

**PEMANFAATAN MODUL TERMOELEKTRIK TEC-12706 SEBAGAI  
KONDENSOR UNTUK MENGHASILKAN AIR DARI UDARA**

(Skripsi)

Oleh

**Erni Lativa**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRAK**

### **PEMANFAATAN MODUL TERMOELEKTRIK TEC-12706 SEBAGAI KONDENSOR UNTUK MENGHASILKAN AIR DARI UDARA**

**Oleh**

**Erni Lativa**

Penelitian ini tentang pemanfaatan modul termoelektrik TEC-12706 sebagai kondensor untuk menghasilkan air dari udara. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui banyaknya jumlah air yang dapat dihasilkan oleh modul termoelektrik TEC-12706. Alat pengukur suhu yang digunakan terbuat dari sensor termokopel tipe-K yang terintegritas dengan Arduino UNO. Instrumen dibuat dengan menggunakan satu buah modul termoelektrik TEC-12706 yang pada sisi dingin dan panasnya dipasang *heatsink* sebagai pengurai panas dan dingin yang dihasilkan oleh modul. Pada *heatsink* sisi dingin diberlakukan ditutup kardus dan dibiarkan terbuka. Suhu yang dihasilkan saat *heatsink* sisi dingin ditutup mencapai suhu 0 °C hingga 36,5 °C, sedangkan saat *heatsink* sisi dingin terbuka mencapai suhu 7,25 °C hingga 37,75 °C. Arus yang dihasilkan saat *heatsink* sisi dingin ditutup pun lebih stabil jika dibandingkan dengan saat *heatsink* sisi dingin ditutup. Air yang dihasilkan saat *heatsink* sisi dingin terbuka selama 14 jam sebanyak 51 mL, sedangkan saat *heatsink* sisi dingin ditutup air yang dihasilkan membeku.

**Kata kunci** : TEC-12706, sensor termokopel tipe-K, Arduino UNO, *heatsink*

## **ABSTRACT**

### **UTILIZATION OF TEC-12706 THERMOELECTRIC MODULE AS A CONDENSER TO PRODUCE WATER FROM AIR**

**By**

**Erni Lativa**

*This research is about the utilization of the TEC-12706 thermoelectric module as a condenser to produce water from the air. This research aims to find out how much water can be produced by the TEC-12706 thermoelectric module. The temperature measuring device used is made of a K-type thermocouple sensor integrated with Arduino UNO. The instrument is made using a TEC-12706 thermoelectric module which has a heatsink on the cold and hot sides to dissipate the heat and cold generated by the module. On the cold side of the heatsink, the cardboard is closed and left open. The temperature generated when the cold side heatsink is closed reaches a temperature of 0 C to 36.5 C, while when the cold side heatsink is open it reaches a temperature of 7.25 C to 37.75 C. The current generated when the cold side heatsink is closed is also more stable than when the cold side heatsink is open. The water generated when the cold side heatsink is open for 14 hours is 51 mL, whereas when the cold side heatsink is closed the water produced freezes.*

*Keywords: Arduino UNO, Condenser, Heatsink, K-type thermocouple sensor, TEC-12706*

**PEMANFAATAN MODUL TERMOELEKTRIK TEC-12706 SEBAGAI  
KONDENSOR UNTUK MENGHASILKAN AIR DARI UDARA**

**Oleh**

**ERNI LATIVA**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
**SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Fisika**  
**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS LAMPUNG**  
**BANDAR LAMPUNG**  
**2023**

Judul Skripsi : **PEMANFAATAN MODUL  
TERMoeLEKTRIK TEC-12706 SEBAGAI  
KONDENSOR UNTUK MENGHASILKAN  
AIR DARI UDARA**

Nama Mahasiswa : **Erni Iativa**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1617041057**

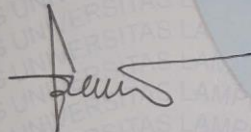
Program Studi : **Fisika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



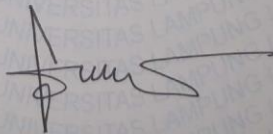
**Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**  
NIP. 19801010 200501 1 002

Pembimbing II



**Sri Wahyu Suciwati, S.Si.M.Si.**  
NIP. 19710829 199703 2 001

2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA

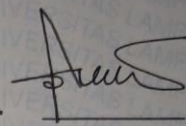


**Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.**  
NIP. 19801010 200501 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

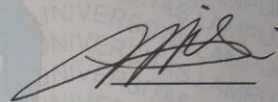
Ketua : Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.



Sekretaris : Sri Wahyu Suciyati, S.Si., M.Si.



Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP. 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 15 Juni 2023

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang sama persis dengan yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai hukum yang berlaku

Bandar Lampung, 15 Juni 2023



Erni Lativa  
NPM. 1617041057



## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Erni Lativa. Penulis dilahirkan di Jati Indah pada 2 April 1998. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sarjito dan Ibu Murtiah. Penulis pernah menempuh Pendidikan di TK Al-Azhar 12 pada tahun 2002-2004, SDN 1 Jati Indah pada tahun 2004-2010 kemudian melanjutkan ke SMP N 1 Tanjung Bintang pada tahun 2010-2013. Penulis melanjutkan pendidikan di SMA N 1 Tanjung Bintang pada tahun 2013-2016.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa di jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada tahun 2016 dan mengambil konsentrasi dalam bidang Instrumentasi. Penulis aktif sebagai pengurus organisasi Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) tahun 2016/2017 sebagai anggota saintek. Penulis pernah menjadi asisten praktikum Mikrokontroler. Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Riset dan Standarisasi Industri Bandar Lampung pada tahun 2020 dan menulis laporan PKL dengan judul “Pengaruh Getaran Terhadap Gedung A Balai Riset dan Standarisasi Industri Bandar Lampung”. Penulis melaksanakan pengabdian masyarakat dengan mengikuti program Kuliah Kerja Lapangan (KKN) Universitas Lampung tahun 2019 di Desa Karya Tani Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Penulis juga menyelesaikan penelitian skripsi di Jurusan Fisika dengan judul **“Pemanfaatan Modul Termoelektrik TEC-12706 sebagai Kondensor untuk Menghasilkan Air dari Udara”**.



## **MOTTO**

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

( QS. Al-Insyirah : 5-6 )

“Apa yang kita takutkan belum tentu terjadi, dan ketakutan hanya bersifat sementara tetapi penyesalan bersifat selamanya”

( Penulis )

“Lebih baik melakukan sesuatu meski terlambat, daripada sama sekali tidak melakukan apapun”

( Penulis )

## PERSEMBAHAN

**Dengan Penuh Rasa Syukur Kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, karya ini dipersembahkan kepada:**

Kedua Orang tuaku

*Bapak Sarjito dan Ibu Murtiah*

Kedua orang tua yang telah banyak berkorban tanpa lelah dan menjadi motivasi hingga dapat menyelesaikan pendidikan ditingkat Universitas dan menyelesaikan skripsi ini

*Bapak-Ibu Dosen Universitas Lampung*

Terimakasih atas bekal ilmu pengetahuan dan budi pekerti yang telah membuka hati dan wawasan

*Teman-Teman Fisika FMIPA UNILA 2016*

Terimakasih atas kebaikan dan kebersamaan yang telah kita lalui

*Almamater Tercinta*

UNIVERSITAS LAMPUNG

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Modul Termoelektrik TEC-12706 sebagai Kondensor untuk Menghasilkan Air dari Udara”**. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kesalahan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bukan hanya untuk penulis, tapi juga untuk para pembaca.

Bandar Lampung, 15 Juni 2023

Penulis,

Erni Lativa

## SANWACANA

Segala puji bagi Allah, Rabb semesta alam yang telah memberikan taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Modul Termoelektrik TEC-12706 sebagai Kondensor untuk Menghasilkan Air dari Udara”**. Dalam penyusunan skripsi, penulis menyadari tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, diantaranya:

1. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, memberikan ilmu dan mengarahkan dalam proses penyusunan skripsi.
2. Bapak Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, menyemangati, dan memberikan ilmu baru dalam proses penyusunan skripsi
3. Bapak Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc. selaku pembahas yang senantiasa mengarahkan dalam proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Arif Surtono S.Si., M.Si., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung
5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
6. Seluruh Dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan banyak ilmu selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
7. Staff dan karyawan Jurusan fisika yang telah membantu memenuhi

kebutuhan administrasi dan lainnya selama menjadi mahasiswa fisika.

8. Saudaraku Ervi Dwi Saputri yang menyemangati menyelesaikan Skripsi.
9. Nilla, Yani, Kak Irfan, Adel, Windi, Saiful, Bella, yang telah membantu , teman diskusi dan saling menyemangati.
10. Sahabat terdekat Dinda Arthur Putri dan Nilla Anggi Pratiwi yang selalu memberikan motivasi, semangat, bantuan dan dukungan kepada penulis.
11. Teman-teman seperjuangan Fisika 2016 atas dukungan dan semangat yang telah diberikan.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis selama menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dengan yang lebih baik, mempermudah segala urusannya dan menjadi pemberat amal di akhirat nanti. Aamiin.

Bandar Lampung, 15 Juni 2023

Penulis,

Erni Lativa

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACK</b> .....	ii
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	vi
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	vii
<b>MOTTO</b> .....	viii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>SANWACANA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	42
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terkait.....	5
2.2 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya .....	7
2.3 <i>Thermoelectric</i> .....	8
2.4 Karakteristik Termoelektrik .....	9
2.5 <i>Thermoelectric Cooler</i> .....	10
2.6 Arduino .....	11

2.7 Thermocouple .....	13
2.8 Liquid Crystal Display (LCD) .....	14
2.9 Proses Perubahan Sifat Zat.....	16
2.10 Prinsip Perpindahan Kalor .....	17
2.10.1 Konduksi .....	17
2.10.2 Konveksi .....	18
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	20
3.2 Alat Dan Bahan.....	20
3.3 Prosedur Penelitian.....	21
3.3.1 Perancangan Perangkat Keras.....	21
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	23
3.4 Pengambilan Data .....	24
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
Hasil Penelitian .....	25
Perancangan Sistem .....	27
Pengujian Dan Analisis Data.....	29
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	
Simpulan.....	38
Saran.....	38

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1.</b> Skema instalasi peralatan pengujian .....	7
<b>Gambar 2.2.</b> Struktur termoelektrik .....	10
<b>Gambar 2.3.</b> Jenis-jenis <i>thermoelectric cooler</i> .....	11
<b>Gambar 2.4.</b> <i>Board</i> Arduino .....	12
<b>Gambar 2.5.</b> Termokopel tipe-K.....	13
<b>Gambar 2.6.</b> Max6675 .....	14
<b>Gambar 2.7.</b> LCD 16x2 .....	15
<b>Gambar 2.8.</b> Perubahan wujud zat .....	16
<b>Gambar 3.1.</b> Diagram alir .....	21
<b>Gambar 3.2.</b> diagram blok rancangan perangkat keras .....	22
<b>Gambar 3.3.</b> skema instalasi peralatan pengujian .....	23
<b>Gambar 4.1.</b> realisasi alat penghasil air .....	26
<b>Gambar 4.2.</b> alat pengukur suhu .....	27
<b>Gambar 4.3.</b> grafik perbandingan temperatur panas TEC-12706 .....	30
<b>Gambar 4.4.</b> grafik perbandingan temperatur dingin TEC-12706 .....	31
<b>Gambar 4.5.</b> grafik perbandingan nilai arus TEC-12706 .....	33
<b>Gambar 4.6.</b> grafik perbandingan daya TEC-12706 .....	34
<b>Gambar 4.7.</b> grafik hubungan antara volume dengan waktu .....	35
<b>Gambar 4.8.</b> hasil dari <i>heatsink</i> sisi dingin terbuka .....	36
<b>Gambar 4.9.</b> hasil dari <i>heatsink</i> sisi dingin tertutup .....	37

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 3.1.</b> Rancangan data pengamatan modul TEC-12706 .....	24

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kekeringan merupakan permasalahan air yang terjadi pada beberapa negara di dunia ini yang salah satunya Indonesia. Indonesia merupakan negara yang dilewati jalur garis khatulistiwa yang mempunyai dua musim yaitu musim panas dan hujan. Pada saat mengalami musim panas terkadang berlangsung dengan begitu lama hingga menyebabkan kekeringan pada beberapa daerah tertentu. Akibatnya daerah-daerah tersebut akan mengalami kesulitan dalam mencari sumber air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, sedangkan untuk kebutuhan air minum nasional diperoleh data dari dapertermen pekerjaan umum menunjukkan, bahwa kebutuhan air nasional sebanyak 272.107 L/detik, sedangkan kapasitas air minum sebanyak 105.000 L/detik yang dapat meningkat dari waktu ke waktu. Pada tahun 2021 Lembaga Ilmu Pegetahuan Indonesia (LIPI) memprediksi bahwa semua wilayah di Pantai Utara Jawa, menjadi wilayah urban yang berpotensi mengalami defisit ketersediaan air bersih pada tahun 2040.

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah kekeringan yaitu dengan cara mengubah udara menjadi air. Banyaknya uap air yang terkandung dalam satuan udara disebut kelembaban udara atau kelengasan udara. Jumlah uap air yang terkandung dalam udara dari seluruh atmosfer yakni sekitar 0% sampai 5% dari jumlah massa udara. Uap air ini merupakan komponen udara yang sangat penting ditinjau dari segi cuaca dan iklim (Arpan dkk., 2004). Uap air yang terkandung dalam udara berasal dari hasil penguapan air dipermukaan bumi, air tanah, atau air yang berasal dari penguapan tumbuh-tumbuhan. Alat ukur untuk mengukur tingkat kelembapan pada suatu tempat adalah Higrometer (Puspita & Yulianti, 2016).

Proses perubahan wujud zat dari gas (udara) atau uap menjadi zat cair (air) disebut kondensasi. Kondensasi terjadi pada penempatan atau pendinginan jika terjadi tekanan maksimum dan suhu di bawah suhu kritis. Kondensasi terjadi ketika uap di dinginkan menjadi cairan, tetapi dapat juga terjadi bila sebuah uap di kompresi (yaitu tekanan ditingkatkan) menjadi cairan, atau mengalami kombinasi dari pendinginan dan kompresi. Salah satu contoh kondensasi dalam kehidupan sehari-hari yaitu air yang terlihat di luar gelas yang dingin pada hari yang panas (Fauzie & Kohar, 2017).

Pendinginan udara dapat menggunakan Thermoelectric cooler (TEC), TEC ini bekerja dengan memanfaatkan efek peltier. Efek peltier ini terjadi dua logam yang berbeda disambungkan kemudian arus listrik dialirkan pada sambungan tersebut, maka akan terjadi fenomena pompa kalor atau proses penyerapan panas dan pelepasan energi panas. Salah satu komponen elektronika yang bekerja menggunakan prinsip tersebut adalah modul Peltier. Dalam modul Peltier akan terjadi dua kondisi pada kedua sisi modul Peltier tersebut, dengan sisi panas untuk proses pelepasan panas dan sisi dingin untuk penyerapan panas. Prinsip ini digunakan termoelektrik sebagai pendingin atau pompa kalor (Piantanida, 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh Lodoh dkk (2021) tentang pengaruh panjang sirip heatsink yang terhadap produksi air kondensasi udara atmosfer. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen terhadap alat konverter sebanyak 3 buah dengan variasi ukuran panjang heatsink yaitu 8 cm, 10 cm dan 12 cm. Panjang heatsink berpengaruh terhadap distribusi temperatur lingkungan, temperatur pada heatsink sisi dingin, temperatur pada heatsink sisi panas, temperatur pada ruang pengembunan serta volume air hasil kondensasi. Dari penelitian tersebut diperoleh ukuran yang paling baik adalah pada ukuran heatsink 12 cm dengan produksi air sebanyak 26,9 ml/24h.

Berdasarkan uraian di atas, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian tentang perancangan modul termoelektrik jenis TEC-12706 sebagai kondensor untuk menghasilkan air dari udara. Penelitian ini berfokus pada modul termoelektrik yakni penggunaan daya modul termoelektrik yang terjadi pada saat pengujian, serta banyaknya air yang dapat dihasilkan oleh modul termoelektrik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah.

1. Bagaimana penggunaan daya yang dikonsumsi modul termoelektrik tersebut.
2. Berapa banyak air yang dapat dihasilkan oleh modul termoelektrik.
3. Bagaimana suhu yang dapat dihasilkan oleh modul termoelektrik.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui besarnya penggunaan daya oleh modul termoelektrik tersebut.
2. Mengetahui banyaknya air yang didapatkan dari modul termoelektrik tersebut.
3. Mengetahui suhu yang didapatkan dari modul termoelektrik.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Jenis modul termoelektrik yang digunakan adalah TEC-12706.
2. Sensor suhu yang digunakan adalah termokopel tipe-K yang terhubung dengan modul Max 6675.
3. Sensor suhu dioperasikan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino UNO.
4. Sumber daya yang digunakan berasal dari power supply 12 V.
5. Parameter yang diamati adalah tegangan, arus, daya, dan suhu minimum dan maksimal yang dihasilkan.
6. *Heatsink* menggunakan ukuran 40 x 60 x 18 mm untuk sisi dingin dan 98 x 98 x 25 mm untuk sisi panas.
7. Konfigurasi yang diterapkan adalah pengujian modul termoelektrik menggunakan heatsink.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kesesuaian karakteristik modul termoelektrik TEC-12706 seperti yang tertulis pada datasheet, dan

diharapkan hasil dari penelitian ini berguna untuk pemanfaatan modul termoelektrik yang sesuai dengan kinerja modul tersebut.

## II. TIJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terkait

Penelitian tentang penggunaan modul Peltier telah dilakukan diantaranya oleh Widiyanto dkk (2014). Pada penelitian ini telah dilakukan untuk pengujian uji coba peti ikan berpendingin untuk pedagang ikan keliling. Peti ikan berbentuk kotak dan berukuran 3,3 liter yang terbuat dari aluminum pada sisi dinding bagian dalam dan insulator dari poliuretan. Sistem pendingin tersebut menggunakan modul termoelektrik sebanyak 2 buah, menggunakan *heatsink* pada sisi dingin dan *heatpipe* pada sisi panas modul dengan sumber daya berasal dari aki motor 12 V dan arus sebesar 3,5 A. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa peti dalam kondisi kosong dapat mencapai suhu 12 °C setelah satu jam pertama dan mencapai suhu 11,1 °C pada waktu satu jam berikutnya.

Penelitian tentang pengubah udara menjadi air yang dilakukan oleh Prasetyo (2021), udara akan didinginkan hingga mencapai suhu di bawah titik saturasi sehingga akan terjadi proses kondensasi. Pendinginan suhu udara menggunakan *thermoelectric cooler*. Pada penelitian ini sisi dingin TEC-12706 ditempelkan *heatsink* tipe D dengan jumlah sirip 7 dan luas sirip 0,055 m<sup>2</sup>. *Heatsink* berfungsi sebagai komponen untuk membantu proses pendinginan udara. Penelitian dilakukan dalam 5 hari dengan pengoperasian prototipe selama 4 jam. Rata-rata volume air yang dihasilkan adalah 11,8 ml/4jam.

Penelitian Layla (2021) dilakukan perancangan prototipe yang dapat mengubah air untuk mengatasi permasalahan krisis air bersih. Pendinginan suhu udara dilakukan dengan memanfaatkan sisi dingin pada *thermoelectric cooler*. Pada sisi



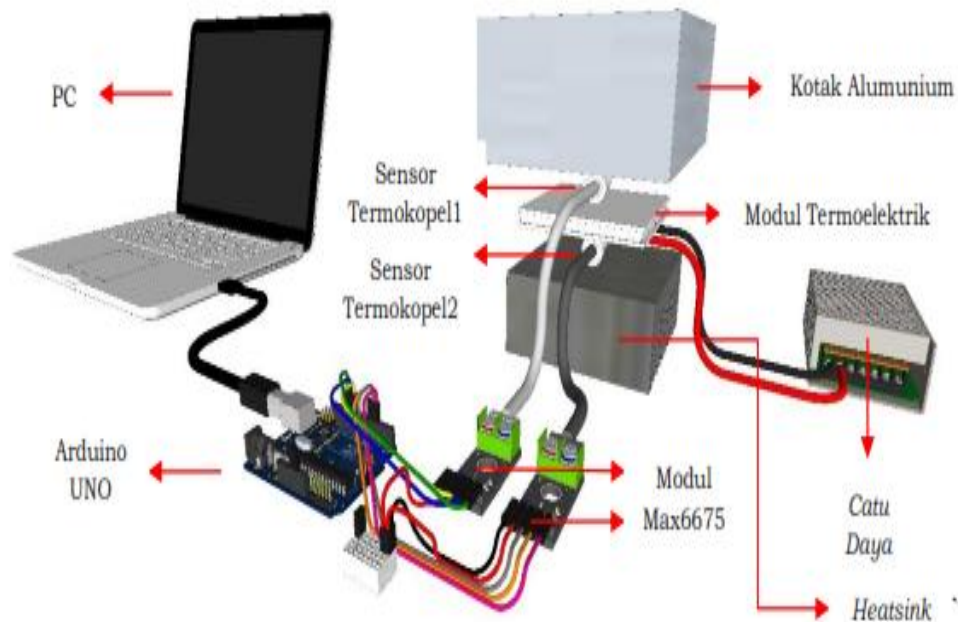
dingin TEC-12706 ini ditempelkan *heatsink* dengan jumlah siripnya 19. Penelitian ini dilakukan dalam waktu 5 hari dan pengeperasian prototipe selama 4 jam. Hasilnya, prototipe dapat menghasilkan rata-rata volume air sebesar 7,4 ml dengan kadar air yang jernih, tidak berbau, tidak berasa dan pHnya mencapai 6,5. Rata-rata energi yang dibutuhkan untuk mengubah udara menjadi air adalah 136,912 Watt.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Aziz dkk (2017) tentang penggunaan termoelektrik sebagai elemen kotak pendingin. Kotak pendingin tersebut berukuran 13,8 liter menggunakan 2 buah modul termoelektrik tipe TEC-12706. *Heat exchanger* pada sisi dingin dan sisi panas termoelektrik menggunakan *Heatsink* dan kipas. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan diperoleh kotak dapat mencapai suhu minimum pada waktu 36 menit dengan suhu sebesar 14,6 °C dengan beban berupa air sebanyak 2100 ml.

Penelitian yang dilakukan oleh Ahsani dan Budijono (2015) melakukan penelitian tentang rancang bangun pendingin ruangan portable dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *thermoelectric cooler* (TEC). Penelitian tersebut bertujuan untuk memperoleh suatu mesin pendingin ruangan yang tidak menggunakan bahan kimia dengan menggantinya menggunakan modul termoelektrik. Dimensi ruangan pendingin ini berukuran 55×45×40 cm. Modul termoelektrik yang digunakan berjumlah 8 buah yang disusun secara paralel. Sistem pendingin ini menggunakan *fan* (kipas) untuk mengalirkan dingin keseluruh ruangan. Dari hasil uji yang telah dilakukan, diperoleh suhu maksimum sebesar 24,8 °C dalam waktu 30 menit dengan konsumsi daya sebesar 277,2 Watt.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Pauzi (2021) tentang analisis terhadap eksperimen pemanfaatan modul termoelektrik TEC-12706 dan TEG-27145 sebagai refrigeran. Eksperimen ini bertujuan untuk membandingkan penggunaan daya dan batas kinerja temperatur dari kedua modul termoelektrik. Alat pengatur suhu yang digunakan terbuat dari sensor termokopel tipe-K yang terintegritas dengan Arduino Uno dengan validasi keakuratan menggunakan *infrared thermometer fluke 62 MAX*. Penggunaan daya pada TEG-27145 lebih besar dari

pada TEC-12706 dengan batas kinerja modul TEC-12706 pada rentang suhu 0-153 °C dan modul TEG-27145 pada rentang suhu 0-145,25°C.



**Gambar 2.1.** Skema instalasi peralatan pengujian (Pauzi dkk., 2021)

Pada **Gambar 2.1** alat monitoring suhu telah direalisasikan dengan menggunakan sensor termokopel tipe-K berbasis Arduino Uno. Alat tersebut bekerja pada rentang suhu 0-200 °C, dengan catu daya sebagai sumber tegangan sebesar 12 volt. Catu daya selain digunakan untuk mengaktifkan Arduino Uno, juga digunakan sebagai sumber tegangan modul termoelektrik.

## 2.2 Perbedaan dengan Penelitian sebelumnya

Berdasarkan paparan penelitian yang telah dilakukan, maka pada penelitian ini akan dibuat sistem perancangan dengan menggunakan modul *thermoelectric cooler* (TEC-12706) sebagai kondensator untuk menghasilkan air dari udara. Sumber tegangan yang akan digunakan berasal dari arus PLN yang akan dihubungkan terlebih dahulu dengan catu daya, kemudian dihubungkan dengan modul termoelektrik. Sensor termokopel tipe-K berbasis Arduino Uno akan diletakkan pada bagian saat *heatsink* penghasil dingin dan *heatsink* pelepas panas. Hasil pembacaan suhu dari sensor tersebut akan ditampilkan pada LCD. Pada

bagian *heatsink* dingin akan diperlakukan dengan menutup dengan menggunakan bahan isolator (kardus) agar udara diluar lingkungan tidak masuk ke dalam lingkungan yang didalamnya diberi serabut aluminium dan dibuka agar air dihasilkan dapat ditampung dan ukur dengan menggunakan gelas ukur.

### **2.3 Thermoelectric**

Fenomena termoelektrik pertama kali ditemukan pada tahun 1821 oleh ilmuwan Jerman Thomas Johan Seebeck. Ia menghubungkan tembaga dan besi dalam sebuah rangkaian. Diantara logam tersebut lalu diberikan jarum kompas. Ketika sisi logam tersebut dipanaskan jarum kompas ternyata bergerak. Diketahui hal ini terjadi karena aliran listrik yang terjadi pada logam menimbulkan medan magnet. Medan magnet ini yang menggerakkan kompas (Henderson, 1979).

Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai (Tritt dan Subramanian, 2006).

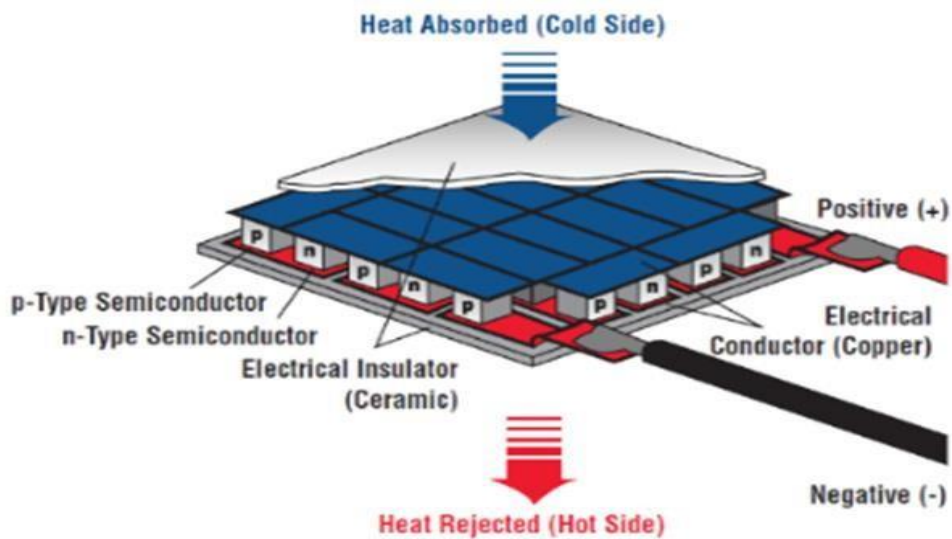
Sel termoelektrik secara umum ada dua jenis yaitu efek Seebeck dan efek Peltier. Efek Seebeck ditemukan oleh fisikawan Jerman Thomas Johan Seebeck sewaktu melakukan eksperimen dengan menggunakan dua material logam yang berbeda yaitu tembaga dan besi. Kedua logam itu dirangkai menjadi sebuah sambungan dimana salah satu sisi logam dipanaskan dan satu sisi logam yang lainnya tetap dijaga pada suhu konstan sehingga arus akan mengalir pada rangkaian tersebut. Arus listrik yang mengalir akan mengindikasikan adanya beda potensial antara ujung-ujung kedua sambungan. Jarum kompas yang sebelumnya telah diletakkan diantara dua plat tersebut ternyata mengalami penyimpangan atau bergerak hal ini disebabkan adanya medan magnet yang dihasilkan dari proses induksi elektromagnetik yaitu medan magnet yang timbul karena adanya arus listrik pada logam (Shepta dkk, 2012).

Pada tahun 1834 seorang fisikawan bernama Jean Charle Athanase Peltier, menyelidiki kembali eksperimen dari efek Seebeck. Peltier menemukan kebalikan dari fenomena Seebeck yaitu ketika arus listrik mengalir pada suatu rangkaian dari material logam yang berbeda terjadi penyerapan panas pada sambungan kedua logam tersebut dan pelepasan panas pada sambungan yang lainnya. Pelepasan panas dan penyerapan panas bersesuaian dengan arah arus listrik pada logam. Hal ini dikenal dengan efek Peltier (Shepta dkk, 2012). Prinsip kerja modul termoelektrik berdasarkan efek Peltier.

Efek Peltier akan menciptakan perbedaan suhu yang menghasilkan perbedaan suhu 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. Tingkat pendinginan dapat dinaikan 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 dan Martin, 2000).

#### **2.4 Karakteristik Termoelektrik**

Termoelektrik umumnya menggunakan bahan yang bersifat semikonduktor atau dengan kata lain menggunakan *solid-state technology*. Struktur termoelektrik dapat dilihat pada **Gambar 2.2**. Pada **Gambar 2.2** tersebut ditunjukkan struktur termoelektrik yang terdiri dari suatu elemen tipe-P, yakni material yang kekurangan elektron, dan terdiri juga dari susunan elemen tipe-N, yakni material yang kelebihan elektron. Panas masuk dari salah satu sisi dan dibuang dari sisi lainnya. Transfer panas tersebut menghasilkan suatu tegangan yang melewati sambungan termoelektrik dan besarnya tegangan listrik yang dihasilkan sebanding dengan perubahan suhu. Dapat disimpulkan apabila batang logam dipanaskan dan didinginkan pada dua sisi kutub logam, elektron pada sisi panas logam akan bergerak aktif dan memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi dibandingkan dengan sisi dingin logam.



**Gambar 2.2.** Struktur Termoelektrik (Ryuanuargo dkk., 2014)

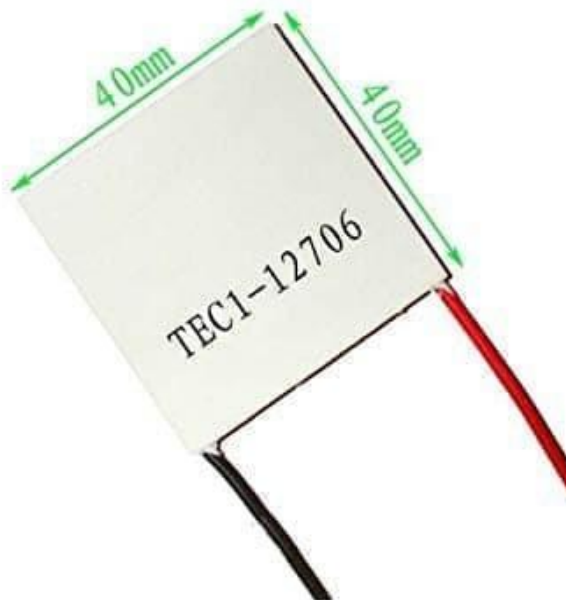
Dengan kecepatan yang lebih tinggi, maka elektron dari sisi panas akan mengalami difusi ke sisi dingin dan menyebabkan timbulnya medan listrik pada logam atau material tersebut. Elemen termoelektrik yang terdiri dari semikonduktor tipe-P dan tipe-N yang dihubungkan dalam sebuah rangkaian tertutup yang terdapat pada beban, maka perbedaan suhu yang ada pada tiap *junction* dan pada semikonduktor tersebut akan menyebabkan perpindahan elektron dari sisi panas menuju sisi dingin (Ryuanuargo dkk., 2014).

### 2.5 Thermoelectric Cooler (TEC)

*Thermoelectric cooler* merupakan *solid state technology* yang bisa menjadi alternatif teknologi pendingin selain sistem kompresi uap (*vapor compression*) yang masih memanfaatkan *refrigerant*. Dibandingkan dengan teknologi kompresi uap yang menggunakan *refrigerant* sebagai media penyerap kalor, teknologi *thermoelectric cooler* relatif lebih ramah lingkungan, tahan lama dan bisa digunakan dalam skala besar dan kecil. Teknologi termoelektrik telah digunakan pada beberapa bidang aplikasi, seperti peralatan militer, peralatan ruang angkasa, produk-produk industri yang memanfaatkan modul termoelektrik sebagai pendingin (Akbar dkk., 2021).

Pendingin termoelektrik ini adalah komponen elektronika yang menggunakan efek Peltier untuk membuat aliran panas (*heat flux*) pada percabangan (*junction*)

antar dua jenis material yang berbeda dengan mengalirkan arus listrik pada dua buah material itu yang direkatkan dalam sebuah rangkaian. Pada **gambar 2.3** merupakan termoelektrik jenis TEC12-706.



**Gambar 2.3.** Jenis *Thermoelectric* (Khalid dkk., 2015)

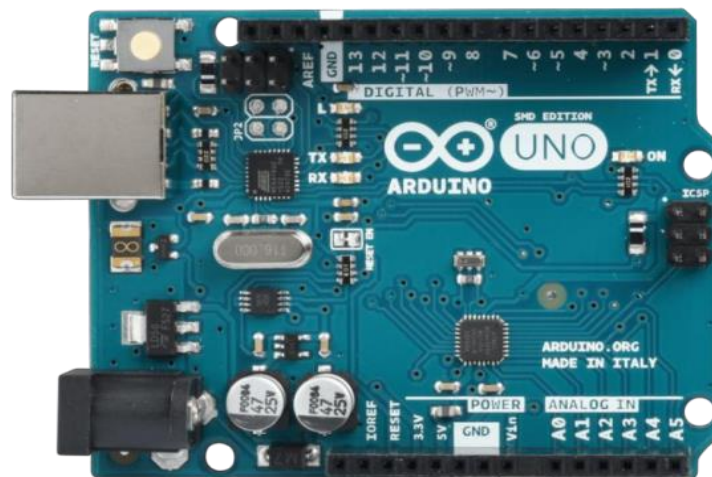
Berikut ini merupakan spesifikasi dari modul termoelektrik TEC-12706 sebagai berikut:

1. Ukuran sisi  $40 \times 40$  mm dengan tebal 3,8 mm.
2. Perbedaan temperatur sisi panas dengan sisi dingin maksimum ( $\Delta T$  maks) sebesar  $66$  °C.
3. Arus listrik maksimum yang diperbolehkan ( $I$  maks) sebesar 6 A.
4. Tegangan listrik maksimum yang diperbolehkan ( $V$  maks) sebesar 14,4 V.
5. Material keramik yang elektrikal insulator yang dipergunakan adalah Alumunia ( $Al_2O_3$ ).
6. Temperatur maksimum dalam penggunaannya adalah sebesar  $138$  °C (Khalid dkk., 2015).

## 2.6 Arduino

Arduino adalah suatu perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open source*. Arduino dapat digunakan untuk mendeteksi lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor dan dapat mengendalikan

peralatan sekitarnya. Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan mengunggah kedalam memori mikrokontroler. Ada banyak proyek dan alat-alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul- modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak, dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino (Andrianto, 2013).



**Gambar 2.4.** Board Arduino UNO (Andrianto, 2013).

Pada **Gambar 2.4** menunjukkan bahwa Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya (Sokop dkk., 2016).



## 2.7 Thermocouple

Termokopel berasal dari kata “*Thermo*” dan “*Couple*”. *Thermo* dapat diartikan sebagai energi panas, sedangkan *couple* berarti pertemuan antara dua buah benda. Termokopel merupakan sensor suhu yang tersusun dari dua buah logam yang berbeda dimana titik pembacaan sensor terletak pada pertemuan kedua logam tersebut dan titik lain sebagai outputnya. Termokopel adalah sensor suhu yang mana dalam pembacaannya sensor ini akan merubah perbedaan suhu menjadi perubahan tegangan listrik. Termokopel umumnya dapat mengukur suhu dengan rentang  $-200^{\circ}\text{C}$  hingga  $1800^{\circ}\text{C}$  dengan tingkat error pengukuran kurang dari  $1^{\circ}\text{C}$ .

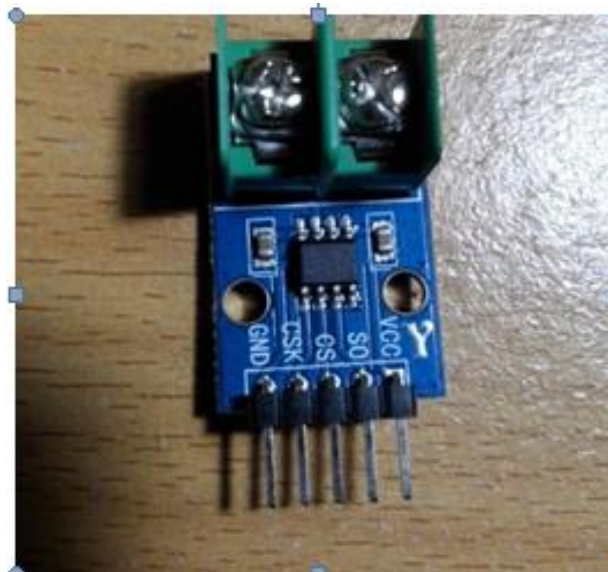
Termokopel tipe-K menggunakan modul Max6675 sebagai *interface* kedalam mikrokontroler. Max6675 merupakan kompensasi *cold junction* yang outputnya digitalisasi dari sinyal termokopel tipe-K. Keluaran data output Max6675 memiliki resolusi 12 bit yang mendukung komunikasi SPI mikrokontroler secara umum (Kurniawan, 2016).



**Gambar 2.5.** Termokopel tipe-K (Kurniawan, 2016)

Fungsi dari termokopel **Gambar 2.5** adalah untuk mengetahui perbedaan temperatur pada bagian ujung dari kedua bahan logam yang disatukan. Termokopel tipe *hot junction* dapat mengukur suhu mulai dari  $0^{\circ}\text{C}$  hingga

1023,75°C. Max6675 pada **Gambar 2.6** memiliki bagian *cold end* yang hanya dapat mengukur -20 °C hingga 85 °C. Ketika bagian *cold end* Max6675 mengalami fluktuasi suhu, pada bagian lain Max6675 masih tetap dapat mengukur suhu secara akurat. Max6675 dapat melakukan koreksi atas perubahan pada temperatur ambient dengan kompensasi *cold junction*. Secara otomatis *device* mengkonversi temperatur ambient yang terjadi ke bentuk tegangan menggunakan sensor temperatur diode (Septiana dkk., 2019).



**Gambar 2.6.** Max6675 (Septiana dkk., 2019)

Performa optimal Max6675 terjadi ketika termokopel pada bagian *cold junction* dan Max6675 melakukan pembacaan temperatur dengan hasil yang sama. Konversi suhu menjadi tegangan pada termokopel tipe-K, Max6675 memiliki ketelitian sebesar 41  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  dengan menggunakan Persamaan 2.11.

$$V_{out} = (41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}) 5 (T_R - T_{AMB}) \quad (2.1)$$

Dengan :  $V_{out}$  = Tegangan *output* termokopel

$T_R$  = Temperatur *remote junction* ( $^\circ\text{C}$ )

$T_{AMB}$  = Temperatur ambivien ( $^\circ\text{C}$ )

## 2.8 Liquid Crystal Display (LCD)

*Liquid Crystal Display* merupakan suatu perangkat elektronika yang telah terkonfigurasi dengan kristal cair dalam kaca sehingga mampu memberikan

tampilan berupa titik, garis, simbol, huruf, angka maupun gambar. LCD sudah digunakan didalam berbagai bidang misalnya alat-alat elekt ronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. LCD terbagi menjadi dua macam bentuk berdasarkan jenis tampilannya, yaitu *Text LCD* dan *Graphic LCD*. *Text LCD* dalam tampilannya berupa huruf atau angka, sedangkan untuk *Graphic LCD* berupa titik, garis dan gambar. Dalam LCD setiap karakter ditampilkan dalam matrik *5x7 Pixel*. Adapun fitur-fitur yang ada pada LCD ini adalah sebagai berikut:

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dilengkapi dengan *backlight* (Budyanto, 2012)

Berikut adalah gambar LCD 16x2 yang umum digunakan.



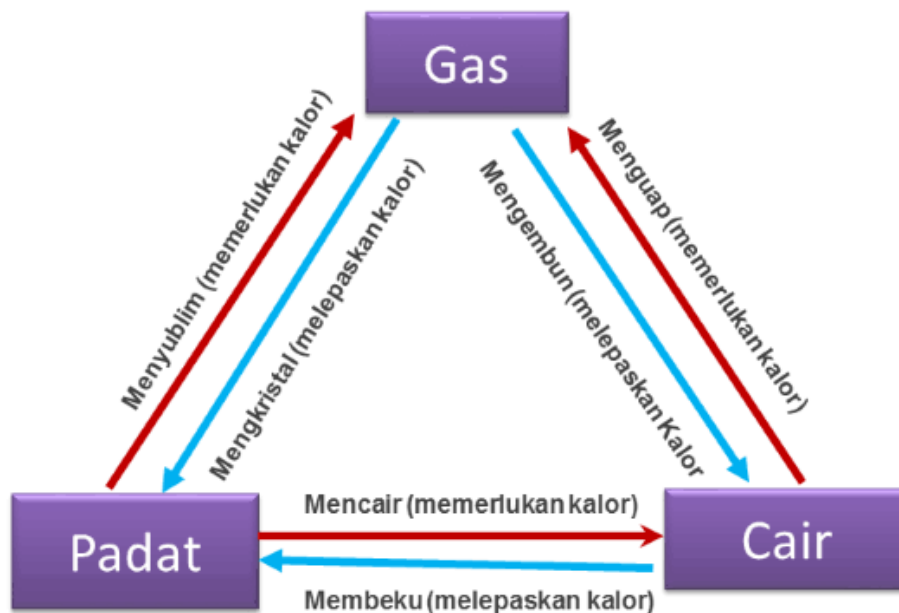
**Gambar 2.7.** LCD 16x2 (Septiana dkk., 2019)

Pada **Gambar 2.7** merupakan LCD yang dasarnya terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian *liquid crystal* dan bagian *backlight*. Pada prinsipnya LCD tidak pernah memancarkan cahaya apapun, LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu LCD memerlukan cahaya latar belakang atau *backlight* untuk sumber cahayanya. Cahaya *backlight* tersebut umumnya berwarna putih. Sedangkan kristal cair sendiri adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif. *Backlight* LCD yang berwarna putih akan memberikan pencahayaan pada kristal cair, kemudian kristal cair tersebut akan menyaring

*backlight* yang diterimanya dan merefleksikannya sesuai dengan sudut yang diinginkan sehingga menghasilkan warna yang diinginkan. Sudut pada kristal cair akan berubah apabila diberikan tegangan tertentu. Karena perubahan sudut dan penyaringan warna tersebut, cahaya backlight yang sebelumnya berwarna putih akan berubah menjadi berbagai warna (Septiana dkk., 2019).

### 1.9 Zat Dan Perubahannya

Zat dapat diartikan sebagai hal apapun yang menempati ruang dan memiliki massa. Perubahan wujud zat adalah perubahan termodinamika dari satu fase benda ke keadaan wujud zat yang lain. Perubahan wujud zat ini bisa terjadi karena peristiwa pelepasan dan penyerapan kalor. Perubahan wujud zat terjadi ketika titik tertentu tercapai oleh atom/senyawa zat tersebut yang biasanya dikuantitaskan dalam angka suhu. Semisal air untuk menjadi padat harus mencapai titik bekunya dan air menjadi gas harus mencapai titik didihnya. Perubahan wujud suatu zat dapat dilihat pada **Gambar 2.8** sebagai berikut.



**Gambar 2.8.** Perubahan Wujud Zat (Wandini dan Bariyah, 2022).

Peristiwa perubahan wujud dari cair menjadi padat. Dalam peristiwa ini zat melepaskan energi panas. Contoh peristiwa membeku yaitu air yang dimasukkan kedalam freezer maka akan menjadi es batu. Peristiwa perubahan zat dari padat

menjadi cair. Dalam peristiwa ini zat memerlukan energi panas. Contoh peristiwa mencair yaitu pada batu es yang berubah menjadi air, lilin yang dipanaskan. Peristiwa perubahan wujud dari cair menjadi gas. Dalam peristiwa ini zat memerlukan energi panas. Contohnya air yang direbus maka lama-kelamaan akan habis. Bensin yang dibiarkan terbuka lama-kelamaan juga akan habis menjadi asap. Peristiwa perubahan wujud dari gas menjadi cair. Dalam peristiwa ini zat melepaskan energi panas. Contoh mengembun adalah ketika kita menyimpan es batu dalam gelas maka bagian luar gelas akan basah, atau rumput di lapangan menjadi basah di pagi hari padahal malam harinya tidak hujan. Peristiwa perubahan wujud dari padat menjadi gas. Dalam peristiwa ini zat memerlukan energi panas. Contohnya menyublim yaitu pada kapur barus (kamper) yang disimpan pada lemari pakaian lama kelamaan akan habis. Peristiwa perubahan wujud dari gas menjadi padat. Dalam peristiwa ini zat melepaskan energi panas. Contoh mengkristal adalah pada peristiwa berubahnya uap menjadi salju (Wandini & Bariyah, 2022).

### **1.10 Prinsip Perpindahan Kalor**

Perpindahan kalor terjadi dari suatu fluida yang memiliki temperatur lebih tinggi kepada fluida yang memiliki temperatur lebih rendah. Kalor yang dipindahkan dari kedua bahan itu, besarnya tergantung dari kecepatan aliran fluida, arah alirannya, sifat-sifat fisik fluida, kondisi permukaan, dan luas bidang perpindahan panas serta beda temperatur diantara kedua fluida (Burlian & Khoirullah, 2014). Perpindahan kalor dapat berlangsung melalui salah satu dari dua cara yaitu konduksi dan konveksi.

#### **a. Konduksi**

Perpindahan kalor konduksi adalah perpindahan kalor yang mengalir dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur lebih rendah di dalam suatu medium (padat, cair atau gas) atau antara medium-medium yang berlainan tetapi bersinggungan secara langsung (kontak langsung). Pada konduksi ini perpindahan kalor yang terjadi akibat kontak langsung antara molekul-molekul dalam medium atau material tersebut tanpa adanya perpindahan molekul yang

cukup besar. Material yang sangat mudah menghantarkan atau merambatkan kalor, misalnya besi, baja, perak, tembaga aluminium dan jenis-jenis logam lainnya disebut dengan konduktor. Sebaliknya ada material yang sulit merambatkan atau menghantarkan kalor, misalnya karet, plastik, kaca dan sebagainya atau disebut dengan isolator.

Perpindahan kalor konduksi ini dikemukakan oleh ilmuwan Prancis, I.B.I. Fourier, sebuah hubungan laju perpindahan panas konduksi  $q_k$  dalam suatu bahan dinyatakan dengan:

$$q_k = -k A \frac{dT}{dx} \quad 2.2$$

Dengan :  $q_k$  = Laju perpindahan kalor konduksi (W/m)

$A$  = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

$K$  = Konduktivitas bahan (W/m°C)

$dT/dx$  = Gradien temperatur terhadap jarak (°C/m)

Nilai konduktivitas termal merupakan sifat fisik material atau zat yang sangat penting dalam pemilihan untuk suatu aplikasi proses perpindahan kalor. Nilai konduktivitas termal yang tinggi menunjukkan laju perpindahan energi yang besar dan material yang mempunyai konduktivitas termal yang tinggi disebut konduktor sedangkan yang mempunyai konduktivitas termal yang rendah disebut isolator (Cengel, 2004).

## **b. Konveksi**

Perpindahan panas secara konveksi antara batas benda padat dan fluida terjadi dengan adanya suatu gabungan dari konduksi dan angkutan (transport) massa. Jika batas tersebut bertemperatur lebih tinggi dari fluida, maka panas terlebih dahulu mengalir secara konduksi dari benda padat ke partikel-partikel fluida di dekat dinding. Energi yang di pindahkan secara konduksi ini meningkatkan energi di dalam fluida dan terangkut oleh gerakan fluida. Bila partikel-partikel fluida yang terpanaskan itu mencapai daerah yang temperaturnya lebih rendah, maka panas berpindah lagi secara konduksi dari fluida yang lebih panas ke fluida yang lebih dingin. Laju perpindahan pans dengan cara konveksi antara suatu permukaan dan

suatu fluida dapat dihitung dengan hubungan :

$$q = hA(T_w - T_f) \quad (2.3)$$

keterangan:

q= laju perpindahan panas dengan cara konveksi (Watt)

A= luas penampang ( $m^2$ )

$T_w$ = Temperatur dinding (K)

$T_f$ = Temperatur fluida (K)

h= koefisien perpindahan panas konveksi ( $W/m^2.K$ ) (Incropera, 1982)



### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan waktu penelitian**

Penelitian mengenai perancangan modul termoelektrik TEC-12706 sebagai kondensor untuk menghasilkan air dari udara, akan dilaksanakan pada bulan September 2022 hingga Maret 2023. Proses pengambilan data akan dilakukan di alamat Jl. Kali Panas, Desa Purwodadi Dalam, Kecamatan Tanjung Sari, Lampung Selatan.

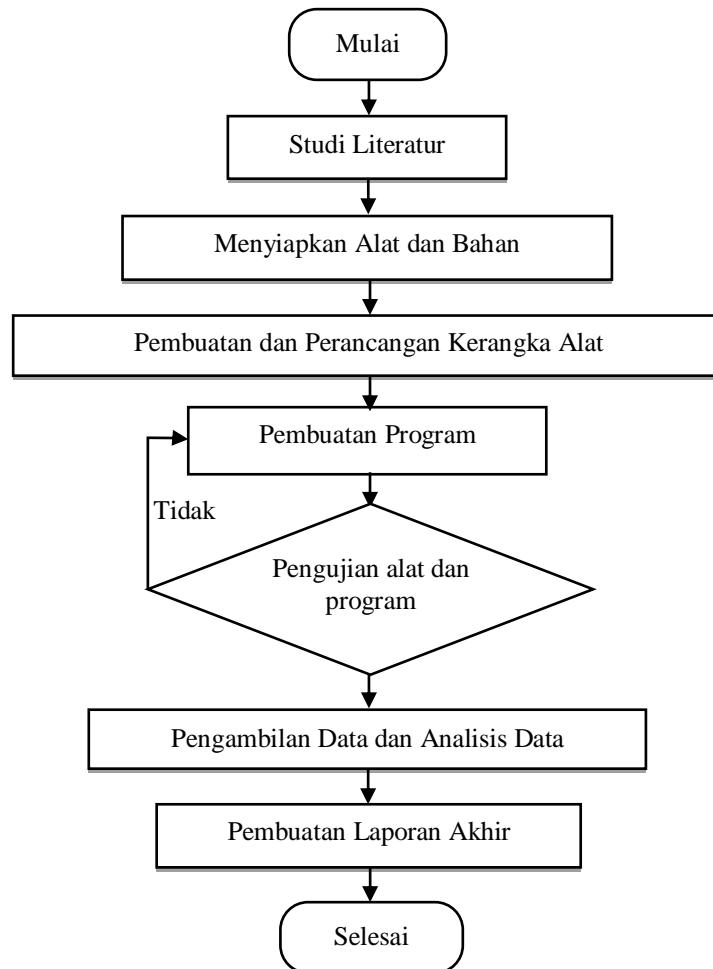
#### **3.2 Alat dan bahan**

Alat dan bahan yang akan digunakan adalah sebagai berikut.

1. *Thermoelectric Cooler* (TEC-12706), digunakan sebagai bahan uji.
2. Arduino UNO, digunakan sebagai mikrokontroler yang mengendalikan sistem pengukur suhu termokopel
3. Modul Max6675, sebagai pendigitalisasi sinyal analog dari sensor termokopel.
4. Termokopel tipe-K, sebagai sensor untuk mengukur temperatur sistem.
5. *Liquid Crystal Display* digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan temperatur dari sistem pengujian.
6. Multimeter berfungsi sebagai pengukur tegangan dan arus.
7. *Heatsink* berfungsi sebagai pengurai panas modul termoelektrik.
8. Sterofom dan kardus berfungsi sebagai ruang kedap udara.
9. Gelas ukur berfungsi untuk mengukur banyaknya air yang diperoleh.
10. Catu daya berfungsi sebagai sumber tegangan modul termoelektrik.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Secara garis besar, penelitian ini dilakukan melalui tiga tahap, yaitu merancang perangkat keras sistem, perancangan perangkat lunak dan pengujian sistem. Perancangan sistem pengujian disajikan dalam bentuk diagram alir seperti pada **Gambar 3.1**.

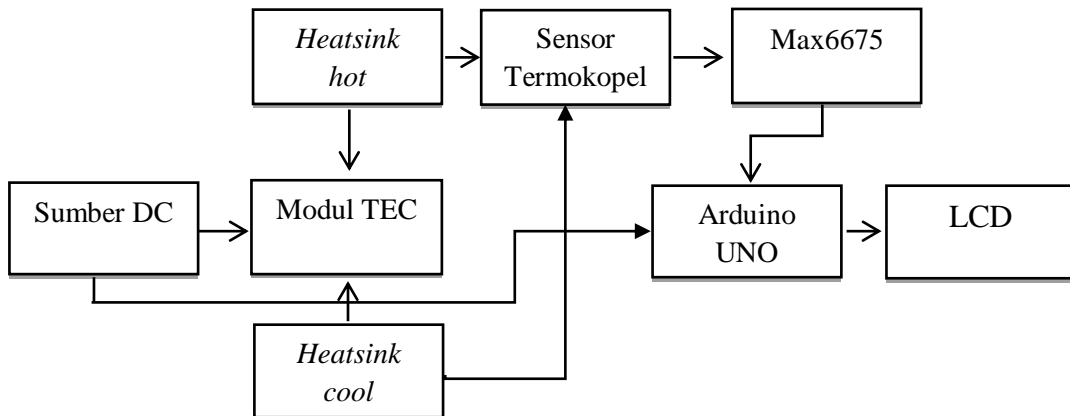


**Gambar 3.1.** Diagram alir

#### 3.3.1 Perancangan Perangkat Keras

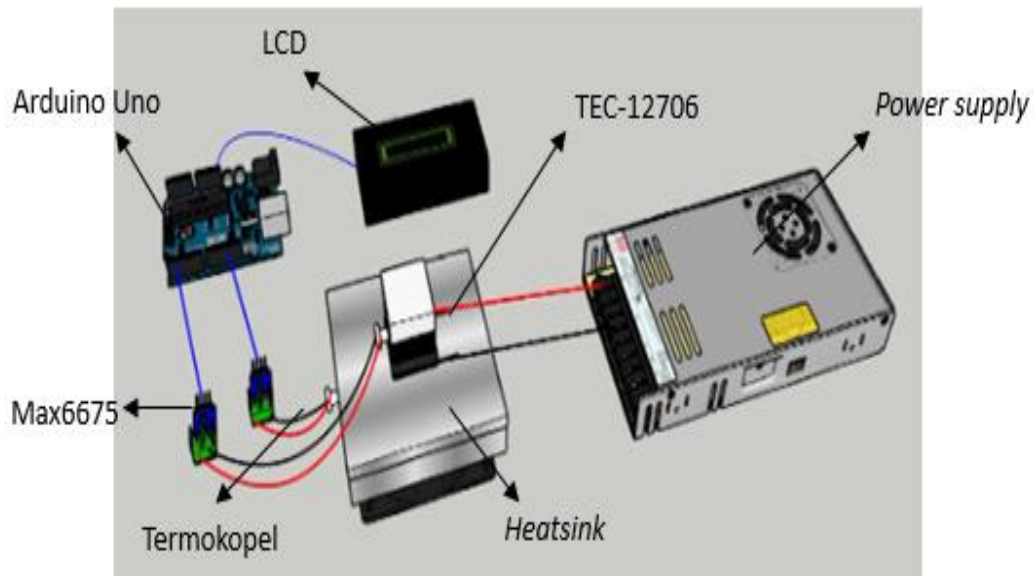
Perancangan perangkat keras pada penelitian ini merupakan tahapan penyusunan komponen-komponen elektronika menjadi satu kesatuan sistem agar dapat bekerja dengan sesuai yang diharapkan. Perangkat keras sistem pengujian modul ini akan dibuat sesuai dengan alat dan bahan. Semua alat dan bahan tersebut akan dibuat sesuai dengan alat dan bahan. Semua alat dan bahan tersebut akan dirangkai

menjadi perangkat fisik yang akan digunakan sebagai prosesor dan komponen utama penyusun sistem pengujian modul. Secara umum rancangan perangkat keras sistem pengujian ditunjukkan seperti pada **Gambar 3.2**.



**Gambar 3.2.** Diagram Blok Rancangan Perangkat Keras

Pada **Gambar 3.2** menjelaskan rancangan sistem pengujian yang akan dibuat. Sumber tegangan yang digunakan berasal dari arus PLN yang dihubungkan terlebih dahulu dengan sumber DC kemudian dihubungkan dengan modul termoelektrik. Dilakukan pengujian modul termoelektrik sebanyak dua kali dengan variasi pengujian berbeda. Pengujian dilakukan dengan pengukuran arus, tegangan, pengukuran suhu pada sisi penghasil dingin dan sisi penghasil panas. Variasi pengukuran dibedakan dengan modul termoelektrik pada sisi dingin diberikan *heatsink* yang dibiarkan terbuka dan *heatsink* sisi dingin dibuat kedap udara yang didalamnya diberi serabut aluminium. Lama pengujian pada setiap penelitian yaitu setiap 30 menit yang dilakukan selama 14 jam. Perancangan perangkat kondensasi berdasarkan **Gambar 3.3**, *power supply* yang dinyalakan akan mengalirkan arus listrik ke termoelektrik. Saat arus listrik mengalir ke *thermoelectric cooler* maka akan terjadi perbedaan suhu dari kedua sisi *thermoelectric cooler*. Pada sisi dingin dan panas modul termoelektrik ditempelkan *heatsink*. *Heatsink* ini berfungsi sebagai pengurai panas dan dingin modul termoelektrik.. Saat udara melewati *heatsink* dingin maka akan terjadi perpindahan konveksi dari *heatsink* sisi dingin ke udara. Saat suhu ini mencapai titik *dew point* (titik embun) maka udara akan berubah fasanya dari gas menjadi cair atau terjadi kondensasi.



**Gambar 3.3.** Skema Instalasi Peralatan Pengujian

Sensor suhu yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor termokopel tipe-K. Sensor ini berfungsi untuk mengamati perubahan suhu yang terjadi pada sistem pengujian modul termoelektrik. Sensor termokopel tipe-K ditelakkan pada bagian heatsink penghasil dingin dan *heatsink* penghasil panas modul yang kemudian hasil pembacaan suhu dari sensor tersebut akan ditampilkan pada LCD.

### 3,3,2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak sistem pengujian ini menggunakan pemrograman Arduino IDE, dengan tujuan menampilkan perubahan dan kecepatan penurunan suhu yang dideteksi oleh sensor termokopel yang kemudian akan di proses melalui Arduino dan ditampilkan pada LCD 16x2. Suhu yang ditampilkan pada layar LCD ini berguna untuk melihat kinerja dari modul termoelektrik yang digunakan. Untuk dapat membuat *software* yang dapat mengontrol *hardware* sistem akuisi data, maka diperlukan pemahaman tentang apa saja penyusun *hardware* sistem pendingin tersebut. Komponen penyusun utama sistem pembacaan suhu yaitu berupa mikrokontroler Arduino UNO yang digunakan sebagai *processor hardware*, sensor suhu termokopel tipe-K, dan LCD sebagai penampil suhu yang dibaca oleh sensor.

### 3.3 Pengambilan Data

Pengujian yang dilakukan menghasilkan data berupa suhu temperatur dingin ( $T_c$ ), suhu temperatur panas ( $T_h$ ), arus (A), tegangan (V) dan Volume air (mL) yang digunakan modul termoelektrik, waktu dan volume air yang dihasilkan. Pada saat pengambilan data, waktu pengukuran ditentukan setiap 30 menit sekali yang dilakukan selama 14 jam. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk menghitung daya pada **Persamaan 3.1**.

$$P = V \cdot I \quad (3.1)$$

Keterangan :

P = daya (watt); V = tegangan (volt); I = arus (*ampere*)

Data yang berupa angka-angka tersebut kemudian dikonversikan kedalam bentuk grafik agar lebih mudah untuk dianalisa.

**Tabel 3.1.** Rancangan Data Pengamatan Modul TEC-12706

No.	Waktu (menit)	$T_c$ (°C)	$T_h$ (°C)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (watt)	Volume (mL)
1.							
2.							
3.							
...							
Dst.							

Penelitian ini juga dilakukan analisis data hasil penelitian dan hasil perhitungan yang telah diperoleh. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara temperatur, arus, daya dan volume terhadap waktu. Rancangan analisis data dapat dilihat pada **Gambar 3.3**.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini maka dapat disimpulkan.

1. Daya yang dihasilkan pada *heatsink* sisi dingin terbuka lebih konstan daripada saat *heatsink* sisi dingin.
2. Volume air yang dihasilkan pada *heatsink* sisi dingin terbuka mencapai 51 ml dalam waktu 14 jam dan pada *heatsink* sisi dingin tertutup air yang dihasilkan membeku.
3. Temperatur panas yang dihasilkan pada *heatsink* sisi dingin tertutup mencapai suhu 36,5 °C, sedangkan *heatsink* sisi dingin terbuka hanya mencapai 37,75 °C. Temperatur dingin yang dihasilkan pada *heatsink* sisi dingin tertutup mencapai suhu 0 °C, sedangkan *heatsink* sisi dingin terbuka hanya mencapai 7,5 °C.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian, pembahasan serta kesimpulan yang telah diperoleh, penulis memberi saran untuk penelitian selanjutnya yaitu membuat sistem pengukuran secara *realtime* agar hasil pengukuran yang dihasilkan menjadi lebih akurat dan TEC-12706 disusun secara seri maupun paralel untuk mendapatkan hasil air yang lebih banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahsani, M., & Prijo Budijono, A. 2015. Rancangan Bangun Pendingin Ruangan Portable dengan Memanfaatkan Efek Perbedaan Suhu pada Thermo Electric Cooler (TEC). *JRM*. Volume 03 Nomor 01 Tahun 2015, 100-109, 03, 100–109.
- Akbar, M., Rizal, T. A., & Syntia, R. 2021. Pengujian Kinerja Pendinginan Thermo Electric Cooling (TEC) Menggunakan Heatsink dengan Variasi Dimensi dan Jenis Material. *Jurutera - Jurnal Umum Teknik Terapan*, 8(01), 19–28.
- Alfiansyah, I., Pauzi, AG., Riyanto, A., & Sri Wahyu Suciwati. *Studi Eksperimental Modul Thermoelectric Tec-12706 dan Teg-27145 sebagai Pendingin Pengganti Refrigeran. Journal of Energy Material and Instrumentation Tecnology*. Vol. 1. Hal. 1-7.
- Andrianto, H. 2013. *Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega16 Menggunakan Bahasa C (CodeVisionAVR)*. Informatika: Bandung.
- Arpan, F., Kirono, D. G. C., & Sudjarwadi. 2004. Kajian Meteorologis Hubungan Antara Hujan Harian dan Unsur-Unsur Cuaca. In *Majalah Geografi Indonesia*. Vol. 18, Issue 2, pp. 69–79.
- Aziz, A., Mainil, R. I., Mainil, A. K., Syafri, S., & Syukrillah, M. F. (2017). Design of Portable Beverage Cooler Using One Stage Thermoelectric Cooler (TEC) Module. *Aceh International Journal of Science and Technology*. 6(1), 29.
- Bansal, PK., & Martin A. 2000. Comparative Study of Vapour Compression, Thermoelectric and Absorption Refrigerator-Rs. *International Journal of Energy Research*. Vol. 24. No. 2. Hal 93-107.
- Buchori, Luqman. 2011. *Perpindahan Panas*. Semarang. Universitas Padjajaran.
- Budiyanto, S. 2012. Sistem Logger Suhu dengan Menggunakan Komunikasi Gelombang Radio. *Jurnal Teknologi Elektro*, 3(1), 21–27.
- Burlian, F., & Khoirullah, M. I. 2014. Pengaruh Variasi Ketebalan Isolator Terhadap Laju Kalor dan Penurunan Temperatur pada Permukaan Dinding.

- Tungku Biomassa. *Seminar Nasional Mesin dan Industri*, November, 208–214.
- Cengel, Yunus A. 2004. *HeatTransfer, Eight Edition*. McGraw-Hill Companies. USA.
- Fauzie, M. A., & Kohar, R. 2017. Perancangan Kondensor Tipe U Tube yang Memanfaatkan Uap Sisa ( Heat Recovery ) pada Sistem Pemanas Pindang. *Jurnal Desiminasi Teknologi*. 5, 39–49.
- Henderson, Jon. 1979. *Analysis Of A Heat Exchanger-Thermoelectric Generator System*. Olar Energy Research Institute: Colorado.
- Incroperara, F. P. & D. P. Dewitt. 1982. *Fundamental of Heat and Mass Transfer, Third Edition*. Singapore: John Wiley & Sons.
- Khalid, M., Syukri, M., & Gapy, M. 2015. Tanemakizo. *Karya Ilmiah Teknik Elektro*. 1(3), 57–62.
- Kurniawan, D. 2016. *Rancang Bangun Sistem Pendingin Air dan Monitoring Temperature untuk Meningkatkan Efektivitas Reduksi Kadar H<sub>2</sub>S pada Biogas dengan Water Scrubber System*. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Layla, A., Nufus, T. H., & Nuriskasari, I. 2021. Air Bersih Menggunakan Thermoelectric Cooler dengan Heatsink Sisi Dingin 19 Sirip. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negri Jakarta*. Hal 293–302.
- Lodoh, E., Jafri, M., & Tarigan, B. V. (2021). Analisis Pengaruh Panjang Sirip Heatsink Terhadap Produksi Air Kondensasi pada Alat Penghasil Air Atmosfir *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*. Vol.8 No. 01. 83–90.
- Piantanida, P. (2015). PV & Peltier façade: Preliminary experimental results. *Energy Procedia*. 78, 3477–3482.
- Prasetio, B., Nufus, T. H., & Nuriskasari, I. (2021). Air Bersih Menggunakan Thermoelectric Cooler dengan Heatsink Sisi Dingin 7 Sirip. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negri Jakarta*. 425–434.
- Puspita, E. S., & Yulianti, L. (2016). Perancangan Sistem Peramalan Cuaca Berbasis Logika Fuzzy. *Jurnal Media Infotama*. 12(1).
- Ryanuargo, Anwar, S., & Sari, S. P. (2014). Generator Mini dengan Prinsip Termoelektrik dari Uap Panas Kondensor pada Sistem Pendingin. *Jurnal Rekayasa Elektrika*. 10(4), 180–185.
- Septiana, R., Roihan, I., & Karnadi, J. (2019). Calibration of K-Type Thermocouple and MAX6675 Module With Reference DS18B2 Thermistor



Based on Arduino DAQ. *Prosiding SNTTM XVIII*. 9–10.

- Shepta, DH., Prawito., & Arief. 2012. *Rancang Bangun Sistem Pengukur Efisiensi Sel Peltier Berbasis Mikrokontroller*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Sokop, S. J., Mamahit, D. J., & Sompie, S. R. U. A. (2016). Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. 5(3), 13–23.
- Tritt, T. M., & Subramanian, M. A. 2006. *Thermoelectric Materials, Phenomena, and Application*. Mrs Bulletin: USA.
- Wandini, R., & Bariyah, C. (2022). Metode Eksperimen pada Proses Pembelajaran Perubahan Wujud Benda pada Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*. 4(3), 1707–1715.
- Widianto, T. N., Hermawan, W., & Bandol Utomo, B. S. (2014). Uji Coba Peti Ikan Segar Berpendingin untuk Pedagang Ikan Keliling. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 9(2), 185.