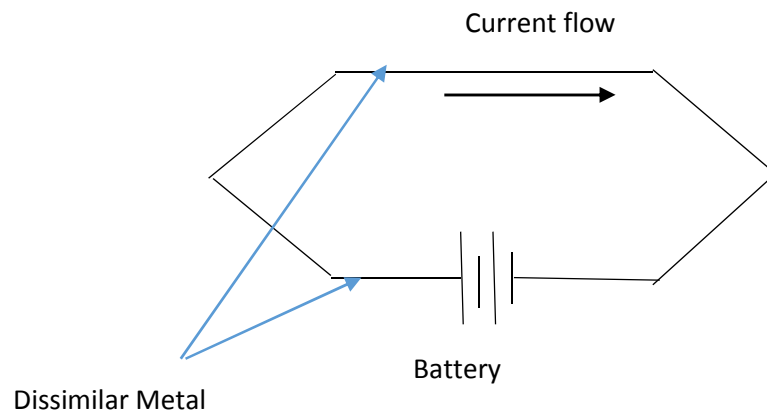
LAMPIRAN

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Efek Termoelektrik

Ketika dua buah kawat yang berbeda material disambungkan dan salah satu sisinya dipanaskan akan menimbulkan aliran arus yang terus menerus. Perbedaan temperatur yang terjadi antara dua buah konduktor berbeda material akan menghasilkan perbedaan tegangan antara dua substansi tersebut. Fenomena yang ditimbulkan ini disebut dengan efek seeback. Efek seeback memiliki dua aplikasi utama yaitu termasuk pengukuran suhu dan power generation. Fenomena ini merupakan dasar dari penemuan selanjutnya yang disebut dengan efek peltier.

Efek peltier merupakan kebalikan dari seeback yaitu aliran elektron dari rangkaian seeback dibalik untuk menghasilkan refrigerasi (Colin Tong,2011). Efek peltier di temukan oleh Jean Peltier yaitu fenomena dimana energi panas dapat diserap pada salah satu sambungan konduktor berbeda material dan dilepaskan pada sambungan lainnya ketika arus listrik dialirkan pada rangkaian tertutup, diperlihatkan pada Gambar 2.1. Efek peltier melibatkan lintasan dari arus listrik yang melewati thermocouple menghasilkan pemanasan atau pendinginan Konversi energi listrik menjadi *gradient* suhu menggunakan divais termoelektrik disebut dengan pendingin Peltier (*Peltier cooling*) (Lee,2013).



Gambar 2.1. Aliran arus yang menyebabkan perbedaan suhu antara titik A dan titik B (efek peltier)

Pada sambungan antara dua buah konduktor berbeda jenis panas disebarkan atau diserap pada unit waktu yang proportional dengan arus dan diberikan dengan (Rajput,2009):

$$Q_p = \Pi_{ab} \times I \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

Q_p = panas yang disebar atau diserap pada unit waktu (W)

$\Pi_{ab} = (\pi_a - \pi_b) =$ koefisien Peltier

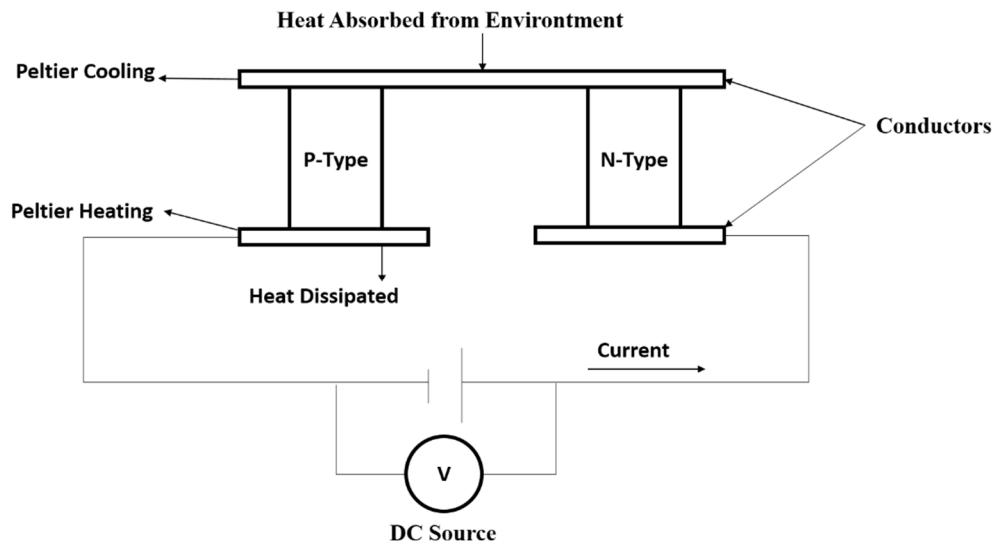
$I =$ arus (A)

Efek peltier dikendalikan oleh koefisien peltier, yang didefinisikan sebagai koefisien seback dari material semikonduktor dan suhu mutlak. Koefesien peltier dihubungkan dengan efek pendinginan sebagai arus yang melewati material tipe N ke material tipe P, dan efek panas ketika arus lewat dari material tipe p ke material tipe N. Dengan membalikan arah arus saat ini maka akan membalik temperatur dari

ujung panas dan dinginnya. Idealnya, banyaknya panas yang diserap pada sisi dingin dan dibuang pada sisi panas bergantung pada nilai dari koefisien peltier dan aliran arus yang dibawa material semikonduktor. Secara praktik jumlah yang bersih dari panas yang diserap pada ujung yang dingin karena efek peltier akan mengalami penurunan atau pengurangan karena dua faktor yaitu pemanasan konduktor dan pemanasan Joule. Karena perbedaan temperatur antara ujung yang dingin dan panas dari material semikonduktor, panas akan dikonduksikan melalui material semikonduktor ujung yang panas ke ujung yang dingin (Riffat,2003).

2.2. Modul Termoelektrik

Dalam elektronika terdapat berbagai komponen yang terbuat dari bahan semikonduktor. Semikonduktor sendiri merupakan bagian yang sangat penting dalam modul termoelektrik atau modul peltier. Modul termoelektrik terdiri dari banyak sambungan semikonduktor yang dirancang menjadi sebuah divais termoelektrik atau modul. Semikonduktor dalam modul tersebut akan disambungkan dan membentuk termokopel. Sebuah modul termoelektrik tersusun dari material keramik Bismuth Teluride tipe P dan tipe N yang dihubungkan seri untuk elektrik dan paralel untuk panas. Spesifikasi dari modul termoelektrik bervariasi. Untuk perbedaan temperatur yang besar, desain *multistage* seri dapat digunakan dan dapat menghasilkan hingga 130°C (Riffat, 2003). Skematik diagram dari modul termoelektrik ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skematik Diagram Modul Termoelektrik Peltier

Dalam pembuatan tugas akhir ini akan menggunakan modul termoelektrik yaitu TEC1-12706.

Prinsip kerja modul termoelektrik adalah berdasarkan efek peltier. Efek peltier akan menciptakan perbedaan suhu yang diakibatkan oleh pemberian tegangan antara dua jenis elektroda yang terhubung ke sampel bahan semikonduktor. Ketika menggunakan modul termoelektrik maka harus didukung dengan proses pembuangan panas pada sisi panas. Apabila suhu panas sama dengan suhu lingkungan, maka pada sisi dingin akan didapatkan suhu yang lebih rendah (puluhan derajat Kelvin). Tingkat pendinginan dapat diturunkan oleh nilai arus yang melewati modul termoelektrik. Dalam termoelektrik, penukar panas elektron bertindak sebagai pembawa panas. Aksi dari pemompaan panas disebabkan karena fungsi dari banyaknya elektron yang melewati *P-N Junction* (Bansal, 2009).

Dalam perancangan dan pemanfaatan modul peltier sebagai pendingin dan pemanas diperlukan beberapa pengembangan untuk dapat membuat kinerja dari

efek peltier tersebut maksimal. Berdasarkan perhitungan teori yang dilakukan dengan model realistik dari peltier modul, mengindikasikan bahwa *Coefecient of Performa* (COP) dan kapasitas pemompa panas bergantung pada panjang dari termoelemen yang menyusun modul tersebut. Ketergantungan ini akan naik secara signifikan dengan penurunan dari panjang termoelemen. Untuk modul komersial yang tersedia yang memiliki panjang termoelemen 1.5mm, hasilnya mengindikasikan bahwa nilai COP dan kapasitas pemompa panas adalah sebesar 70 dan 30% merupakan nilai yang ideal. Mengurangi resistansi kontak, terutama resistansi kontak termal merupakan syarat yang penting untuk dapat mencapai perbaikan yang lebih lanjut baik pada COP maupun kapasitas pemompaan panas (Min,1999)

2.3.Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 merupakan sebuah devais sensor suhu berbentuk IC (Integrated Circuit) yang presisi dengan tegangan output yang linear dan *proportional* terhadap temperatur Celsius . LM35 memiliki keuntungan yaitu temperatur linier sensor dikalibrasikan menggunakan Kelvin, sebagai pengguna kita tidak perlu lagi untuk mengurangi besarnya tegangan konstan dari output untuk memperoleh skala celsius. LM35 tidak memerlukan kalibrasi eksternal ataupun *trimming* (pemangkasan) untuk memberikan akurasi yang tepat. LM35 hanya memerlukan 60 μ A dari suplai sehingga memiliki pemanasan sendiri (*self heating*) yang sangat rendah, kurang dari 0.1 $^{\circ}$ C . LM35 dapat beroperasi pada kisaran suhu -55 $^{\circ}$ sampai +150 $^{\circ}$ C [10]. Blok diagram dari sensor suhu LM35 ditunjukkan pada Gambar 2.3

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada bulan Juni 2016- April 2017 di Laboratorium Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian dan pembuatan tugas akhir ini terdiri dari beberapa komponen analog, komponen digital, bahan pembuat kotak serta perangkat lunak sebagai berikut:

1. Resistor
2. Led
3. Modul termoelektrik Peltier TEC12706
4. DC Power supplay
7. Box
8. *Heatsink*
9. *Thermal paste*
11. PCB
12. Arduino Uno
13. *Relay*

14. LCD
15. Netbook pribadi
16. Perangkat Lunak Diptrace
17. Perangkat Lunak Arduino
18. Sensor suhu LM35

3.3 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan modul termoelektrik peltier TEC-1 12706 sebagai komponen pendingin dan pemanas pada box. Modul termoelektrik peltier TEC1-12706 dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan spesifikasi kerja ditunjukkan pada Tabel 3.1
2. Menggunakan sumber DC dari power supply
3. Menggunakan arduino uno sebagai pemroses data
4. Menggunakan LCD sebagai media penampil suhu
5. Menggunakan sensor suhu LM35 sebagai pengukur suhu pada bagian pemanas dan pendingin.



Gambar 3.1. Modul Peltier TEC1-12706
(Anonim 2, 2016)

Tabel 3.1 Spesifikasi Kerja Peltier TEC1-12706

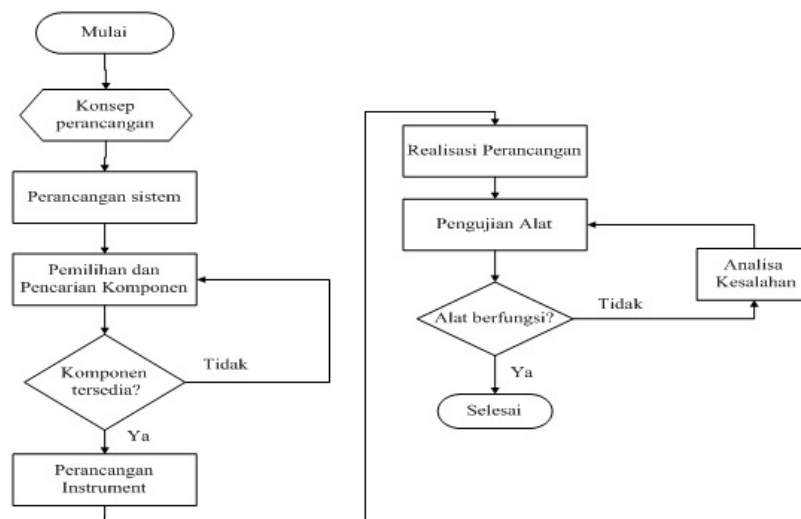
Hot Side Temperature (°C)	25°C	50°C
Qmax (Watts)	50	57
Delta Tmax (°C)	66	75
Imax (Amps)	6.4	6.4
Vmax (Volts)	14.4	16.4
Module Resistance (Ohms)	1.98	2.3

(Anonim 2, 2016)

3.4 Metode kerja

3.4.1 Diagram alir penelitian

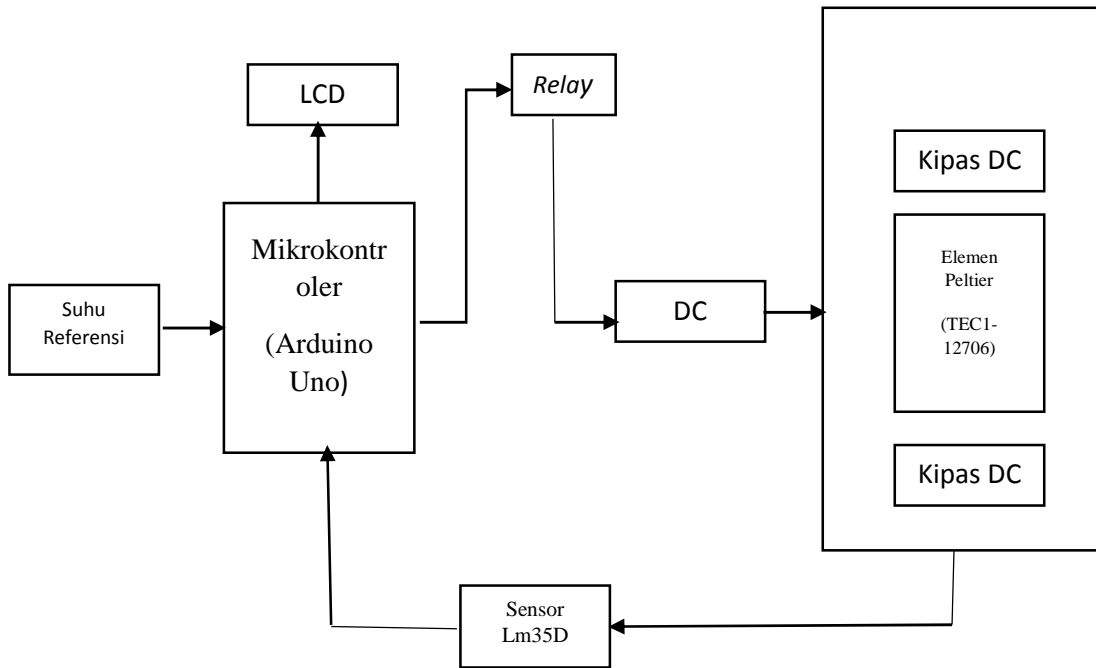
Proses penyelesaian tugas akhir ini melalui beberapa langkah yang secara umum digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram alir penelitian

3.4.2. Perancangan model sistem

Secara keseluruhan sistem dapat digambarkan dengan blok diagram seperti pada Gambar 3.3.



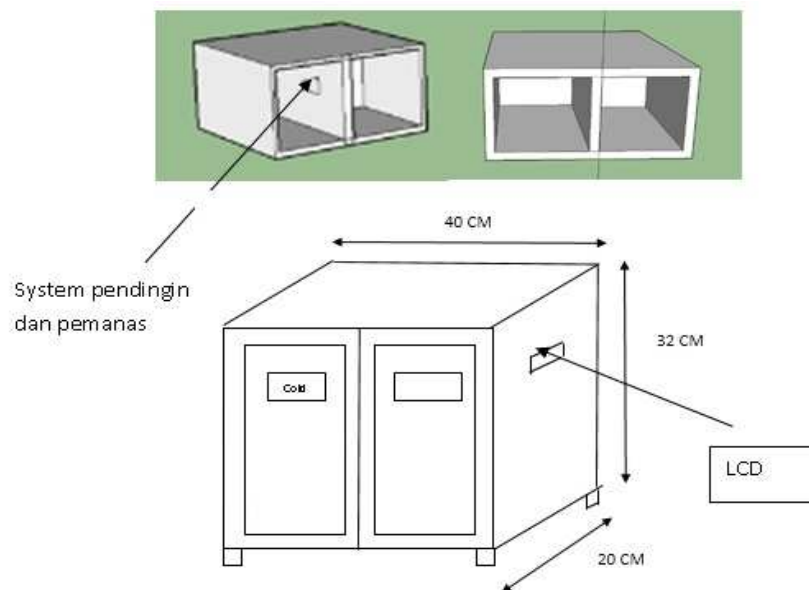
Gambar 3.3. Blok Diagram Model Perancangan sistem

Cara kerja sistem dirancang dengan memanfaatkan efek termoelektrik dari modul termoelektrik TEC12706. Efek termoelektrik ini akan menyebabkan salah satu sisi modul menjadi panas dan salah satu sisinya menjadi dingin. Bagian dingin dihubungkan dengan pelat aluminium yang berfungsi agar penyebaran dingin menjadi lebih maksimal. Bagian sisi panas peltier dihubungkan dengan heatsink yang berfungsi untuk menyebarkan panas dan kipas yang berfungsi untuk membuang panas yang dihasilkan oleh efek peltier. Panas yang dibuang akan terkumpul dalam kotak dan difungsikan sebagai penghangat minuman. Sensor suhu LM35 digunakan untuk mendeteksi suhu yang dihasilkan pada bagian sisi dingin

dan panas kotak sekaligus menjadi umpan balik. Arduino berfungsi mengatur Relay yang terhubung dengan power supply. Data suhu pada bagian sisi panas dan dingin akan ditampilkan dalam LCD 16x2. Apabila suhu yang terukur oleh sensor pada bagian panas melebihi *setting point* maka sensor akan memberikan umpan balik kepada arduino untuk memutuskan sambungan relay ke catu daya. Nilai *Setting point* atau referensi suhu pada bagian pemanas adalah 40°C.

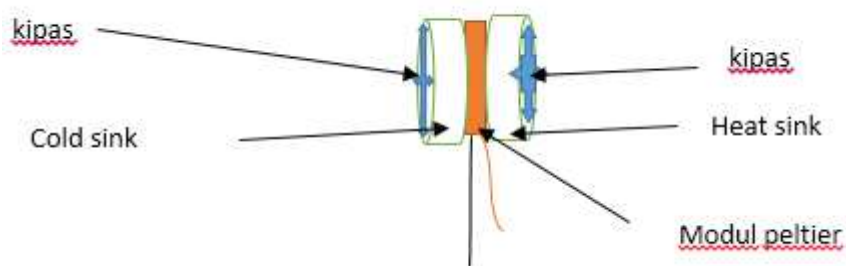
3.4.3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri atas perancangan box, catu daya, sensor dan *display*. Box yang digunakan berupa box aluminium yang bagian luarnya dilapisi dengan styrofoam dan papan triplek. Styrofoam berfungsi agar panas dan dingin yang dihasilkan tidak keluar dari ruang box. Box memiliki dimensi luar 40cm x 20cm x 32cm dan dimensi dalamnya berukuran 14cm x 15cm x 24 cm. Desain box dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Desain *Cooler And Warmer Box*

Box dibagi menjadi dua bagian yaitu sisi dingin dan sisi hangat. Sistem pendinginan dan pemanasan menggunakan modul termoelektrik yang diletakkan di bagian tengah *box*. Pemilihan letak *box* di tengah ini bertujuan untuk menggunakan kedua sisi peltier sekaligus dan mengetahui efek kerjanya terhadap suhu yang dihasilkan. Berdasarkan *peltier application note*, dalam aplikasi peltier harus dipasang bersama dengan *heatsink* yang berfungsi untuk penyerapan dan pembuangan panas. Pengaplikasian peltier tidak dapat digunakan tanpa menggunakan heatsink karena akan menyebabkan peltier rusak (Anonim 3, 2016). Perbedaan suhu yang diharapkan dalam sistem ini antara suhu panas dan dingin adalah sebesar 30°C Sistem pendinginan dan pemanasan yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 3.5



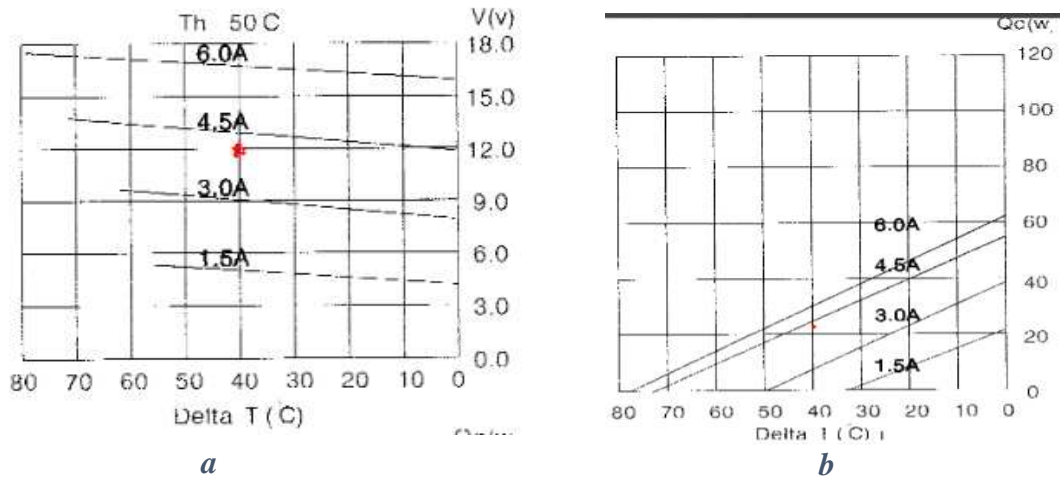
Gambar 3.5 Rangkaian sistem pendingin dan pemanas

Jika suhu panas $T_h = 50^\circ\text{C}$ dan suhu pada bagian pendingin $T_c = 10^\circ\text{C}$ pada tegangan yang digunakan 12 V maka arus yang dibutuhkan dan kalor yang diserap adalah ditunjukkan pada perhitungan sebagai berikut (Anonim 3,2016):

$$\Delta T = T_h - T_c \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta T = 50^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 40^\circ\text{C}$$

Berdasarkan diagram fungsi yang ditunjukkan pada Gambar 3.6 menunjukan bahwa untuk $\Delta T=40^{\circ}\text{C}$ dan tegangan 12 V membutuhkan arus yaitu 3.79 A dan kalor yang diserap Q_c sebesar 22 W

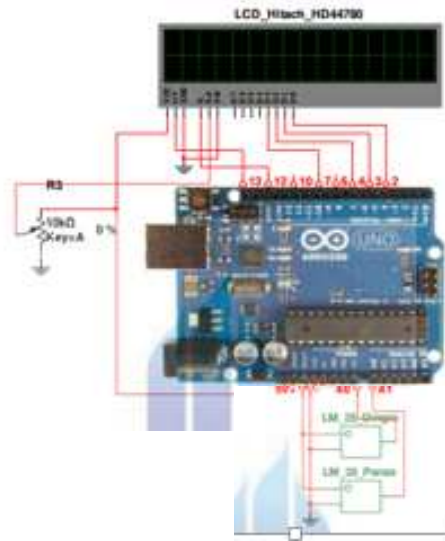


Gambar 3.6 Diagram fungsi kerja Peltier TEC1-12706 . a). Grafik antara Delta dengan V. b) Grafik antara Delta dengan Kalor (Anonim 2,2016)

Box menggunakan dua buah sensor suhu yaitu LM35 yang masing-masing diletakan pada bagian sisi dingin dan panas. Pembacaan suhu dari sensor ditampilkan di LCD matrix 16x2. Rangkaian sensor dengan arduino ditunjukkan pada Gambar 3.7. dan rangkaian LDC ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.7. Rangkaian Sensor Suhu LM35 Dengan Arduino Uno
(Anonim 4,2016)



Gambar 3.8. Rangkaian LCD dengan Arduino Uno
(Anonim 4, 2016)

Dua buah sensor suhu LM35 masuk pada input analog arduino. Nilai yang diukur oleh sensor suhu LM35 adalah berupa tegangan. Nilai tegangan tersebut kemudian akan dikonversikan menjadi bilangan digital berupa suhu oleh arduino dan suhu tersebut kemudian ditampilkan oleh LCD.

Modul termoelektrik peltier TEC1-12706 membutuhkan tegangan 12 V dan arus maksimal yang digunakan adalah sebesar 6 A. Perhitungan daya yang digunakan adalah sesuai dengan hukum Ohm (Andrianto,2016):

$$P=V.I \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$P= 12 \text{ V} \times 6 \text{ A}$$

$$P= 72 \text{ W}$$

untuk menyuplai daya yang digunakan oleh peltier, rancangan catu daya yang digunakan akan menggunakan transformator 10 A dan 12 V.

3.4.4. Perancangan Program Perangkat Lunak

Program perangkat lunak pada penelitian ini akan menggunakan perangkat lunak Arduino 1.5.7. program ini berfungsi untuk melakukan olah data dari sensor suhu hingga ditampilkan pada LCD dan berfungsi untuk mengontrol *Relay*. keterangan tentang proses perancangan program akan diuraikan secara detil pada subbab 4.2

3.4.5. Pembuatan Alat

Proses pembuatan alat merupakan realisasi dari perancangan yang dilakukan. Realisasi pembuatan yang pertama kali adalah bagian rangkaian utama peltier dan box. Kemudian dilanjutkan dengan rangkaian sensor yang digunakan pada box. Rangkaian sensor akan disimulasikan terlebih dahulu menggunakan project board, apabila rangkaian telah bekerja sesuai fungsi maka dibuat ke dalam bentuk PCB (*Printed Circuit Board*). Jika terdapat beberapa fungsi yang tidak bekerja maka dilakukan peninjauan ulang terhadap rancangan skematik baik terhadap komponen maupun program.

3.4.6. Pengujian Alat

Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian secara keseluruhan. Pengujian dilakukan untuk melihat apakah rancangan yang dibuat sesuai dengan apa yang diinginkan dan berfungsi dengan baik. Pada tahap ini akan dilihat apakah efek peltier pada modul termoelektrik peltier ini telah maksimal atau tidak. Selanjutnya adalah melakukan pengamatan pengaruh beban terhadap suhu yang dihasilkan oleh

alat. Selain pengaruh beban terhadap suhu yang dihasilkan, pengamatan juga dilakukan dengan melihat waktu yang dicapai hingga suhu yang dihasilkan menjadi stabil. Dari data hasil pengamatan dilakukan analisa dan pembahasan serta kesimpulan yang kemudian dituliskan pada laporan.

3.4.7. Penulisan Laporan

Dari hasil pengujian dan analisis yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan dari penelitian yang dituliskan dalam sebuah laporan.

BAB V. KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Modul termolektrik peltier dapat direalisasikan menjadi media pendingin dan penghangat dengan perbedaan suhu < 10 derajat celcius
2. Menggunakan Peltier sebagai media pendingin dan penghangat secara bersamaan kurang efektif karena perbedaan suhu yang tidak terlalu jauh
3. Penambahan beban berupa air 190ml pada kotak yang dirancang mengakibatkan waktu pencapaian yang dibutuhkan untuk mendapat suhu maksimal akan semakin lama
4. Semakin besar ukuran kotak yang didesain akan mempengaruhi jumlah kalor yang harus dipindahkan peltier dari sisi satu kesisi lainnya yang berdampak pada suhu yang dihasilkan.

5.2 Saran

Dalam pembuatan kotak pendingin dan penghangat ini terdapat beberapa saran untuk perbaikan dalam penelitian yang akan datang:

1. Menfaatkan peltier sebagai media pendingin dan penghangat tidak secara bersamaan, akan lebih baik jika menggunakan peltier sebagai pendingin atau penghangat dalam waktu yang berbeda.
2. Menggunakan catu daya yang lebih besar untuk mendapatkan suhu yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim.2016.*LM35 Data Sheet*. National Semicondustor Cooperation
Avaliable at : www.national.com/Lm35. [Accesed April 5th 2016]

Anonim 2.2016. *Termoelectric Cooler TEC1-12706 Data Sheet*.
Avaliable at : http://peltiermodules.com/peltier.datasheet/Peltier_Modules.pdf
[Accesed April 7th 2016]

Anonim 3.2017.*Peltier Application Note*. CUI INC.
Avaliable at : <http://peltier-app-note.pdf>, 2017 . [Accesed February 21st 2017]

Anonim 4.2016. *Isi Skripsi III Perancangan*. Universitas Mercubuana.
Avaliable at : <http://digilib.mercubuana.ac.id/Isi3617431689340.pdf>.
[Accesed February 25th 2016]

Aziz, Azridjal., Joko Subroto, Villager Silpana.2015. *Aplikasi Modul Pendingin Termoelektrik Sebagai Media Pendingin Kotak Minuman*. Jurnal. Universitas Riau.Pekanbaru.

Bansal, PK., Martin A.2000. *Comparative Study of Vapour Compression, Thermoelectric and Absorption Refrigerator-Rs*. International Journal of Energy Research, 2000, 24(2), 93-107.

Colin Tong, Xingcun.2011.*Textbook:Advanced Materials for Thermal Management of Electronic Packaging*. Springer.

Lee, H.2013. *The Thomson effect and the ideal equation on thermoelectric coolers*. Energy. 56: 61 -69. Western Michigan University.USA.

Min, Gao, D.M. Rowe.1999. *Improved model for calculating the coefficient of performance of a Peltier module*. School of Engineering, Cardiff University, Cardiff, UK.

Rajput, R K.2009. *A textbook of refrigeration and air conditioning*. S.K. Kataria and sons pp: 329-331.

Riffat,SB., Ma Xiaoli.2003. *Thermoelectrics: a review of present and potential applications*. Applied Thermal Engineering. 2003, 23(8), 913-935.

Riyanto,Hendi., Sigit Yoewono.2010. *Kaji Penerapan Efek Peltier Untuk Alat Kecil-Ringan Pendingin Minuman*. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9. Palembang. Institut Teknologi Bandung.

Umboh,R., O. Wuwung, E. Kendek Allo, B. S. Narasiang. 2012. *Perancangan Alat Pendinginan Portable Menggunakan Elemen Peltier*. Jurnal Vol. 1 no. 3, e-Journal Teknik Elektro dan Komputer, pp 1-6 .UNSRAT.Manado.

Susanto,Budi.2009. *Rancang Bangun Cool - Hot Box Dengan Menggunakan Pompa Kalor*. Jurnal. Universitas Indonesia.Depok.