

## **TUGAS AKHIR**

### **PERANCANGAN SISTEM KONTROL PENDINGIN PADA MESIN AIR TEBU BERBASIS ARDUINO**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**TEGAR ASMARA DIRGANTARA**

**1907220047**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

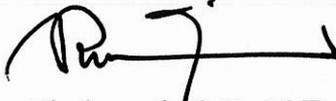
Nama : Tegar Asmara Dirgantara  
NPM : 1907220047  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Kontrol Pendingin Pada Mesin Air  
Tebu Berbasis Arduino  
Bidang ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

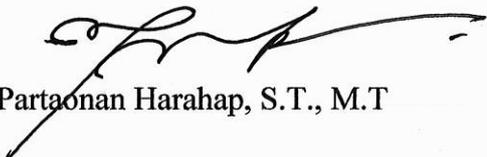
Medan, 20 Oktober 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I/ Penguji

  
Rimbawati (S.T., M.T)

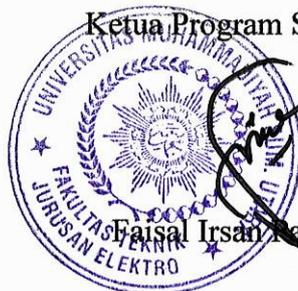
Dosen Pembanding I / Penguji

  
Partaonan Harahap, S.T., M.T

Dosen Pembanding II / Penguji

  
Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

Ketua Program Studi Teknik Elektro



  
Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Tegar Asmara Dirgantara

Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 30 Juni 2002

NPM : 1907220047

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

### **“Perancangan Sistem Kontrol Pendingin Pada Mesin Air Tebu Berbasis Arduino”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 Oktober 2023

Saya yang menyatakan



Tegar Asmara Dirgantara

## ABSTRAK

Sebagaimana kita ketahui bahwasannya sistem pendidikan di Indonesia saat ini berkembang begitu sangat cepat dan semakin maju, hingga saat ini kita dapat menemukan perkembangan teknologi disekeliling kita, baik produksi anak bangsa maupun produsen dari luar Indonesia. Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara ikut serta mengambil peran dalam perkembangan kota medan melalui mahasiswa yang berusaha berkarya mengikuti sebuah terobosan baru di dunia pendidikan. Pada penelitian ini dirancanglah sebuah system kontrol pendingin pada mesin air tebu berbasis arduino dengan sensor infrared untuk mendinginkan air tebu, dengan memanfaatkan efek peltier saat dialiri arus listrik maka alat ini akan memindahkan panas dari satu sisi ke sisi lain. Adapun tahapan penelitian ini dilakukan dengan pembuatan rangka pendingin sebagai alat utama yang diperlukan, yang kemudian dilanjutkan dengan melakukan perancangan sistem control otomatis yang dilengkapi dengan komponen-komponen : Arduino, Sensor Infrared, Relay 1 channel, LCD, Thermoelectric dan sensor DHT11. Dan tahapan akhir, yaitu pengujian waktu yang telah ditetapkan hingga mencapai suhu layak minum yaitu berkisar 16°C hingga 25°C Menurut Dr.Melisa Diah Puspita Sari, yang cocok di seluruh tubuh manusia dan tidak memiliki efek samping akibat dingin yang berlebihan. Dari hasil perancangan ini di dapatkan mesin pendingin air tebu berbasis arduino uno ini sehingga tidak perlu mengeluarkan tenaga dan waktu dalam penyediaan Es batu sehingga operator tidak mengalami kerepotan pada proses pendinginan air tebu. dan alat ini telah dilakukan percobaan dengan system *Open Loop dan Closed Loop* yang masing masing dilakukan masing-masing 2 kali percobaan yaitu percobaan tanpa beban (Cup yang berisi 350ml) dan dengan beban (Cup yang berisi 350ml).

**Kata Kunci : Kontrol otomatis, Arduino, Sensor infrared, dan sensor DHT 11**

## ABSTRACT

*As we know that the education system in Indonesia is currently developing very quickly and increasingly advanced, until now we can find technological developments around us, both the production of the nation's children and producers from outside Indonesia. The Faculty of Electrical Engineering, Muhammadiyah University of North Sumatra, took part in taking part in the development of the city of Medan through students who tried to work following a new breakthrough in the world of education. In this study, a cooling control system was designed on an arduino-based sugar cane water machine with an infrared sensor to cool sugar cane water, by utilizing the peltier effect when electrified, this tool will transfer heat from one side to the other. The stages of this research are carried out by making a cooling frame as the main tool needed, which is then continued by designing an automatic control system equipped with components: Arduino, 1 channel Infrared Relay Sensor, LCD, Thermoelectric and DHT11 sensor. And the final stage, namely testing the time that has been set to reach a drinkable temperature, which ranges from 16 ° C to 25 ° C according to Dr. Melisa Diah Puspita Sari, which is suitable throughout the human body and has no side effects due to excessive cold. From the results of this design, an arduino uno-based sugar cane water cooling machine is obtained so that there is no need to spend energy and time open loop and closed loop each of which was carried out 2 times each, namely experiments without load (Cup containing 350ml) and with load (Cup containing 350ml).*

**Keywords:** *Automatic control. Arduino, infrared sensor, and DHT11 sensor*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Perancangan sistem kontrol pendingin pada mesin air tebu berbasis arduino”** sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis mengucapkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya yang telah mendukung saya dalam keadaan apapun untuk menuliskan studi tugas akhir ini.
2. Ibu Rimbawati, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik elektroan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teman-teman Seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2019

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran

berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-elektro.

Medan, Maret 2023

TEGAR ASMARA DIRGANTARA

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup.....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
1.6 Sistematis Penulisan.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan .....	4
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Tebu .....	9
2.2.2 Sistem Kontrol .....	11
2.2.3 Alat pendingin air tebu Thermoelectric (Elemen Peltier) .....	14
2.2.4 Arduino .....	20
2.2.5 DC Power Supplay.....	22
2.2.6 Relay .....	24
2.2.6 Sensor Infra red.....	27
2.2.7 Sensor DHT 11 .....	28
2.2.8 LCD 16x2 (Liquid Crystal Display) .....	29
2.2.9 Lampu Indikator.....	31
2.2.10 Papan Breadboard .....	31
2.2.11 Box.....	33
2.2.12 Kabel <i>jumper</i> .....	34
2.2.13 Konverter DC.....	36

<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>37</b>
3.1 Tempat dan Waktu .....	37
3.2 Alat Dan Bahan .....	38
3.3 Perancangan .....	38
3.4 Perancangan Alat Pendingin Air Tebu.....	39
3.5 Spesifikasi Alat Pendingin Air Tebu Otomatis .....	40
3.6 Perancangan Instalasi Sistem Kontrol.....	40
3.7 Perancangan Perangkat Lunak .....	42
3.8 Metode Penelitian.....	42
3.9 Diagram Fungsi.....	43
3.9.1 Diagram Hirarki Fungsi Bagian.....	43
3.9.2 Deskripsi Hirarki Fungsi.....	44
<b>BAB 4 HASIL DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>46</b>
4.1 Perancangan Sistem Kontrol Alat Pendingin Air Tebu .....	46
4.2 Perancangan Kontrol Otomatis Alat pendingin .....	47
4.3 Pengujian Rangkaian.....	53
4.3.1 Pengujian <i>Open Loop</i> .....	54
4.3.2 Pengujian Closed loop .....	57
<b>BAB 5 PENUTUP.....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perpindahan Panas Konveksi .....	7
Gambar 2.2 Koefisien Perpindahan Panas .....	8
Gambar 2.3 Jaringan Tahanan Perpindahan Kalor Menyeluruh .....	8
Gambar 2.4 Air Tebu Peras .....	9
Gambar 2.5 Sistem <i>Open Loop</i> (Loop Terbuka).....	12
Gambar 2.6 Sistem <i>Close Loop</i> (Loop Tertutup).....	13
Gambar 2.7 Elemen Peltier .....	15
Gambar 2.8 Efek Peltier.....	15
Gambar 2.9 prinsip Kerja <i>Thermoelectric Cooler</i> .....	16
Gambar 2.10 Modul <i>Thermoelectric</i> .....	17
Gambar 2.11 Aliran Peltier .....	17
Gambar 2.12 Arduino UNO.....	21
Gambar 2.13 Power Supplay .....	23
Gambar 2.14 Relay 1 Channel .....	25
Gambar 2.15 Struktur Sederhana Relay.....	25
Gambar 2.16 Infrared.....	27
Gambar 2.17 Sensor DHT11.....	29
Gambar 2.18 LCD (Liquid Crystal Display) .....	30
Gambar 2.19 Lampu Indikator.....	31
Gambar 2.20 Papan Breadboard .....	32
Gambar 2.21 Prinsip Kerja Breadboard.....	33
Gambar 2.22 Box Pendingin.....	34
Gambar 2.23 Kabel <i>Jumper</i> .....	34
Gambar 2.24 Kabel <i>Jumper Male to Male</i> .....	35
Gambar 2.25 Kabel <i>Jumper Male to Female</i> .....	35
Gambar 2.26 Kabel <i>Jumper Female to Female</i> .....	36
Gambar 2.27 Konverter DC .....	36
Gambar 3.1 Alat Pendingin Air Tebu .....	39
Gambar 3.3 Instalasi Sistem Kontrol Mesin Pendingin Berbasis Arduino Uno .....	41
Gambar 3.4 Program dengan Menggunakan Software Arduino .....	42
Gambar 3.5 Diagram Fungsi Alat Pendingin Air Tebu .....	43
Gambar 3.6 Diagram Fungsi Bagian Alat Pendingin Air Tebu .....	44
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian .....	45
Gambar 4.1 Proses Pengerjaan Mesin Pendingin Air Tebu Berbasis Arduino .....	47
Gambar 4.2 Diagram Alir Perancangan Kontrol Otomatis .....	49
Gambar 4.3 Pengcodingan dan Upload Pada Arduino Uno.....	52
Gambar 4.4 Pengcodingan dan Upload Pada Arduino Uno.....	52
Gambar 4.5 Grafik Pengujian <i>Open Loop</i> Tanpa objek.....	55
Gambar 4. 6 Grafik Pengujian <i>Open Loop</i> Dengan Objek .....	56

Gambar 4. 7 Grafik Pengujian <i>Closed Loop</i> Tanpa Objek .....	58
Gambar 4. 8 Grafik Pengujian <i>Closed Loop</i> Dengan Objek .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Bagian-bagian Arduino .....	22
Tabel 3.1 Waktu Penelitian .....	37
Tabel 3.2 Daftar Kegunaan Alat Pendingin Air Tebu Otomatis .....	38
Tabel 3.3 Spesifikasi Untuk Alat Pendingin Air Tebu .....	40
Tabel 3.4 Deskripsi Hirarki Fungsi.....	44
Tabel 4.1 Komponen Kontrol Otomatis Alat Mesin Pendingin Air Tebu .....	48
Tabel 4.2 Pengujian <i>Open Loop</i> Tanpa Objek .....	54
Tabel 4.3 Pengujian <i>Open Loop</i> Dengan Objek.....	55
Tabel 4.4 Pengujian <i>Closed loop</i> Tanpa Objek.....	57
Tabel 4.5 Pengujian <i>Closed Loop</i> Dengan objek.....	58

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini mesin tebu yang sering kita temui pedagang es tebu di pinggir jalan raya sekitar kita karena es tebu merupakan minuman favorit banyak orang dikarenakan rasanya yang manis, dan adapun sistem pembuatan tebu agar menjadi dingin saat ini masih menggunakan es batu (es basah) yang pengerjaan dapat kita katakan kurang higienis dan praktis, yang lebih parah nya pada saat memberikan es batu air tebu maka mereka membuka peluang debu masuk kedalam tampungan tebu tersebut yang menyebabkan timbul masalah yang ada pada tubuh manusia yang disebabkan kotornya air tebu tentu efeknya tidak secara langsung terhadap diri kita, maka dari itu untuk lebih menjaga kesehatan maka kita perlu penerapan ide yang baik. Hingga saat ini belum ada penerapan ide bagaimana caranya air tebu tetap steril dan higienis tanpa ada sentuhan untuk menjadi dingin dengan cara otomatis.

Dengan Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin baik Dengan ini penulis ingin merancang sebuah alat yang dapat menghasilkan air yang dingin seperti es tanpa perlu menggunakan es batu dengan memanfaatkan *Thermoelectric* (Elemen Peltier) sebagai alat utama yang menghantar suhu dingin, dalam perancangan mesin pendingin air tebu berbasis arduino ini. Sehingga dapat menjamin kebersihan air tebu.

Mesin pendingin air tebu ini akan memberikan manfaat yang baik bagi orang yang mengkonsumsinya dikarenakan air tebu akan menjadi murni karena tidak ada tambahan es batu (es basah) lagi untuk menikmatinya saat dingin. Mesin pendingin tebu ini terdiri dari beberapa komponen yaitu rangka, penopang ,elemen peltier, kipas pembuang panas, dan dudukan wadah air tebu. Dengan di tambahkannya komponen-komponen diatas, mesin pendingin air tebu ini diharapkan mampu bekerja dengan baik.

Dengan ini penulis ingin melakukan sebuah pengembangan alat yang akan dikembangkan dari sebuah mesin pendingin secara otomatis sehingga dapat memudahkan dalam proses produksi es tebu.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis ingin melakukan perancangan untuk mengetahui adanya kekurangan yang harus diperbaiki serta melakukan penambahan dari mesin es tebu yang selama ini ada di indonesia.maka peneliti akan mengambil tema perancangan sistem kontrol pendingin pada mesin air tebu berbasis arduino.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang diambil pada perancangan ini adalah:

1. Bagaimana perancangan mesin pendingin es tebu otomatis berbasis Infrared ?
2. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mendinginkan cup yang berisi air tebu 350 ml menggunakan sistem mesin pendingin berbasis Infrared ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari perancangan ini yaitu:

1. Untuk merancang dari mesin pendingin es tebu otomatis berbasis infrared
2. Untuk menghitung waktu yang dibutuhkan dalam mendinginkan air tebu dengan volume 350 ml.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Pada penulisan tugas akhir ini, adapun ruang lingkup yang dihadapi adalah

1. Membangun sistem *cooling* guna agar tidak membeli es batu.
2. Melakukan perancangan *hardware* dan *software* pada sistem control mesin pendingin air tebu secara otomatis dengan arduino & infrared

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat perancangan ini yaitu:

1. Mempermudah manusia untuk melakukan suatu pekerjaan secara praktis.
2. Memperkenalkan teknologi modern yang sudah berkembang pada saat ini.
3. Menghasilkan produk yang berkualitas dan higienis.

## **1.6 Sistematis Penulisan**

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara dalam pengujian, dan struktur dari langkah-langkah pengujian

### **BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat didalam penelitian ini.

### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian dan saran-saran positif untuk pengembangan penelitian ini.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

Saat ini perkembangan teknologi dalam kehidupan disekeliling kita sangat bergantung dengan energi listrik. Listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dalam bidang apapun. baik industri maupun kehidupan masyarakat, Dengan adanya usaha mikro yang bergerak di bidang pembuatan makanan, maka diperlukan mesin-mesin produksi yang kekinian (otomatis) menjadi solusi untuk meningkatkan hasil produksi dengan sistem otomatisasi.[1]

Saya sering melihat penjual es tebu di pinggir jalan yang dimana penjual es tebu tersebut sangat lah kurang efesien dalam pengerjaan penyajian air es tebu. pada saat melakukan proses pendinginan air tebu menggunakan es batu, hal ini menyebabkan kurangnya kualitas rasa yang ada dalam kandungan air tebu tersebut, yang disebabkan tidak secara langsung air es tebu tersebut tercampur dengan air mineral yang dihantarkan melalui es batu. Memang dalam hal ini sudah biasa terjadi dengan menggunakan es batu dalam penyajian es cepat saji car merupakan salah satu proses andalan pagi seorang pedagang es tebu ataupun pedang es cepat saji lainnya. Dikarenakan hingga saat ini belum ada yang memiliki keinginan untuk menjadikan suatu pengembangan dalam pros es pendinginan produksi es tebu, padahal. Minuman es tebu cukup digemari oleh kalangan anak-anak hingga dewasa terutama oleh masyarakat menengah ke bawah baik laki-laki maupun perempuan dikarenakan rasanya manis.[2] Namun pengembangan tersebut tidak didukung oleh produk yang higienis, karena pedagang kaki lima kurang memerhatikan kebersihan dalam penggunaan peralatan, penyimpanan, dan pengolahan air tebu, yang beresiko terjadinya kontaminasi makanan atau minuman dibandingkan usaha jasa boga lainnya.[3] Kontaminasi yang terjadi pada makanan atau minuman dapat menyebabkan makanan tersebut menjadi media penghantar datangnya penyakit. Alat pendingin tebu merupakan suatu alat yang dirancang untuk meningkatkan kualitas air tebu tanpa mengurangi kandungan yang ada pada air tebu tersebut, Selain itu alat pendingin ini pun sangat efektif dalam penggunaannya Dengan demikian

pendinginan air tebu bisa dilakukan dengan cepat tanpa memerlukan es batu tambahan lagi dan tingkat Keaslian dan rasa air tebu menjadi lebih enak. Penelitian ini bertujuan untuk membangun mesin pendingin air tebu menjadi lebih berkualitas, modern dan kekinian.[4]

Penggunaan termoelektrik didasarkan pada dua hal. Pertama, yaitu sistem pendingin kompresi memiliki kelemahan yaitu memerlukan energi yang besar untuk mengoperasikan kompresor dan penggunaan refrigeran. Kebutuhan energi yang cukup besar berdampak pada pengeluaran biaya operasi . Selain biaya operasi yang harus dikeluarkan juga diperlukan biaya perawatan peralatan dari sistem pendingin. Penggunaan CFC sebagai refrigeran pada cold storage mulai dikurangi karena menimbulkan efek buruk terhadap lingkungan yaitu menyebabkan penipisan lapisan ozon. Kedua, es batu (es basah) yang berpengaruh terhadap kualitas air tebu sehingga air tebu tidak dapat dikatakan murni Karena telah tercampur oleh es batu yang bahan dasarnya sendiri terbuat dari air mineral. Pada saat es berubah fase menjadi cair dapat mengakibatkan kualitas air tebu mengurangi kandungan vitamin yang dimilikinya dalam keadaan murni. Pada tugas akhir ini akan dirancang cool box menggunakan thermoelectric cooler (TEC).

Pada perancangan alat akan memilih komponen yang digunakan sebagai sistem pendingin komponen termoelektrik dan pemilihan jenis Material yang sesuai untuk produk makanan. Sehingga diharapkan dengan perancangan cool box menggunakan termoelektrik yang diintegrasikan dengan dapat mengurangi penggunaan es batu (es basah) dan sebagai alternatif sistem pendingin selain menggunakan sistem pendingin kompresi uap. Box ini yang terbuat dari jenis bahan plat ini berfungsi untuk mempertahankan temperatur yang berada di ruangan cool box dan membuang kalor yang dihasilkan oleh termoelektrik.

## 2.2 Landasan Teori

Perpindahan panas merupakan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan temperatur di antara benda atau material. Energi yang berpindah dinamakan kalor atau panas. Pada sistem pendingin termoelektrik peristiwa perpindahan panas yang terjadi dengan cara konduksi dan konveksi. Perpindahan panas konduksi terjadi pada heat sink sisi panas peltier dan pada heat sink sisi dingin peltier. Sementara perpindahan panas konveksi terjadi pada udara yang melewati heat sink, dan udara dalam ruangan atau alat uji.

- Perpindahan Panas Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi adalah proses perpindahan kalor atau panas karena getaran dan tabrakan molekul dan elektron bebas. Molekul pada titik yang memiliki suhu tinggi bergetar lebih cepat dibandingkan dengan molekul pada titik suhu yang lebih rendah. Molekul-molekul dengan gerakan yang lebih tinggi bertabrakan dengan molekul yang memiliki energi rendah atau molekul yang berada pada temperatur yang lebih rendah. Proses perpindahan panas konduksi terjadi tanpa diikuti oleh perpindahan molekul benda tersebut. Persamaan yang digunakan pada perpindahan panas konduksi disebut dengan Hukum Fourier, sehingga:

$$q = -kA \left(\frac{\partial T}{\partial x}\right) \dots\dots\dots(2.1)$$

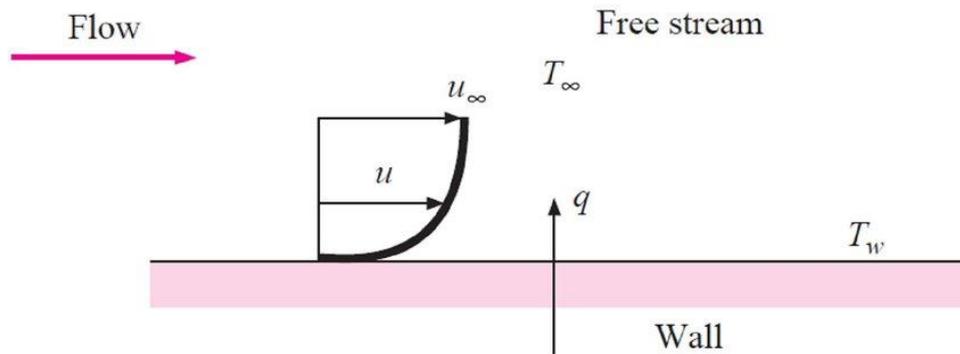
dimana  $q$  merupakan laju perpindahan kalor dan  $\Delta T / \Delta x$  merupakan gradien suhu ke arah perpindahan kalor. Konstanta positif  $k$  disebut konduktivitas thermal benda atau material, nilai minus diselipkan agar memenuhi hukum kedua termodinamika, yaitu bahwa kalor mengalir ke tempat yang lebih rendah dalam skala suhu.

- Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah proses perpindahan kalor atau panas yang terjadi ketika molekul dari benda atau material ikut berpindah tempat. Dalam memperhitungkan perpindahan panas konveksi maka digunakan hukum Newton tentang pendinginan:

$$q = hA (T_w - T_\infty) \dots\dots\dots(2.2)$$

Laju perpindahan kalor dihubungkan dengan beda suhu menyeluruh antara dinding dan fluida, dan luas permukaan  $A$ . Besaran  $h$  disebut koefisien perpindahan kalor konveksi. Dengan satuan  $h$  adalah watt per meter persegi derajat Celcius.



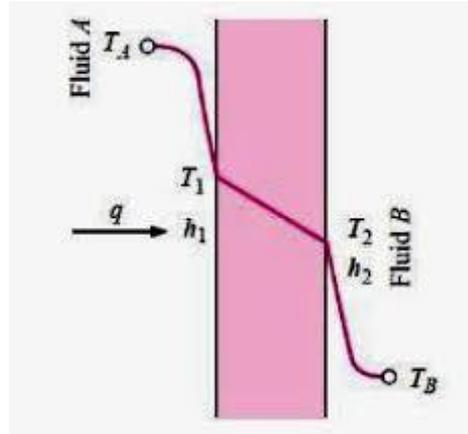
Gambar 2.1 Perpindahan Panas Konveksi

Jika suatu plat panas dibiarkan di udara sekitar tanpa ada sumber gerakan dari luar, maka udara itu akan bergerak sebagai akibat terjadinya gradien densitas di dekat plat tersebut. Peristiwa ini dinamakan konveksi alamiah atau konveksi bebas untuk membedakannya dari konveksi paksa yang terjadi apabila udara itu dihembuskan diatas plat itu dengan kipas.

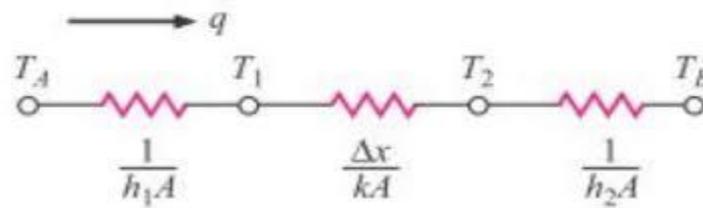
- Perpindahan Kalor Radiasi

Perpindahan panas radiasi terjadi melalui daerah – daerah ruang hampa. Dengan menggunakan pancaran atau radiasi elektromagnetik. Benda hitam memancarkan energi dengan laju yang sebanding dengan pangkat empat suhu absolut benda itu dan berbanding langsung dengan luas permukaan. Dapat dituliskan persamaan sebagai berikut:  $q = \sigma A T^4$  ( 3 )  $\sigma$  adalah konstanta proporsionalitas dan disebut konstanta Stefan-Boltzmann dengan nilai  $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$  . Persamaan diatas disebut hukum Stefan-Boltzmann tentang radiasi termal dan berlaku hanya untuk benda hitam.

Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh Pada suatu dinding datar yang memisahkan dua fluida. Dimana pada satu sisinya terdapat fluida panas A, dan pada sisi lainnya fluida B yang lebih dingin. Proses perpindahan kalor dapat digambarkan dengan jaringan tahanan seperti pada gambar dibawah.



Gambar 2.2 Koefisien Perpindahan Panas



Gambar 2.3 Jaringan Tahanan Perpindahan Kalor Menyeluruh

Perpindahan kalor menyeluruh dihitung dengan jalan membagi beda suhu menyeluruh dengan jumlah tahanan termal sebagai berikut:

$$q = \frac{T_A - T_B}{\frac{1}{h_1 A} + \frac{\Delta x}{k A} + \frac{1}{h_2 A}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Aliran kalor menyeluruh sebagai hasil gabungan proses konduksi dan konveksi dapat dinyatakan dengan koefisien perpindahan kalor menyeluruh U yang dirumuskan sebagai berikut:

$$u = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{\Delta x}{k} + \frac{1}{h_2}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Sesuai dengan persamaan diatas, laju perpindahan kalor menyeluruh dapat dinyatakan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$q = U A \Delta T \dots\dots\dots(2.5)$$

Adapun tingkatan air dengan suhu layak minum menurut dokter spesialis penyakit dalam pada Eka Hospital Bekasi, Jawa Barat Melisa Diah Puspitasari,

mengatakan pada dasarnya semua air boleh dikonsumsi saat cuaca panas, tapi suhu air minum terbaik yang pas dan tak akan mempengaruhi kesehatan jika dikonsumsi saat cuaca panas.

"Air dengan suhu normal atau sejuk ada di suhu 16 hingga 25 derajat celsius," kata Melisa dalam keterangannya.

### 2.2.1 Tebu

Tanaman tebu termasuk salah satu anggota dari Familia Graminae, sub familia Andropogonae. Banyak ahli berpendapat bahwa tanaman tebu berasal dari Irian, dan dari sana menyebar ke kepulauan Indonesia yang lain, Malaysia, Filipina, Thailand, Burma dan India. Dari India kemudian dibawa ke Iran sekitar tahun 600 M dan selanjutnya oleh orang-orang Arab dibawa ke Mesir, Maroko, Spanyol dan Zanzibar. Beberapa peneliti yang lain berkesimpulan bahwa tanaman ini berasal dari India berdasarkan catatan-catatan kuno dari negeri tersebut. Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman perkebunan semusim. Tebu termasuk ke dalam famili poaceae atau lebih dikenal sebagai kelompok rumput-rumputan. Tebu tumbuh di dataran rendah daerah tropika dan dapat tumbuh juga di sebagian daerah subtropika.[2]



Gambar 2.4 Air Tebu Peras

Manfaat utama tebu adalah sebagai bahan baku pembuatan gula pasir. Ampas tebu atau lazimnya disebut bagasse adalah hasil samping dari proses ekstraksi cairan tebu yang berasal dari bagian batang tanaman tebu. Tanaman tebu di Indonesia banyak ditanam oleh para petani baik untuk konsumsi sendiri ataupun sebagai tanaman penghasil kebutuhan pokok masyarakat Indonesia.

Berikut adalah manfaat - manfaat air tebu, yaitu:

- 1) Mengontrol kadar gula darah.
- 2) Membantu melawan kanker.
- 3) Meningkatkan kekuatan tulang dan gigi.
- 4) Melancarkan pencernaan.
- 5) Menambah stamina.
- 6) Menurunkan berat badan.
- 7) Mencegah kerusakan sel darah.
- 8) Detoks racun.
- 9) Menjaga kesehatan ginjal.
- 10) Mengelola stres dan atasi insomnia.
- 11) Menjaga stabilitas tekanan darah.
- 12) Meningkatkan sistem kekebalan tubuh.
- 13) Menjaga keseimbangan pH tubuh.
- 14) Menjaga Kesehatan serta kecantikan rambut dan wajah.

Dari sekian banyaknya manfaat dari air tebu murni adapun terdapat dari sebuah peneliti yang telah diterapkan pada atlet yaitu Dalam sebuah penelitian pada 15 atlet bersepeda, jus tebu terbukti sama efektifnya dengan minuman olahraga dalam meningkatkan kinerja olahraga dan rehidrasi. Namun, bahaya air tebu mampu meningkatkan kadar gula darah atlet selama berolahraga. Sementara menurut Asian Journal of Sports Medicine, manfaatnya sebagian besar terkait dengan kandungan karbohidratnya dan kemampuannya untuk mengembalikan cadangan energi di otot setelah berolahraga.

Selain itu, dalam 1 gelas atau 240 ml air tebu, terdapat kandungan nutrisi berupa:

- a) Kalori: 183
- b) Protein: 0 gram
- c) Lemak: 0 gram
- d) Gula: 50 gram
- e) Serat: 0-13 gram

Artinya, di dalam 1 gelas air tebu, Moms bisa mendapatkan 50 gram gula, setara dengan 12 sendok teh gula. Padahal, batasan konsumsi gula setiap harinya untuk laki-laki dewasa hanya 9 sendok teh, sementara perempuan adalah 6 sendok teh saja. Lebih jauh lagi, meski air tebu memiliki indeks glikemik rendah, beban glikemik (glycemic load) di dalamnya bisa dikatakan cukup tinggi.

Apabila indeks glikemik mengukur seberapa cepat makanan atau minuman berdampak pada gula darah, maka beban glikemik mengukur jumlah total kenaikan gula darah. Artinya, masih ada kemungkinan besar minuman ini memiliki dampak pada kadar gula darah. Bahkan, beban glikemik ini bisa memberikan gambaran lebih akurat bagaimana dampak konsumsi air tebu terhadap gula darah. Menelan gula dalam jumlah berlebihan juga bisa meningkatkan kadar trigliserida, efek yang meningkatkan risiko penyakit jantung.

### **2.2.2 Sistem Kontrol**

Sistem kendali atau sistem kontrol adalah suatu proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (Variabel, Parameter) sehingga berada pada suatu harga range tertentu. Atau dapat juga diartikan sebagai sistem yang menghasilkan nilai tertentu sebagai keluarnya melalui pengendalian ataupun perubahan ketentuan dari masukan sistem. Bentuk dasar dari suatu sistem kendali ada dua jenis, yaitu sistem kalang-terbuka dan sistem kalang-tertutup. Pada prinsipnya ada dua macam sistem kendali, yaitu sistem kontrol sekuensial atau logika dan sistem kontrol linear atau umpan balik. Sistem kendali berbasis logika kabur akhir-akhir ini banyak diperkenalkan sebagai gabungan di antara kedua sistem tersebut.[5]

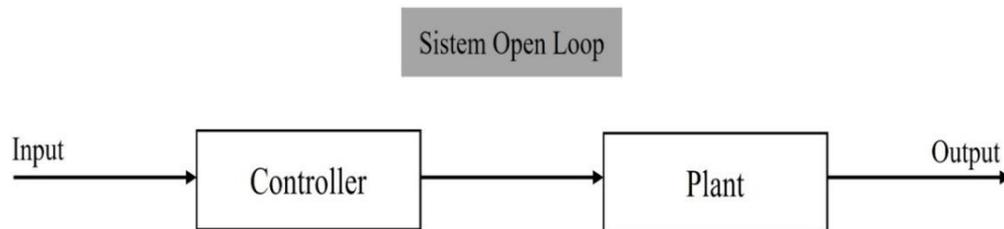
Istilah-istilah dalam sistem kontrol adalah :

#### **Masukan Input**

Merupakan sinyal masukan yang umumnya dihasilkan dari sebuah sensor. Sensor ini adalah suatu alat pengubah (tranduser) yang dapat merubah kuantitas (besaran) fisik menjadikuantitas (besaran) listrik. Sensor sering digunakan untuk pendeteksian saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

## Keluaran

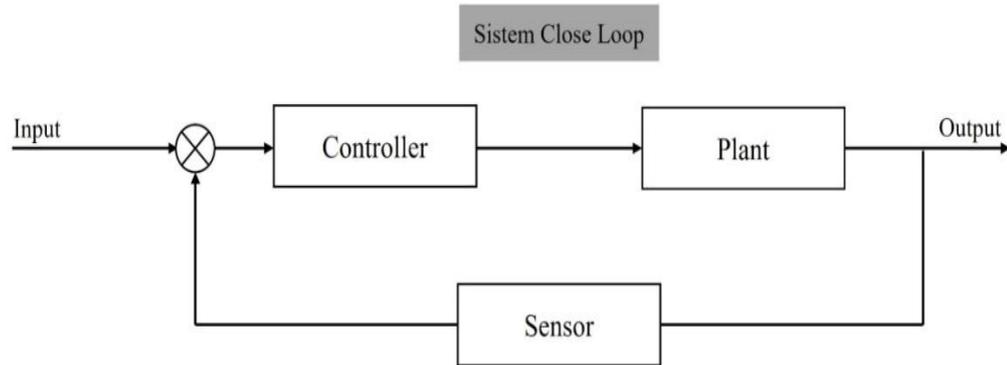
Keluaran atau output adalah tanggapan sebenarnya yang didapatkan dari suatu sistem kendali.



Gambar 2.5 Sistem *Open Loop* (Loop Terbuka)

Sistem Kontrol *Open Loop* atau kontrol lup terbuka merupakan suatu sistem yang keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi kontrol. Artinya, sistem kontrol terbuka keluarannya tidak dapat digunakan sebagai umpan balik dalam masukan. *Open loop control system* adalah sistem kontrol di mana keluaran tidak memberikan efek terhadap besaran masukan, sehingga variabel yang dikontrol tidak dapat dibandingkan dengan harga atau variabel yang diinginkan.[6] Dalam suatu sistem kontrol terbuka, keluaran tidak dapat dibandingkan dengan masukan acuan. Jadi, untuk setiap masukan acuan berhubungan dengan operasi tertentu, sebagai akibat ketetapan dari sistem tergantung kalibrasi. Dengan adanya gangguan, *system control open loop* tidak dapat melaksanakan tugas sesuai yang diharapkan. *System control open loop* dapat digunakan hanya jika hubungan antara masukan dan keluaran diketahui dan tidak terdapat gangguan internal maupun eksternal.

Contoh dari sistem *open loop* ini adalah mesin cuci. Mesin cuci akan terus bekerja menggiling dan mengeringkan pakaian sesuai perintah (tidak berubah). Tetapi keluaran dari mesin cuci (tingkat kebersihan pakaian) tidak akan mempengaruhi sistem. Sistem ini didesain lebih sederhana dan murah sehingga kemungkinan error lebih besar. Contoh lain sistem ini adalah kipas angin, televisi, dan lampu lalu lintas.



Gambar 2.6 Sistem *Close Loop* (Loop Tertutup)

*Closed loop control system* adalah sistem pengontrolan dimana besaran keluaran memberikan efek terhadap besaran masukan sehingga besaran yang dikontrol dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan melalui alat pencatat (indicator atau recorder).[7] Sistem kontrol lup tertutup (*Close Loop*) Sistem kontrol lup tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan, sistem kontrol lup tertutup juga merupakan sistem kontrol berumpan balik. Sinyal kesalahan penggerak, yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (yang dapat berupa sinyal keluaran atau suatu fungsi sinyal keluaran atau turunannya, diumpangkan ke kontroler untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan. Dengan kata lain, istilah “lup tertutup” berarti menggunakan aksi umpan – balik untuk memperkecil kesalahan sistem.

Contoh dari sistem *close loop* ini adalah rice cooker. Ketika memasak nasi, Thermostat pada rice cooker akan membaca dan mengatur tingkatan suhu pada mode cook dan warm. Saat suhu mencapai nilai tertinggi maka akan terbaca oleh thermostat dan otomatis berpindah ke mode warm. Sistem ini biasanya menggunakan banyak sensor, desain lebih rumit dan kemungkinan terjadinya error dapat diatasi. Contoh lain dari sistem ini adalah pendingin ruangan (AC) dan setrika listrik.

## **Plant**

*Plant* dapat berupa suatu peralatan atau suatu kelengkapan dari perangkat mesin yang bekerja bersama untuk mengerjakan suatu tujuan tertentu. *Plant* juga dikenal sebagai seperangkat peralatan objek fisik dimana variabel prosesnya akan dikendalikan, misalnya alat pemotong sere air tebu, cooler box, oven, mixer, sepeda motor, pesawat terbang dan

## **Proses**

Proses adalah Berlangsungnya operasi pengendalian otomatis, mengubah masukan menjadi keluaran. Atau urutan pelaksanaan atau kejadian yang saling terkait yang bersama-sama mengubah masukan menjadi keluaran.

## **Sistem**

Kombinasi atau kumpulan dari berbagai komponen yang bekerja secara bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu. Biasanya sistem itu kita kenal adalah komponen sistem kendali seperti : sensor, mikrokontroler, arduino, dll.

### **2.2.3 Alat pendingin air tebu Thermoelectric (Elemen Peltier)**

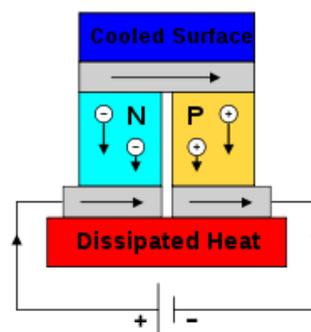
Thermoelektrik adalah semikonduktor yang di bungkus keramik tipis yang berisikan batang-batang Bismuth Telluride. Prinsip kerja pendingin termoelektrik berdasarkan efek peltier, yaitu ketika arus DC dialirkan ke elemen peltier yang terdiri dari beberapa pasang sel semikonduktor tipe p (semikonduktor yang mempunyai tingkat energi yang lebih rendah) dan tipe n (semikonduktor dengan tingkat energi yang lebih tinggi), akan mengakibatkan salah satu sisi elemen peltier menjadi dingin (kalor diserap) dan sisi lainnya menjadi panas (kalor dilepaskan). Hal yang menyebabkan sisi dingin elemen peltier menjadi dingin adalah mengalirnya elektron dari tingkat energi yang lebih rendah pada semikonduktor tipe p ke tingkat energi yang lebih tinggi yaitu semikonduktor tipe n. [8]



Gambar 2.7 Elemen Peltier

### Efek Peltier

Efek peltier kebalikan dari efek Seebeck, yaitu jika dua buah logam material yang berbeda kemudian dialirkan arus listrik searah pada sambungan tersebut, maka akan menghasilkan perbedaan temperatur pada kedua sisi termoelektrik. Prinsip inilah yang digunakan termoelektrik sebagai pendingin atau pompa kalor. Perbedaan temperatur yang dihasilkan sebanding dengan jumlah arus searah yang dialirkan. Termoelektrik terdiri dari dua bahan material berbeda yang disambungkan. Material yang dipilih memiliki koefisien seebeck cukup tinggi. Saat ini kebanyakan termoelektrik menggunakan Bismuth – Telluride sebagai bahan pembuatnya. Jika dibandingkan dengan teknologi efrigerasi kompresi uap, termoelektrik memiliki berbagai macam kelebihan antara lain: pemanas atau pendingin dapat dengan mudah diatur dengan menyesuaikan arah arusnya, sangat ringkas, tidak ada getaran, tidak butuh perawatan khusus, dan tidak butuh refrigeran (Freon).

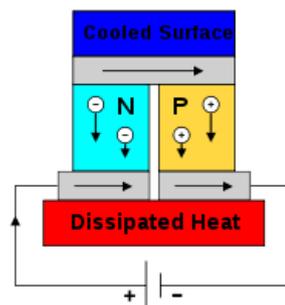


Gambar 2.8 Efek Peltier

### Prinsip Kerja *Termoelektrik*

Thermoelectric Cooler (TEC) terdiri dari semikonduktor tipe P dan N yang masing-masing terhubung seri secara elektris, namun terhubung paralel secara thermis. Prinsip kerja pendingin termoelektrik berdasarkan efek Peltier, yaitu ketika arus listrik DC melewati material semikonduktor dengan tipe yang berbeda, semikonduktor tipe N (negatif) dan tipe P (positif) maka akan menimbulkan panas (panas dilepas) pada satu sisi dan dingin (panas diserap) pada sisi lainnya

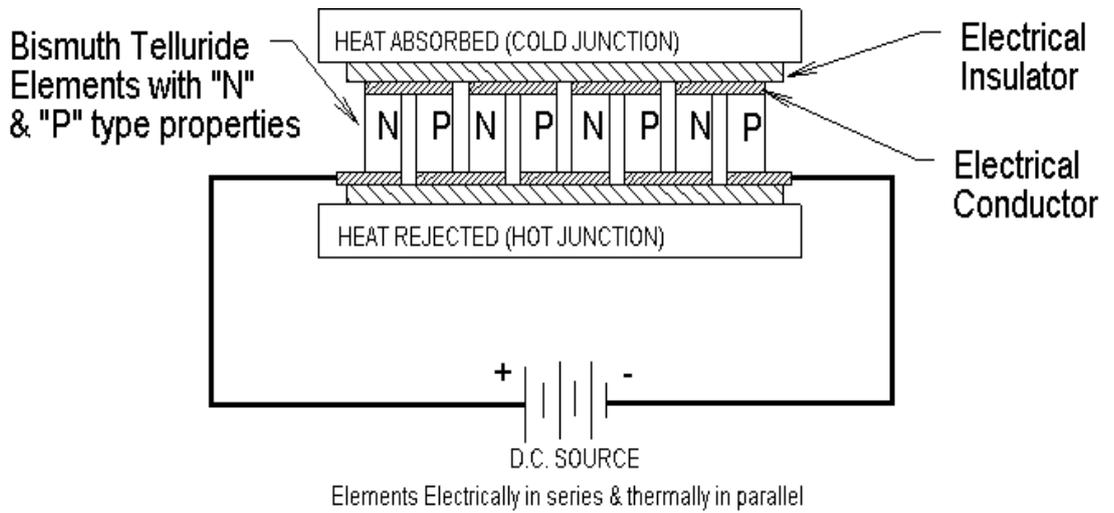
Penyebab sisi dingin elemen Peltier adalah adanya aliran elektron dari tingkat energi yang lebih rendah pada semikonduktor tipe-P, ke tingkat energi yang lebih tinggi yaitu semikonduktor tipe-N. Supaya elektron tipe P yang mempunyai tingkat energi yang lebih rendah dapat mengalir maka elektron menyerap energi yang mengakibatkan sisi tersebut menjadi dingin.[9]



Gambar 2.9 prinsip Kerja *Thermoelectric Cooler*

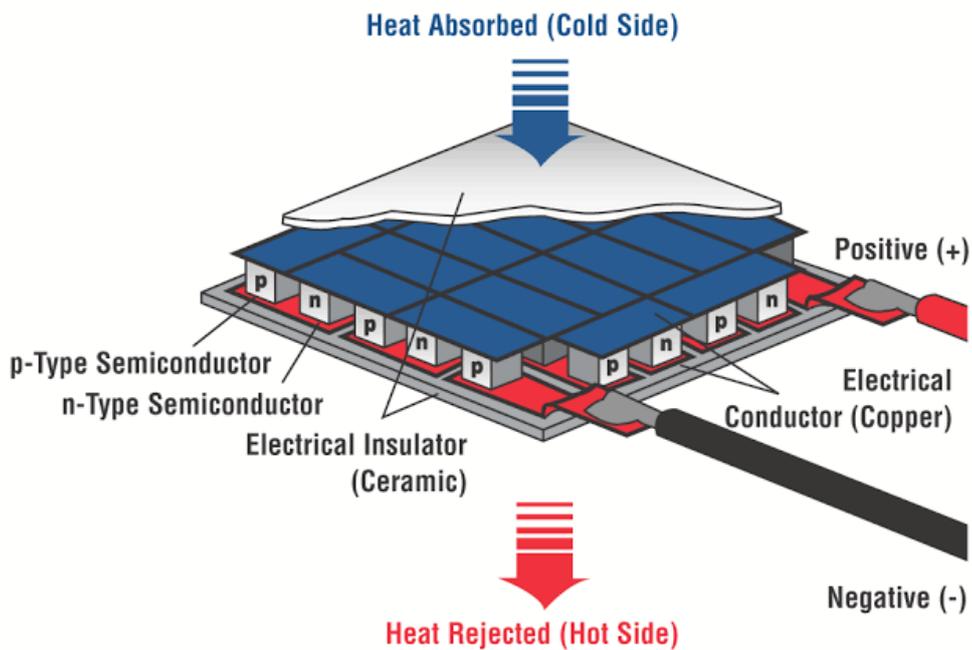
Pada sambungan sisi panas, elektron mengalir dari tingkat energi yang lebih tinggi (semikonduktor tipe-N) ke tingkat energi yang lebih rendah (semikonduktor tipe-P). Dengan tingginya tingkat energi yang dimiliki semikonduktor tipe-N, maka kelebihan energi pada semikonduktor tipe-N dilepas ke lingkungan, sehingga sisi termoelektrik tersebut menjadi panas. Pada gambar diatas menunjukkan elektron mengalir dari semikonduktor tipe-P yang memiliki tingkat energi rendah, sehingga menyerap panas pada sisi dingin kemudian mengalir ke semikonduktor tipe-N yang memiliki tingkat energi tinggi. 7 Kelebihan energi pada semikonduktor tipe-N dilepas ke lingkungan dan mengalir kembali ke semikonduktor tipe-P dan seperti itu seterusnya.

(a) Modul *Thermoelektrik*



Gambar 2.10 Modul *Thermoelectric*

(b) Aliran Peltier



Gambar 2.11 Aliran Peltier

Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10 dan Gambar 2.11, penyerapan kalor dari lingkungan terjadi pada sisi dingin kemudian dibuang pada sisi panas dari modul peltier. Dengan demikian nilai kalor yang dilepaskan pada sisi panas sama dengan nilai kalor yang diserap ditambah dengan daya yang diberikan ke modul.

### Perpindahan Kalor

Perpindahan kalor adalah peristiwa terjadinya aliran kalor pada suatu zat akibat dari adanya perbedaan suhu. Proses perpindahan kalor terjadi dalam 3 cara, yaitu secara konduksi, konveksi dan radiasi. Perpindahan kalor yang terjadi pada kotak pendingin adalah dengan cara konduksi dan konveksi. Perpindahan kalor secara konduksi terjadi pada dinding ruang pendingin, sedangkan perpindahan kalor secara konveksi terjadi pada permukaan sirip (heatsink) dengan udara bebas. Proses perpindahan kalor secara konduksi atau hantaran pada suatu benda adalah proses perpindahan kalor tanpa diikuti oleh perpindahan molekul dari benda tersebut. Proses perpindahan kalor konduksi dapat juga dikatakan sebagai transfer energi dari sebuah benda yang memiliki energi yang lebih besar menuju ke benda lain yang memiliki energi yang lebih kecil. Persamaan yang digunakan untuk mengukur besarnya kalor yang dipindahkan dikenal dengan Hukum Fourier yaitu:

$$q = -k \cdot A \frac{T_2 - T_1}{\Delta x} = k \cdot A \frac{T_1 - T_2}{\Delta x} = \Delta T \dots \dots \dots (2.6)$$

Dan untuk mencari material padat digunakan:

$$R_t = \frac{\Delta x}{k \cdot A} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

$q$	=	laju aliran kalor	(watt)
$k$	=	konduktivitas thermal	(W/m.C)
$A$	=	luas permukaan tegak lurus laju aliran kalor	(m <sup>2</sup> )
$T_1$	=	temperatur permukaan 1	(C)

$$T_2 = \text{temperatur permukaan 2} \quad (C)$$

$$Rt = \text{tahanan termal} \quad (C/W)$$

### Daya

Daya atau Tenaga adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dinyatakan dalam satuan Nm/s, watt, atau HP. Daya dapat juga didefinisikan sebagai usaha atau energi yang dilakukan per satuan waktu. Untuk mengetahui besarnya daya yang dihasilkan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$P = I.V \dots\dots\dots(2.8)$$

$$P = W/T \dots\dots\dots(2.9)$$

$$Q = I/T \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

$$P = \text{Daya} \quad (\text{Watt})$$

$$V = \text{Tegangan} \quad (\text{Volt})$$

$$I = \text{Kuat Arus} \quad (\text{Ampere})$$

$$Q = \text{Muatan Listrik} \quad (\text{coloumb})$$

$$T = \text{Waktu} \quad (\text{detik})$$

$$W = \text{Energi} \quad (\text{Joule})$$

Alat pendingin air tebu (Thermoelectric Elemen Peltier) adalah alat yang digunakan untuk mendinginkan air tebu hingga air tebu terasa tetap fresh dan sejuk. Alat pendingin air tebu ini sangat dibutuhkan dizaman sekarang ini karena dalam proses pendinginan air tebu dilakukan secara langsung dalam satu proses guna mempercepat waktu pekerjaan juga mempermudah cara kerjanya. Dan terkesan lebih modern dan higienis dalam proses pengerjaannya.

Ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberikan banyak solusi bagi permasalahan. Sebagai elternatif lain, dapat menggunakan modul termoelektrik

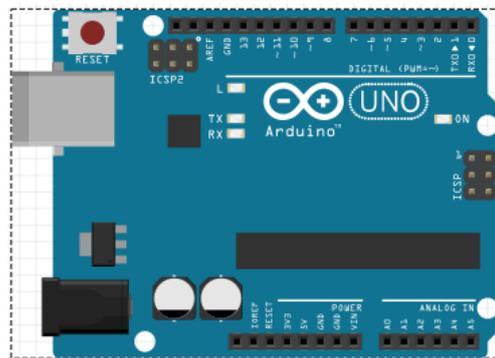
Atau lebih dikenal sebagai elemen Peltier sebagai media pendingin. Elemen Peltier berwujud padat yang terdiri dari bahan semikonduktor tipis dilapisi konduktor serta keramik dibagian luarnya. Pada prinsipnya, apabila bahan ini dialiri arus listrik bisa memompa panas dari satu sisi ke sisi lain. Bahan inilah yang akan dimanfaatkan sebagai pendingin air. Penggunaan elemen peltier untuk menurunkan temperature SiPM (silicon photomultipliers). SiPM ini berupa bahan padat berbentuk balok. Dengan pemberian arus 8,5 A, temperature minimal yang dapat dicapai adalah  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan kecepatan pendinginan untuk bahan padat ini  $-2,4\text{ K/s}$ . memperoleh hasil bahwa waktu pendinginan air menggunakan elemen peltier akan semakin efisien jika perbandingan antara luas permukaan dan ketinggian gelas yang kecil. Dalam hal ini, Kuscu dan Kahveci mendapatkan waktu pendinginan yang berbeda antara dua gelas yang memiliki perbandingan luas permukaan berbeda. Penelitian dari putra 2014, Elemen peltier bisa digunakan sebagai pendingin ruang box berukuran  $(50 \times 15 \times 25)\text{ cm}^3$ . Temperatur  $25^{\circ}\text{C}$ . [10]

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, dilakukan penelitian merancang suatu sistem pendingin temperatur untuk mendinginkan air tebu menggunakan elemen peltier. Penelitian ini menguji satu buah elemen peltier untuk memompa kalor dalam air yang langsung dikondusikan lewat heatsink dan dibuang ke udara oleh kipas AC. Dengan memvariasikan massa air, maka akan diketahui kesanggupan maksimal elemen peltier dalam menurunkan temperature. Selanjutnya data hasil penelitian bisa digunakan untuk perancangan lanjutan. [11]

#### **2.2.4 Arduino**

Arduino adalah salah satu platform elektronik open source berdasarkan perangkat keras dan perangkat lunak yang mudah digunakan. Dalam penggunaannya perangkat arduino mudah digunakan untuk mengotak-atik pemrograman hanya dengan mengikuti petunjuk langkah demi langkah dari kit yang tersedia. Software arduino merupakan software open source sehingga dapat didownload secara gratis. Software ini digunakan untuk membuat dan memasukkan kode ke program ke dalam Arduino. Pemrograman arduino tidak sebanyak tahapan mikrokontroler konvensional karena arduino sudah di desain

agar lebih mudah dipelajari, sehingga para pemula dapat mulai belajar mikrokontroler dengan arduino.[12] berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa arduino merupakan platform pembuatan prototype elektronik yang terdiri dari hardware dan software. Arduino ini merupakan sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO menyediakan semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.[13]



Gambar 2.12 Arduino UNO

Dalam pengerjaan sistem pendingin ini kita menggunakan sistem control dengan menggunakan Arduino Uno. Arduino Uno adalah board Mikrokontroler berbasis Atmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator Kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan board arduino uno computer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.

Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi pin Mode, digitalwrite, dan digital Read, fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt, setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50k Ohm.

Pada perancangan sistemtem control pendingin pada mesin air tebu ini arduino difungsikan sebagai alat pembaca sekaligus notifikasi yang dilihat pada monitor yang menunjukkan suhu yang ingin dicapai.

Berikut merupakan bagian bagian dari Arduino UNO :

Tabel 2.1 Bagian-bagian Arduino

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan Pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12 V
Batas tegangan input	6-20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 Diantaranya menyediakan keluaran (PWM))
Jumlah pin input analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 Ma
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 Ma
<i>Memori flash</i>	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EPROM	1 KB (ATmega328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

### 2.2.5 DC Power Supplay

Power supply 12V yang berfungsi sebagai sumber daya bagi seluruh perangkat keras di komputer ini, cara kerjanya adalah dengan mengubah arus listrik AC menjadi arus listrik DC.



Gambar 2.13 Power Supplay

Listrik PLN adalah listrik AC (bolak-balik), sedangkan untuk mengaktifkan Peltier dibutuhkan listrik searah (DC). Nah, DC Power Suply berfungsi untuk mengubah listrik AC menjadi DC dengan tegangan tertentu. Untuk Peltier TEC1-12706 yang kita gunakan, untuk 1 Peltier membutuhkan tegangan 12 Volt dan Arus yang dibutuhkan 6 Ampere. Karena itu DC Power Supply yang dibutuhkan untuk Modul Pendingin yang akan kita buat membutuhkan Supply Power yang setidaknya memiliki spesifikasi yang sama (Ampere) atau lebih. Untuk itu, kita akan gunakan Power Supply yang memiliki tegangan 12 Volt - 10A, Sekali lagi, jangan gunakan Power Supply yang tegangannya diatas 12 Volt.

Adapun beberapa komponen yang terdiri dalam power supplay yaitu ;

1. Transformator atau trafo merupakan peralatan listrik yang berfungsi menaikkan dan menurunkan tegangan dengan tujuan mengubah bentuk energy listrik menjadi energy listrik lainnya.
2. Dioda merupakan komponen elektronika yang dianggap sebagai katub dua arah. Berfungsi menghantarkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah yang lain.
3. Kapasitor merupakan perangkat listrik yang merupakan tempat penyimpanan muatan untuk jangka waktu tertentu dan tetap bertahan sampai sumber daya dihilangkan ada dua tempat yaitu :

4. *Primary* (Tempat masuknya AC ke catu daya yang telah diubah ke DC dan mempertahankan tegangan secara konstan untuk sisa catu daya).
5. *Secondary* (lokasi setelah tegangan keluaran DC diatur).
6. Sementara kapasitas penyimpanan energy listrik ini tergantung dari spesifikasi, jenis dan ukuran kapasitor yang digunakan.
7. Resistor Merupakan komponen elektronika yang berperan membatasi aliran arus listrik untuk memastikan perangkat mendapat suplai tegangan yang benar.
8. IC Regulator merupakan Komponen yang membuat tegangan dari *power supply* tetap stabil. Bahkan ketika sumber tegangan *power supply* berubah sangat ekstrem. Ini merupakan rangkaian akhir *power supply*.
9. LED Merupakan Sejenis diode semikonduktor yang penting untuk sistem pencahayaan LED sebagai pengatur daya dibawah tegangan *supply* ketika bias maju maka komponen ini akan memancarkan cahaya seperti lampu.
10. Rectifier merupakan sebuah komponen yang berfungsi mengambil arus AC (arus bolak-balik) dan mengubahnya menjadi keluaran DC (Arus searah) positif. Sementara prosesnya disebut *rectification*
11. Filter berfungsi untuk menghilangkan tegangan riak (*ripple*) dari output atau hasil proses penyearahan arus AC dari transformer oleh dioda penyearah. Dengan filter ini dapat menghaluskan DC yang berdenyut agar lebih konsisten.

### 2.2.6 Relay

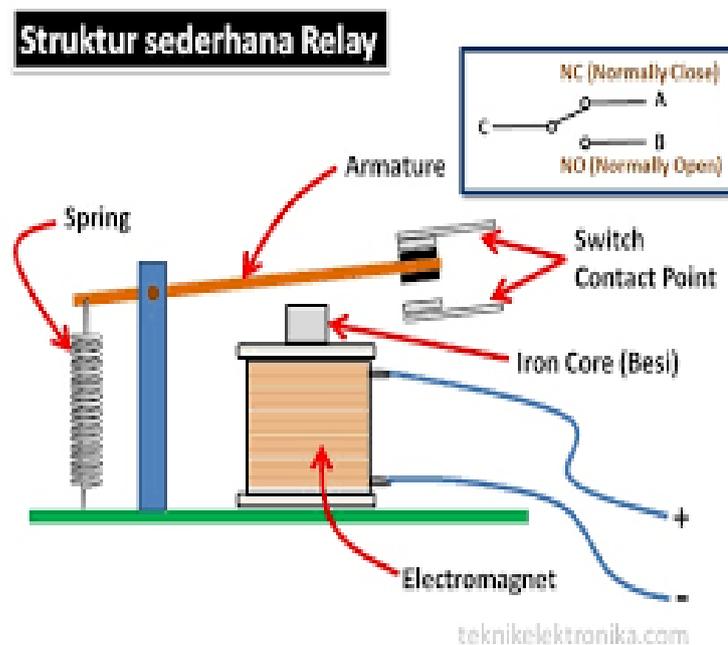
Relay adalah suatu komponen atau rangkaian elektronika yang bersifat elektronis dan sederhana serta tersusun oleh saklar, lilitan-lilitan dan poros besi. Penggunaan relay ini dalam perangkat-perangkat elektronika sangatlah banyak terutama di perangkat yang bersifat elektronis atau otomatis. Pemakaian relay dalam perangkat-perangkat elektronika mempunyai keuntungan yaitu kita dapat mengontrol arus serta tegangan listrik sesuai dengan yang diinginkan, dapat memaksimalkan besarnya tegangan listrik hingga mencapai batas maksimalnya, dan dapat menggunakan baik saklar maupun coil lebih dari satu, disesuaikan dengan kebutuhan. Cara kerja komponen ini dimulai pada saat mengalirnya arus

listrik melalui coil, lalu membuat medan magnet sekitarnya sehingga dapat merubah saklar yang ada di dalam relay tersebut.[14]



Gambar 2.14 Relay 1 Channel

Relay terdiri dari coil dan contact, coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedangkan contact adalah sejenis saklar yang bpergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik pada coil, pada relay ini terdapat dua jenis contact yaitu ; Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan terbuka) dan Normally Close (kondisi awal sebelum diaktifkan tertutup).[15]



Gambar 2.15 Struktur Sederhana Relay

relay juga dapat digunakan untuk mengontrol AC dengan rangkaian control DC atau beban lain dengan sumber tegangan yang berbeda antara tegangan rangkaian control dan tegangan beban. Rangkaian penggerak relay terdapat diantara aplikasi relay yang dapat ditemui diantaranya adalah relay sebagai control ON/OFF beban dengan sumber tegangan berbeda. Relay sebagai selector atau pemilih hubungan. Relay sebagai eksekutor rangkaian delay (tunda) relay sebagai protector atau pemutus arus pada kondisi tertentu.[8]

Sifat-sifat relay diantaranya yaitu :

1. Impedansi kumparan, biasanya impedansi ditentukan oleh tebal kawat yang digunakan serta banyaknya lilitan. Biasanya impedansi berharga 1-50  $K\Omega$  guna memperoleh daya hantar yang baik.
2. daya yang diperlukan untuk mengoperasikan relay besarnya sama dengan nilai tegangan dikalikan arus.
3. Banyaknya kontak kontak jangkar dapat membuka dan menutup lebih dari satu kontak sekaligus tergantung pada kontak dan jenis relaynya. Jarak antara kontak-kontak menentukan besarnya tegangan maksimum yang diizinkan antara kontak tersebut.

Dan untuk fokus pembahasan kali ini, maka akan dibahas secara mendalam mengenai relay modul 5v yang menjadi salah satu komponen penting yang digunakan. Relay Modul adalah sebuah saklar otomatis yang dapat digunakan untuk fungsi ON dan OFF pada suatu sistem dan dapat dikontrol dengan tegangan rendah, seperti 5V pada Arduino.

Adapun pada relay modul yang umum digunakan pada arduino terdiri atas:

- COM pin – pin yang digunakan
- NC (Normally Closed): setelan relay tertutup digunakan ketika memang kita ingin relay tertutup secara default. Maksudnya, arus akan terus mengalir melalui relay jika tidak ada signal dari arduino untuk memutus arus ke sistem.
- NO (Normally Open): setelan relay terbuka bekerja sebaliknya, relay akan selalu terbuka, jadi rangkaian akan selalu terputus jika

tidak ada signal dari arduino untuk menutup suatu rangkaian tersebut.

- GND: Umumnya diketahui sebagai grounding (pentanahan).
- IN1/IN2/dst: Mengontrol relay terhadap arduino.
- VCC: 5 Volt.

### 2.2.6 Sensor Infra red

Sensor inframerah (IR) adalah perangkat elektronik yang mengukur dan mendeteksi radiasi infra merah di lingkungan sekitarnya. Radiasi inframerah secara tidak sengaja ditemukan oleh seorang astronom bernama William Herchel pada tahun 1800. Saat mengukur suhu setiap warna cahaya (dipisahkan oleh prisma), diperlihatkan bahwa suhu yang berada tepat di luar lampu merah adalah yang tertinggi. IR tidak terlihat oleh mata manusia, karena panjang gelombangnya lebih panjang dari pada cahaya tampak (meskipun masih pada spektrum elektromagnetik yang sama). Segala sesuatu yang memancarkan panas memancarkan radiasi infra merah .



Gambar 2.16 Infrared

Ada dua jenis sensor infra merah: aktif dan pasif. Sensor inframerah aktif memancarkan dan mendeteksi radiasi infra merah. Sensor IR aktif memiliki dua bagian: dioda pemancar cahaya (LED) atau transmitter dan penerima atau receiver. Ketika sebuah objek mendekati sensor, cahaya IR dari LED memantulkan objek tersebut dan dideteksi oleh penerima Sensor IR aktif

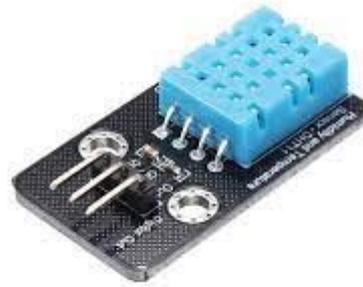
bertindak sebagai sensor jarak dan biasanya digunakan dalam sistem deteksi halangan, dalam hal ini contohnya adalah produk Escadio AVOIR1 yang sering digunakan pada project pemula, kemudian terdapat jenis yang lebih advance seperti Sharp GP2Y0A02YK0F yang tampak pada gambar 2.16 memiliki alat PSD (Position Sensitive Detector) dan rentang jarak bacaan yang lebih jauh dari pada tipe proximity yang lebih murah. Sensor IR sendiri memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Sensor IR secara khusus menyaring cahaya IR, tapi tidak terlalu baik untuk mendeteksi cahaya tampak.
2. Sensor IR memiliki demulator (bagian yang memisahkan sinyal informasi (yang berisi data atau pesan) dari sinyal pembawa yang diterima sehingga informasi tersebut dapat diterima dengan baik) yang digunakan untuk mencari IR yang ter-modulasi (merupakan bagian yang mengubah sinyal informasi ke dalam sinyal pembawa (*carrier*) dan siap untuk dikirimkan) pada rentang frekuensi 38 KHz. Lampu *LED* IR yang hanya menyala terus menerus tidak akan terdeteksi oleh receiver, melainkan harus *PWM Blinking/Flicking* (berkedip secara konstan dalam kurun waktu beberapa milidetik) pada rentang 38 KHz.
3. Sensor IR mendeteksi sinyal IR 38 KHz dan keluaran rendah (0V) atau tidak mendeteksi apapun dan keluaran tinggi (5V) .

Model dari sensor IR sendiri cukup beragam, tergantung dari jenis dan pabrikan. Namun pada dasarnya bagian utama dari tiap sensor sama. yaitu memiliki bagian transmitter dan receiver.

### **2.2.7 Sensor DHT 11**

Sensor DHT11 adalah module sensor yang berfungsi untuk mensensing objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler.



Gambar 2.17 Sensor DHT11

Module sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC. Kelebihan dari module sensor ini dibanding module sensor lainnya yaitu dari segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal sensing objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi.[16] Sensor DHT11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. Penyimpanan data kalibrasi tersebut terdapat pada memori program OTP yang disebut juga dengan nama koefisien kalibrasi.[17] Sensor ini memiliki 4 kaki pin, dan terdapat juga sensor DHT11 dengan breakout PCB yang terdapat hanya memiliki 3 kaki.

Tegangan masukan : 5 Vdc

Rentang temperatur :0-50 ° C kesalahan  $\pm 2$  ° C

Kelembaban :20-90% RH  $\pm 5$ % RH error

### 2.2.8 LCD 16x2 (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan menggantikan fungsi dari penampil CRT (Cathode Ray Tube), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/teks baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya, CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan.[13] Penampil data Liquid crystal display

(LCD) 16x2 merupakan komponen elektronika, mempunyai fungsi sebagai penampil karakter, angka, huruf bahkan grafik.[18] CMOS logic adalah salah satu teknologi yang digunakan dalam membuat LCD, di mana teknologi ini memantulkan cahaya yang ada pada sekelilingnya dan tidak menghasilkan cahaya (back-lit). Beberapa campuran organik yang berada pada lapisan kaca bening dan elektroda yang transparan berbentuk seven segment merupakan komponen dasar dalam pembuatan LCD. Saat di trigger tegangan, maka elektroda aktif dengan medan listrik dan molekul-molekul organik yang berbentuk panjang dan silindris secara otomatis menyesuaikan dengan elektroda pada seven segmen. LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat - alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada penelitian ini aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 16x2. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan suhu dan kelembaban sensor DHT11



Gambar 2.18 LCD (Liquid Crystal Display)

Gambar 2.12 LCD 16x2 include dengan modul I2C. Modul I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer

data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang dialamat master.

### **2.2.9 Lampu Indikator**

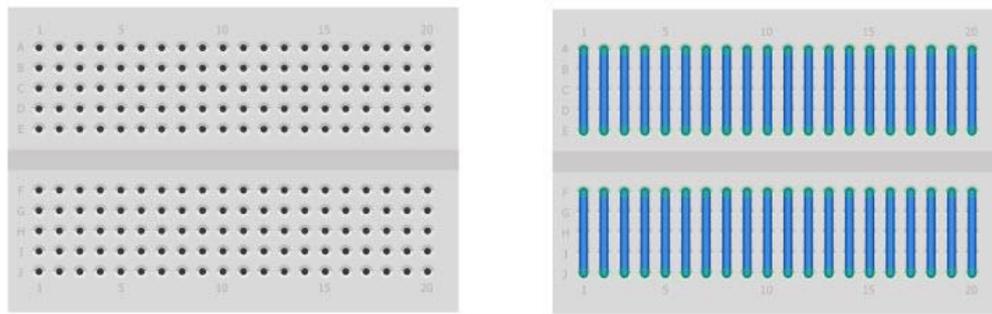
Lampu indikator dalam alat pendingin ini hanya difungsikan sebagai pertanda bahwasannya air dingin layak minum sudah tercapai suhu yang telah terbaca oleh sensor DHT 11, maka sesuai fungsi yang telah ditentukan maka dengan otomatis lampu ini akan hidup.



Gambar 2.19 Lampu Indikator

### **2.2.10 Papan Breadboard**

Papan Breadboard merupakan sebuah board atau papan yang berfungsi untuk merancang sebuah rangkaian elektronik sederhana. Breadboard tersebut nantinya akan dilakukan prototipe atau uji coba tanpa harus melakukan solder. Salah satu keuntungan menggunakan breadboard adalah komponen-komponen yang dirakit tersebut tidak akan mengalami kerusakan. Komponen tersebut juga masih bisa dirangkai kembali untuk membentuk rangkaian yang lainnya. Umumnya breadboard terbuat dari bahan plastik yang juga sudah terdapat berbagai lubang. Lubang tersebut sudah diatur sebelumnya sehingga membentuk pola yang didasarkan pada pola jaringan di dalamnya. Selain itu, breadboard yang bisa ditemukan di pasaran umumnya dibagi menjadi 3 ukuran. Pertama dinamakan sebagai mini breadboard, kedua disebut medium breadboard, dan yang terakhir dinamakan sebagai large breadboard. Untuk mini breadboard, ia memiliki kurang lebih 170 titik.



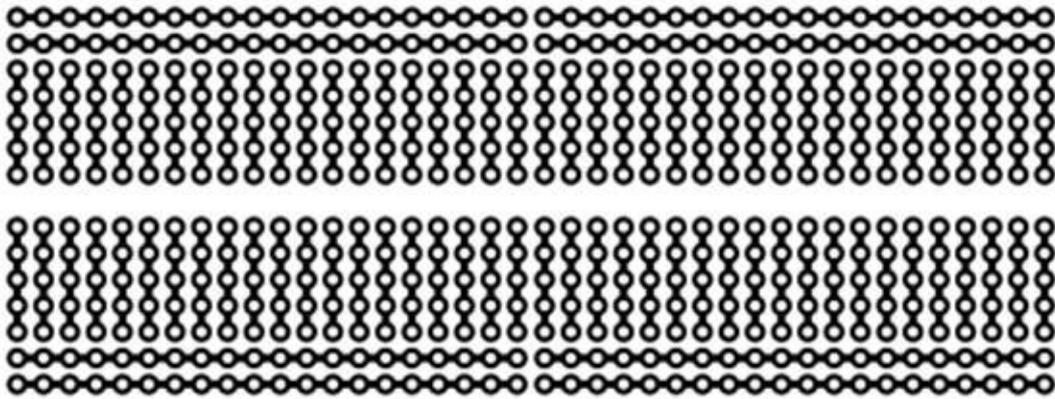
Gambar 2.20 Papan Breadboard

Sementara untuk medium breadboard sudah dilengkapi dengan kurang lebih 400 titik. Large breadboard memiliki lubang kurang lebih 830. Seperti gambar yang sudah ada di atas, bahwa mini breadboard memiliki 200 titik hubung. Di bagian kanan sudah bisa dilihat pola layout yang digambarkan dengan garis biru. Di sini bisa dilihat beberapa tulisan mulai dari A sampai dengan J.

Setelah itu masih ada angka 1,5, 10, 15, maupun 20. Perpaduan antara huruf dan juga angka tersebut merupakan sebuah koordinat. Misalnya, A1, B1, sampai dengan E1 saling terkoneksi berdasarkan pola koneksinya (Bisa dilihat pada gambar berwarna biru). Sementara untuk A2 sampai dengan E2, A3 sampai dengan E3, F1 sampai dengan J1, dan seterusnya. Dengan memahami pola tersebut, maka kita nanti bisa membuat sebuah prototipe sehingga kita tidak bingung ketika harus menempatkan komponen-komponen elektronik tersebut sesuai dengan tempatnya masing-masing.

### **Prinsip Kerja Breadboard**

Setelah memahami pengertian dan seperti apa macam-macam breadboard, maka juga harus paham tentang cara kerja dari board ini. Dikarenakan breadboard merupakan sebuah papan yang tanpa disolder alias solderless, maka bisa menggunakannya kembali. Salah satu contoh yang bisa Anda terapkan adalah rangkaian pada lampu disko dan juga rangkaian pada flip-flop. Adapun secara umum, breadboard mempunyai jalur yang akan kami jelaskan seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.21 Prinsip Kerja Breadboard

Setelah mengamati gambar di atas, maka akan tahu bahwasanya breadboard memiliki prinsip kerja sebagai berikut:

1. 2 pasang pada jalur bawah dan atas terkoneksi secara horizontal sampai menuju ke bagian tengah pada breadboard. Biasanya, ia akan difungsikan sebagai jalur dari tombol power maupun juga jalur sinyal. Beberapa contohnya adalah digunakan untuk jalur komunikasi maupun clock.
2. 5 lubang yang terdapat di komponen bagian tengah digunakan sebagai lokasi untuk melakukan perakitan komponen. Jalur kelima tersebut terkoneksi secara vertikal sampai menuju ke bagian tengah pada breadboard.
3. Pembatasan pada bagian tengah breadboard biasanya akan difungsikan sebagai tempat untuk menancapkan IC component.

Pada perancangan alat ini papan breadboard ini hanya digunakan sebagai media percobaan keaktifan sensor.

### 2.2.11 Box

Pada perancangan alat ini box merupakan salah satu hal utama yang diperlukan dalam pembuatan alat pendingin ini, bahan dasar pembuatan box ini menggunakan besi pelat dengan ketebalan 2 mm. yang dibentuk dengan di las, dibor, serta digerinda sehingga terbentuklah sebuah box yang difungsikan sebagai tempat (rangka) alat pendingin air tebu.



Gambar 2.22 Box Pendingin

### **2.2.12 Kabel *jumper***

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang mempunyai pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan Arduino tanpa memerlukan solder. Intinya, kegunaan kabel jumper ini digunakan sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik.



Gambar 2.23 Kabel *Jumper*

#### **Cara Kerja Kabel *Jumper***

Singkatnya, prinsip kerja kabel jumper yaitu menghantarkan arus listrik dari satu komponen ke komponen lainnya yang dihubungkan. Ini terjadi karena di ujung dan di dalam kabel terdapat konduktor listrik kecil yang memang fungsinya untuk menghantarkan listrik.

#### **Macam-Macam Kabel *Jumper* Arduino**

Jenis jenis kabel jumper yang paling umum adalah sebagai berikut:

### 1. Kabel Jumper *Male to Male*



Gambar 2.24 Kabel *Jumper Male to Male*

Jenis yang pertama adalah kabel *jumper male to male*. Kabel *jumper male to male* adalah jenis yang sangat yang sangat cocok untuk kamu yang mau membuat rangkaian elektronik di breadboard.

### 2. Kabel Jumper *Male to Female*



Gambar 2.25 Kabel *Jumper Male to Female*

Kabel *jumper male female* memiliki ujung konektor yang berbeda pada tiap ujungnya, yaitu *male dan female*. Biasanya kabel ini digunakan untuk menghubungkan komponen elektronika selain Arduino ke breadboard

### 3. Kabel *Jumper Female to Female*



Gambar 2.26 Kabel *Jumper Female to Female*

Jenis kabel *jumper* yang terakhir adalah kabel *female to female*. Kabel ini sangat cocok untuk menghubungkan antar komponen yang memiliki *header male*. contohnya seperti sensor ultrasonik HC-SR04, sensor suhu DHT, dan masih banyak lagi.

#### 2.2.13 Konverter DC

Konverter DC merupakan perangkat saklar statis yang digunakan untuk mendapatkan tegangan variable dari sumber tegangan searah yang konstan.



Gambar 2.27 Konverter DC

Dan adapun fungsi converter pada alat ini yaitu difungsikan sebagai mengubah tegangan 12 VDC menjadi 5 VDC yang dimanfaatkan sebagai tegangan input untuk Arduino Uno.

**BAB 3**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Tempat dan Waktu**

Laboratorium teknik elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kecamatan Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara 20238.

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

NO	Uraian	Bulan Ke									
		1	2	3	4	5	6	7	9	10	
1	Kajian Literatur										
2	Penyusunan Proposal Penelitian										
3	Penulisan Bab 1 Samapai Bab 3										
4	Pengumpulan Data Pendingin Tebu Otomatis										
5	Pembelian Alat dan perancangan Alat										
6	Analisa Data										
7	Seminar hasil										
8	Sidang Akhir										

### 3.2 Alat Dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan perancangan alat adalah sebagai berikut :

1. Power Supplay
2. Box bahan besi plat 2 mm dengan muatan ukuran 3cup x 350 ml
3. Elemen Peltier
4. Kipas
5. Relay
6. Infrared
7. Kabel Jumper
8. Arduino Uno beserta Kabel jumper dan kabel power
9. Layar / Monitor dll.

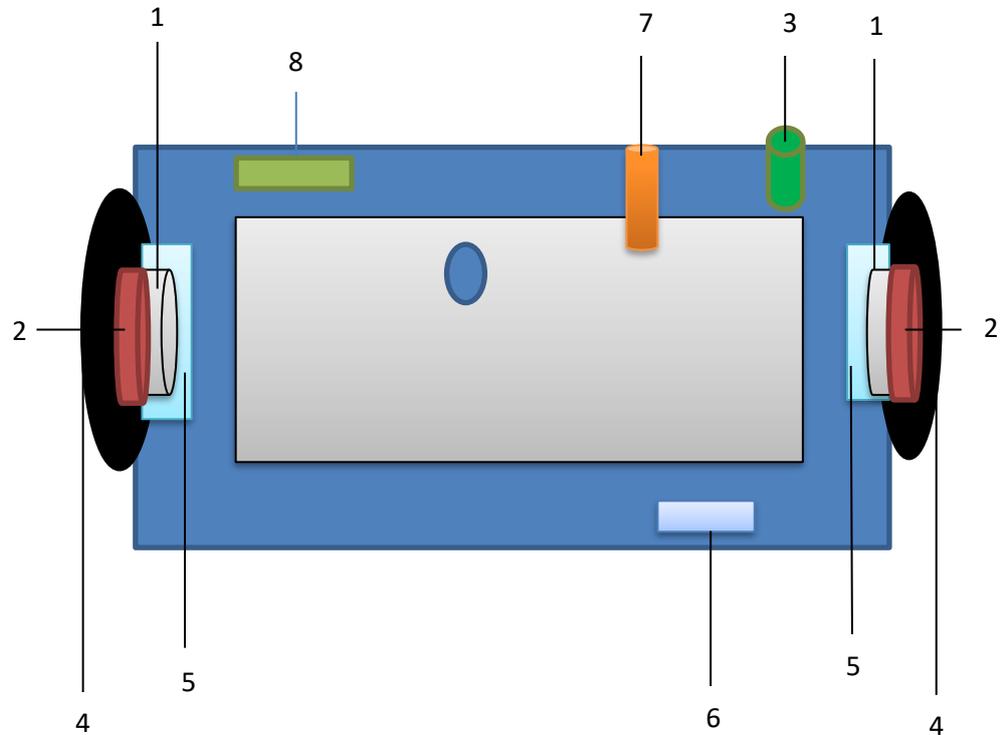
### 3.3 Perancangan

Perancangan Alat Pendingin Air Tebu Otomatis Berbasis Sensor Infrared dengan kapasitas 3 cup x 350 ml untuk bahan Air berdasarkan literatur terdahulu, yaitu berkaitan dengan pendingin, sensitifitas pendeteksi objek dengan *sensor Infrared* yang dikontrol oleh *Arduino Uno* , Perancangan Alat Pendingin Air Tebu Otomatis, dan Pengaruh elemen peltier (*Thermoelectric*) beserta kontrol otomatis.

Tabel 3.2 Daftar Kegunaan Alat Pendingin Air Tebu Otomatis

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Sensor DHT11	Pendeteksi suhu
2	Sensor Infrared	Pendeteksi objek
3	Lampu Indikator	Notifikasi dari sensor suhu apabila telah mencapai suhu yang telah ditentukan
4	Kipas	Pembuang panas cooler box
5	Thermoelectric	Penghantar suhu dingin
6	Relay	Saklar Otomatis
7	LCD	Penampil suhu
8	Cup	Penampung Air Tebu

### 3.4 Perancangan Alat Pendingin Air Tebu



Gambar 3.1 Alat Pendingin Air Tebu

Keterangan :

1. Coolersink (Penghantar Dingin)
2. Heatsink (Pelepas Panas)
3. Lampu Indikator
4. Kipas Pembuang Panas
5. Thermoelectric
6. Sensor Suhu DHT11
7. Sensor Infrared
8. LCD / Monitor

### 3.5 Spesifikasi Alat Pendingin Air Tebu Otomatis

Adapun spesifikasi Alat Pendingin Air Tebu serta sensor beserta Elemen Peltier yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

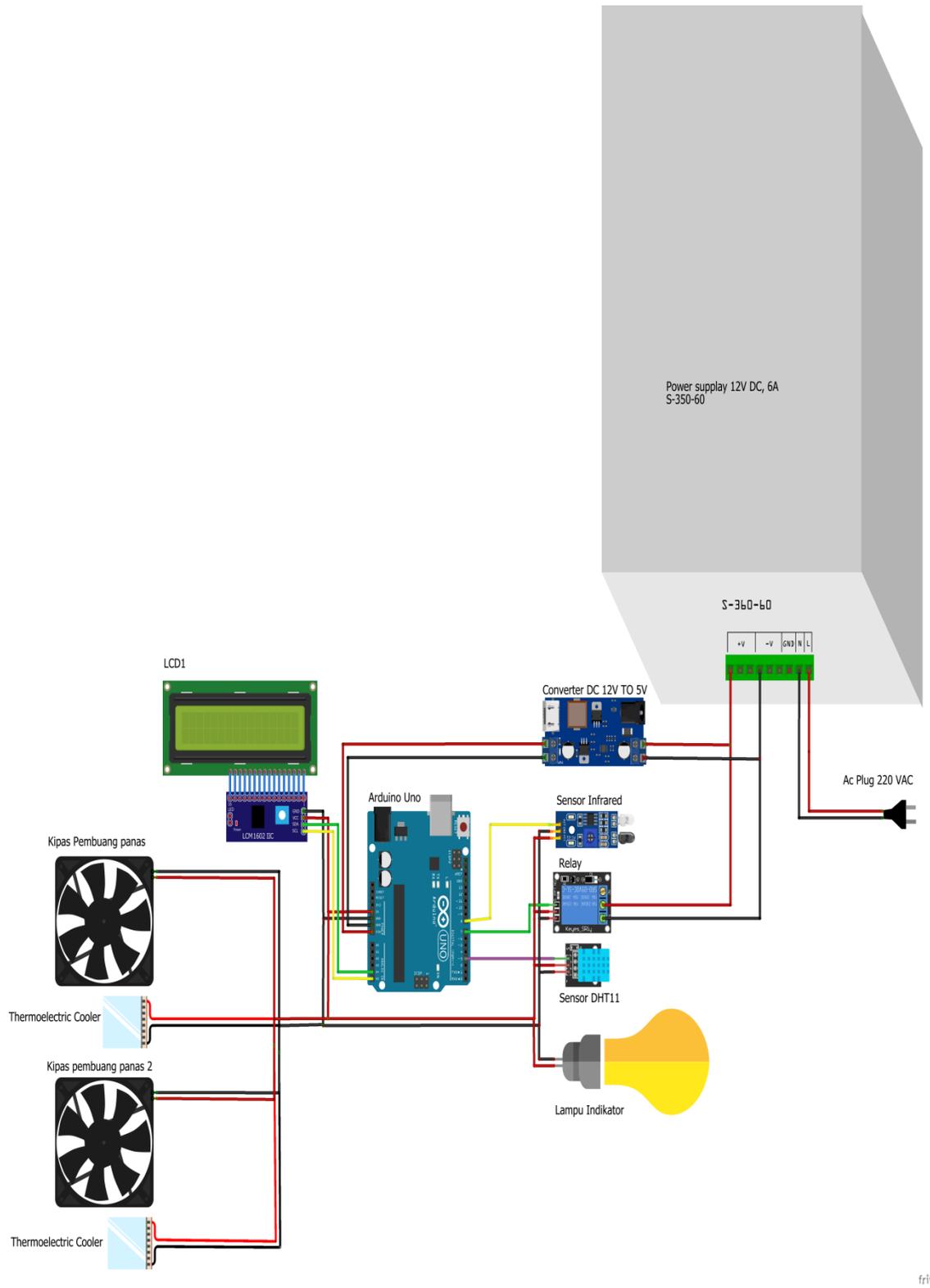
Tabel 3.3 Spesifikasi Untuk Alat Pendingin Air Tebu

<b>Spesifikasi Alat Pendingin Air Tebu Otomatis</b>	
Daya Maksimal	70 Watt
Tegangan	0-15,2 V DC
Temperatur Kerja	-30 – 70 °Celcius
Jenis Kipas	Cooling pad 90 x 90mm 12 V
Ukuran Heatsink	98 x 98 x 25mm 40 x 60 x20 mm
Skala Saklar	1 – 2
Kapasitas Alat Pendingin	3 x 350 ml
Berat Alat	2 Kg
Dimensi Rangka Pendingin	P = 30 cm L = 12 cm T = 20 cm
Penghantar dingin	Stainless Steel
Diameter Piringan	pisau 26 cm, dengan As 19 mm
Jumlah Elemen Peltier	2 Buah Ukuran Standar 40x40mm
Cover body	Besi Plat 2mm , Warna : Biru
Rangka	Besi Plat
Arus	0-6 Amp

### 3.6 Perancangan Instalasi Sistem Kontrol

Perancangan alat pendingin Air Tebu Otomatis Berbasis arduino dengan sensor infrared kapasitas 350ml. dalam sekali proses dengan menggunakan sistem otomatisasi objek dengan sistem program yang dikontrol oleh mikrokontroler Arduino Uno.

Berikut merupakan gambar instalasi sistem control mesin pendingin berbasis arduino uno:

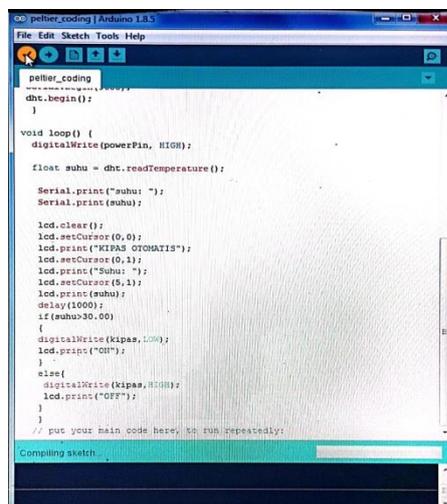


fritzing

Gambar 3.2 Instalasi Sistem Kontrol Mesin Pendingin Berbasis Arduino Uno

### 3.7 Perancangan Perangkat Lunak

Pemrograman menggunakan *Software* arduino ide yang berbasis bahasa C program tersebut dimasukkan ke dalam board arduino sebagai controller dari alat ini agar *microkontroler* dapat melakukan perintah yang dituliskan ke dalam program. Pada saat program dijalankan maka *mikrokontroler* akan melakukan sebuah perintah yang ada di program tersebut, seperti konfigurasi home atau keadaan awal sebelum menggunakan sensor infrared IR dan *relay* serta LCD. Pada gambar dibawah ini adalah software arduino ide.



Gambar 3.3 Program Dengan Menggunakan Software Arduino

### 3.8 Metode Penelitian

Penelitian alat pemerasan tebu serta pengambilan data direncanakan dan dilakukan pada bulan maret 2023, pada pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dilakukan di Jl. Marelan raya pasar 5 Kecamatan Medan Marelan, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara.

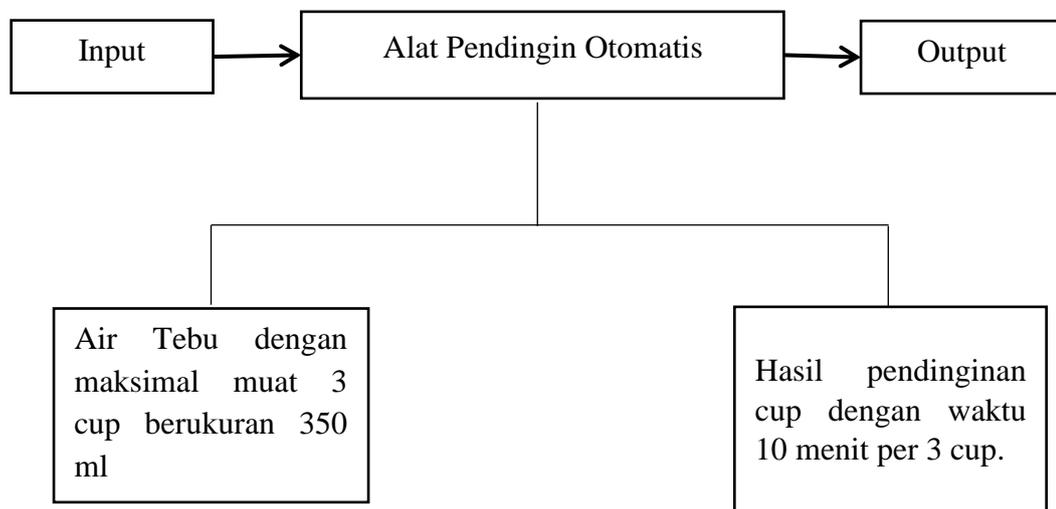
Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dan diketahui penulis dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan penelitian
2. Membuat Perancangan alat pendingin air tebu beserta dengan control otomatis yaitu *sensor infrared IR, Arduino, Relay, dll.*

3. Melakukan simulasi pada alat pemerasan tebu otomatis berbasis sensor Infrared IR pada Arduino Uno
4. Melakukan perhitungan dan analisa data pada tingkat ketahanan suhu dan tingkat suhu tertinggi yang mampu dihasilkan oleh alat pendingin.

### 3.9 Diagram Fungsi

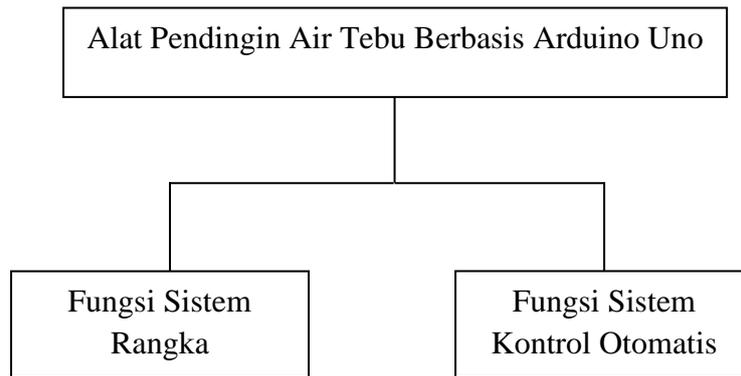
Alat pendingin otomatis berbasis sensor infrared ini dapat mendinginkan air tebu dengan muat ukuran cup 3 x 350 ml dan yang sudah berisi air tebu murni. Data ukuran ini ditetapkan penulis berdasarkan ukuran box yang telah diterapkan pada alat tersebut.



Gambar 3.4 Diagram Fungsi Alat Pendingin Air Tebu

#### 3.9.1 Diagram Hirarki Fungsi Bagian

Berikut ini adalah penjabaran setiap bagian yang memiliki fungsi masing-masing perlu dilakukan untuk mengetahui fungsi bagian yang terdapat pada Alat Pendingin Air Tebu Berbasis Arduino Uno yang akan dirancang. Berikut ini dalam Alat Pendingin Air Tebu dapat dilihat dari fungsi bagian mesin yang penulis gambar didalam diagram hirarki fungsi bagian



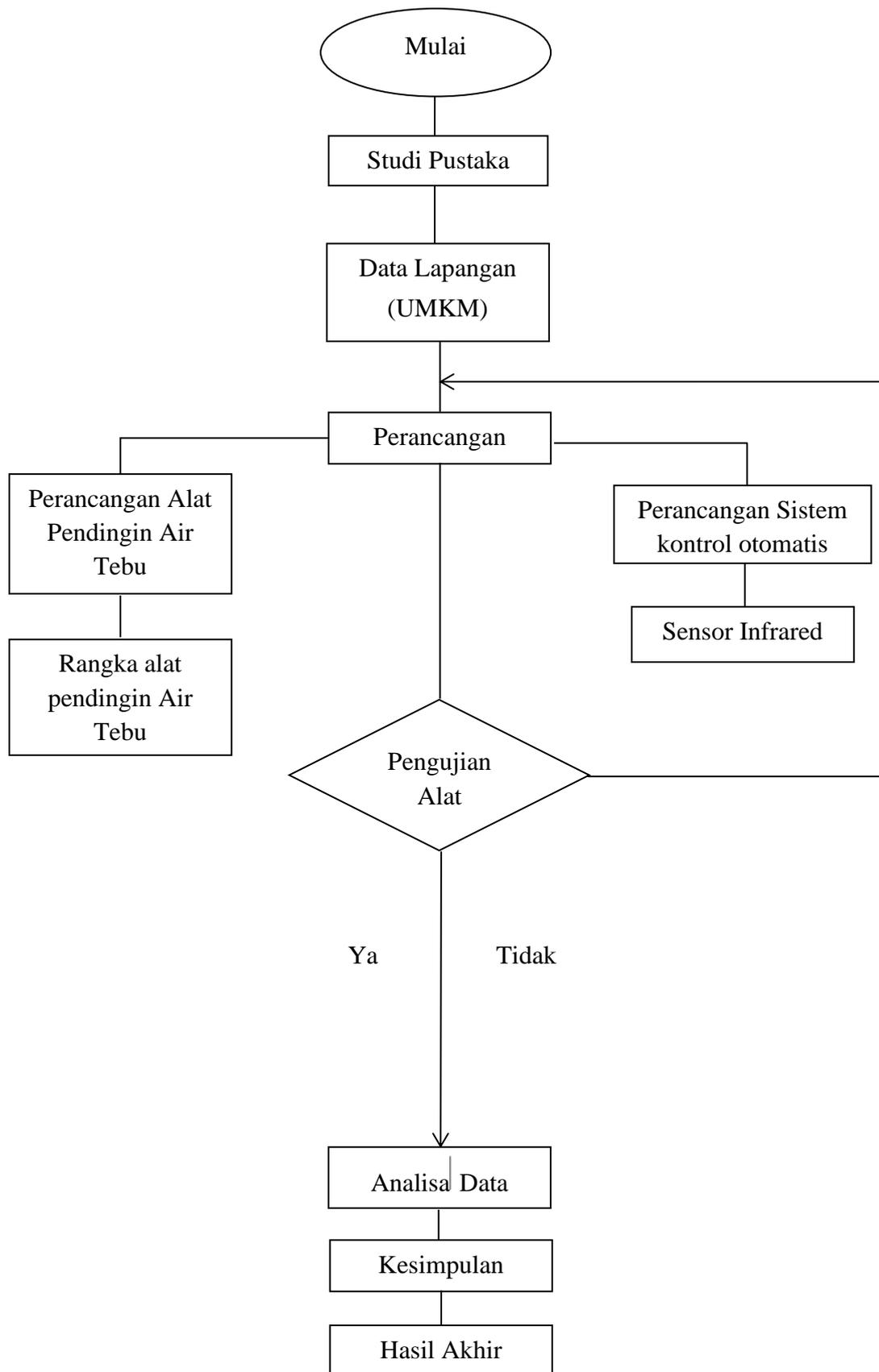
Gambar 3.5 Diagram Fungsi Bagian Alat Pendingin Air Tebu

### 3.9.2 Deskripsi Hirarki Fungsi

Pada alat pendingin air tebu otomatis berbasis sensor infrared ini memiliki bagian serta fungsi masing-masing yang terdapat pada alat yang akan dirancang.

Tabel 3.4 Deskripsi Hirarki Fungsi

No	Nama Bagian	Berfungsi Sebagai
1	Fungsi Sistem Rangka	Pendukung alat elemen peltier
2	Fungsi Sistem Kontrol Otomatis	Pendukung sensor dalam mendeteksi objek dan memberikan perintah kepada komponen pada alat pendingin.



Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian

## BAB 4

### HASIL DAN ANALISA DATA

#### 4.1 Perancangan Sistem Kontrol Alat Pendingin Air Tebu

Adapun proses dari pembuatan rangka alat pendingin air tebu adalah hal utama yang dilakukan dalam proses perakitan alat. Untuk tahapan yang utama dalam pekerjaan ini diawali mulai dari mengukur dan memotong besi plat yang sudah ditentukan. Kemudian setelah proses pemotongan maka selanjutnya akan dilakukannya proses penggerindaan untuk meratakan sisi-sisi plat yang kurang rata bekas las, hal ini dilakukan agar sisi-sisi yang tajam hilang. Untuk proses berikutnya adalah proses pengeboran pada besi plat. Pengeboran pada plat menggunakan ukuran mata bor 3 mm sesuai dengan ukuran lubang baut serta dudukan *Thermoelectric* (elemen peltier). Dan tujuan dari pengeboran ini untuk letak baut serta mur untuk menghubungkan komponen pendukung rangka seperti kipas pendingin dan elemen dudukan *Thermoelectric* (Elemen Peltier) dan untuk engsel pintu. Setelah selesai maka dilanjutkan proses pengecatan agar terlihat bersih sehingga indah dipandang mata.

Dan dari pada itu sistem *cooling* (Pendingin) pada alat ini bekerja dengan system otomatis yang dibantu dengan Arduino dan *Thermoelectric* (Elemen Peltier) serta komponen lainnya yang berhasil bekerja sesuai perintah kontrol otomatis sehingga menghasilkan alat yang dapat membantu meiringankan penjual es tebu dengan mengurangi pekerjaan dalam pembuatan es batu (Es basah). Dan untuk tingkat ketahanan fisik box pendingin ini tahan banting dan tidak mudah peot karena box pendingin ini terbuat dari bahan dasar besi plat dengan ketebalan 2mm sehingga kuat dan tahan lama. berikut merupakan gambar proses dari pemotongan dudukan elemen peltier, pemasangan instalasi rangkaian pendingin serta pemasangan komponen komponen pada mesin pendingin air tebu berbasis arduino :



Gambar 4.1 Proses Pengerjaan Mesin Pendingin Air Tebu Berbasis Arduino

Untuk sistem kerja dari pendingin yang digunakan adalah merupakan sistem kerja dari Thermoelectric adalah dengan berdasarkan Efek Seebeck yaitu “jika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, maka terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang lain pada proses pengerjaan tidak lah lama karena elemen peltier dan kipas dapat dibeli di toko sesuai dengan kebutuhan pada box yang telah dibuat. elemen peltier Dengan mengetahui standarisasi yang ada maka dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan pemakaiannya.

#### **4.2 Perancangan Kontrol Otomatis Alat pendingin**

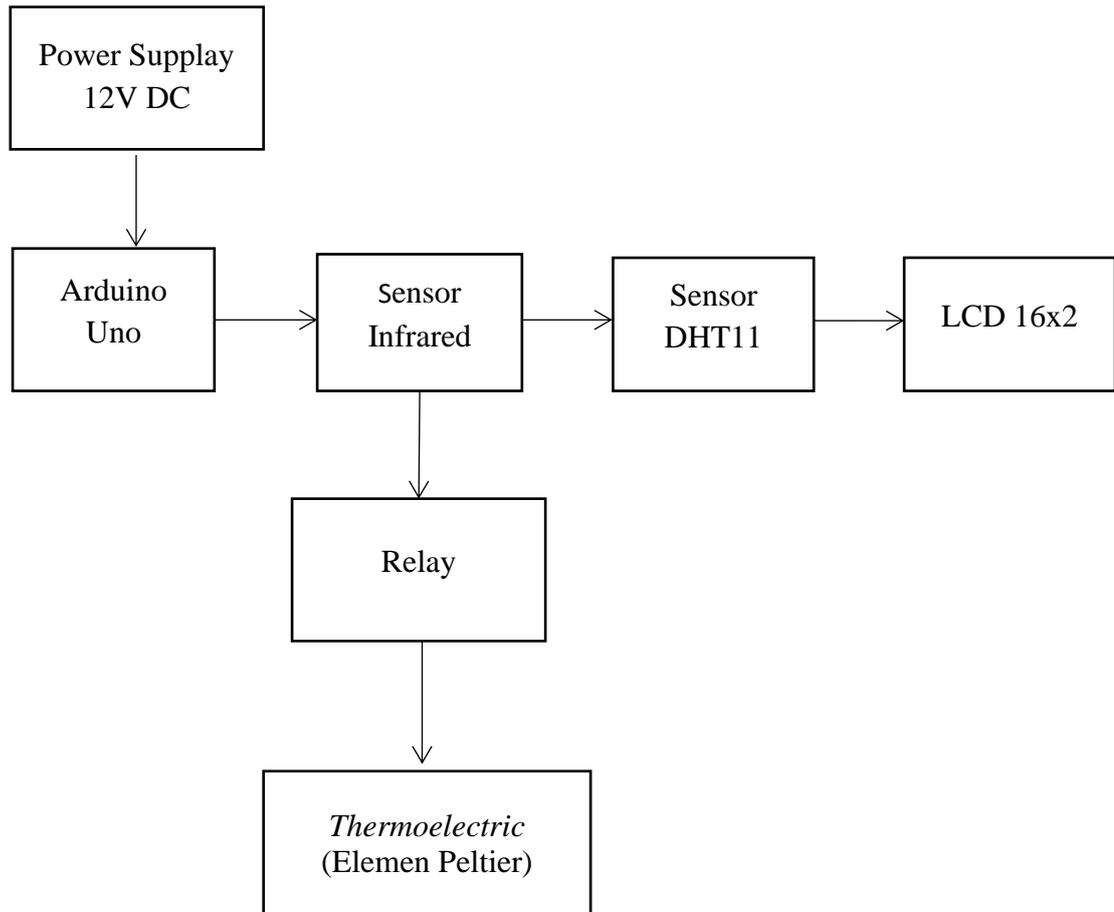
Fungsi pada Sistem Kontrol Otomatis pada alat pendingin air tebu ini adalah mengendalikan seluruh komponen kontrol yang digunakan agar proses pendinginan air tebu dapat berjalan dengan baik. Komponen tersebut dikontrol

oleh Microcontroller Arduino Uno. Arduino Uno memberikan perintah kepada relay ketika Sensor infrared mendeteksi suatu objek pada box pendingin agar dapat menghidupkan Thermoelectric (Elemen peltier) DC 12v. lalu lcd menampilkan kondisi ON pertanda bahwa elemen peltier siap untuk mendinginkan air tebu yang yang telah dikemas di dalam sebuah cup yang berkapasitas 350ml, langsung diletakkan dalam box yang akan langsung bagian bawah cup-nya langsung bersentuhan dengan elemen peltier sedangkan bagian atas cup-nya berjarak 2 cm antara elemen penghantar dingin ke cup bagian atas cup yang berisi air tebu yang ingin didinginkan. OFF pertanda bahwa Elemen peltier tidak dapat bekerja mendinginkan melainkan fitur standby by yang telah diperintah oleh Arduino Uno. Seluruh kabel dan komponen kontrol terhubung menggunakan papan Breadboard.

Tabel 4.1 Komponen Kontrol Otomatis Alat Mesin Pendingin Air Tebu

No	Nama Komponen	Berfungsi	Tidak Berfungsi	Kondisi
1	Arduino Uno	√		Baik
2	Sensor Infrared	√		Baik
3	Relay	√		Baik
4	Lcd 16 x 2	√		Baik
5	Papan Breadboard	√		Baik
6	Power Supplay 12 VDC	√		Baik
7	Kabel Jumper	√		Baik
8	Sensor DHT 11	√		Baik

Perancangan kontrol yang pertama kali dilakukan adalah perancangan hardware (Perangkat Keras), adapun beberapa komponen hardware (Perangkat Keras) yaitu : Arduino Uno, Relay, Sensor Infrared, LCD 16 x 2. Berikut ini blog diagram kontrol otomatis yaitu :



Gambar 4.2 Diagram Alir Perancangan Kontrol Otomatis

Berdasarkan diagram alir Perancangan Kontrol Otomatis diatas, Peran sensor Infrared sangat lah penting. Sensor Infrared merupakan perangkat *hardware* yang dapat melakukan pengiriman perintah berupa data dengan cara mendeteksi suatu objek yang diperoleh kepada arduino. Sebelum melakukan perintah kepada sensor, arduino uno hendaknya terlebih dahulu di coding di laptop menggunakan software Arduino IDE.

Berikut merupakan coding pemrograman dari mesin pendingin air tebu otomatis :

```
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16,2); //GANTI 0x27 kalau LCD ga muncul
#include <DHT.h>

DHT dht(2, DHT11); //pin, Jenis DHT

int powerPin = 3; //untuk pengganti VCC/5vOLT
int kipas = 4;

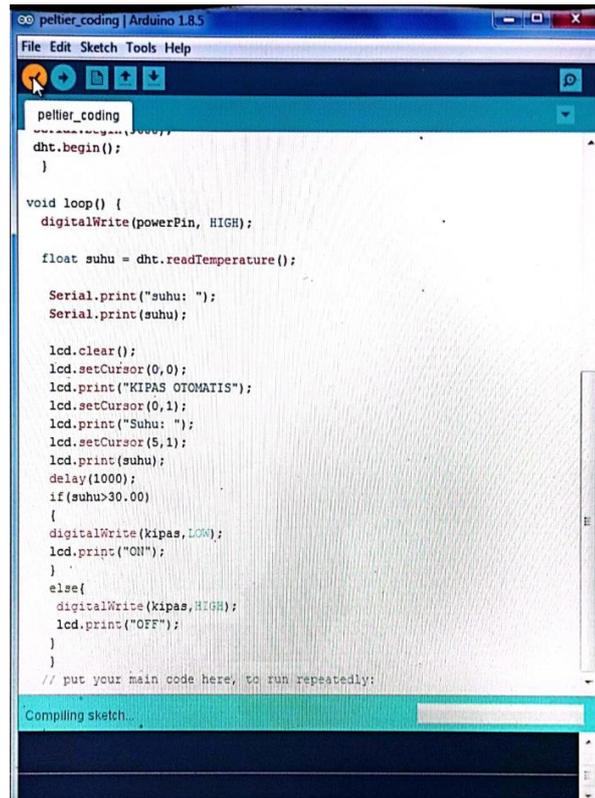
void setup() {
  lcd.init();
  // Print a message to the LCD.
  lcd.backlight();
  //jadikan pin power sebagai uotput
  pinMode(powerPin, OUTPUT); //default bernilai LOW
  digitalWrite(powerPin, LOW);
  pinMode(kipas, OUTPUT);
  digitalWrite(kipas, LOW);
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop() {
  digitalWrite(powerPin, HIGH);

  float suhu = dht.readTemperature();

  Serial.print("suhu: ");
  Serial.print(suhu);
```

```
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("KIPAS OTOMATIS");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Suhu: ");
lcd.setCursor(5,1);
lcd.print(suhu);
delay(1000);
if(suhu>30.00)
{
digitalWrite(kipas,LOW);
lcd.print("ON");
}
else{
digitalWrite(kipas,HIGH);
lcd.print("OFF");
}
}
// put your main code here, to run repeatedly:
```



```

peltier_coding | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
peltier_coding
dht.begin();
}

void loop() {
  digitalWrite(powerPin, HIGH);

  float suhu = dht.readTemperature();

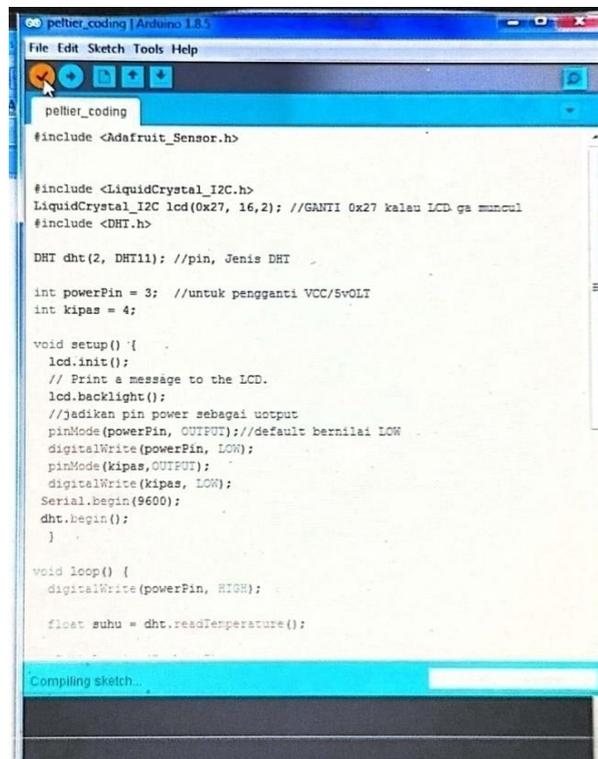
  Serial.print("suhu: ");
  Serial.print(suhu);

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("KIPAS OTOMATIS");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Suhu: ");
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print(suhu);
  delay(1000);
  if(suhu>30.00)
  {
    digitalWrite(kipas, LOW);
    lcd.print("ON");
  }
  else{
    digitalWrite(kipas, HIGH);
    lcd.print("OFF");
  }
}
// put your main code here, to run repeatedly:

Compiling sketch...

```

Gambar 4.3 Pengcodingan dan Upload Pada Arduino Uno



```

peltier_coding | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
peltier_coding
#include <Adafruit_Sensor.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); //GANTI 0x27 kalau LCD ga muncul
#include <DHT.h>

DHT dht(2, DHT11); //pin, Jenis DHT

int powerPin = 3; //untuk pengganti VCC/5vOLT
int kipas = 4;

void setup() {
  lcd.init();
  // Print a message to the LCD.
  lcd.backlight();
  //jadikan pin power sebagai output
  pinMode(powerPin, OUTPUT); //default bernilai LOW
  digitalWrite(powerPin, LOW);
  pinMode(kipas, OUTPUT);
  digitalWrite(kipas, LOW);
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}

void loop() {
  digitalWrite(powerPin, HIGH);

  float suhu = dht.readTemperature();

Compiling sketch...

```

Gambar 4.4 Pengcodingan dan Upload Pada Arduino Uno

Setelah Pengcodingan pada arduino. Selanjutnya adalah merangkai sensor infrared sesuai dengan pin yang tertera pada codingan. Pin Trig di Sensor di pin 8 arduino uno, Pin Echo di Sensor dihubungkan pin 9 arduino uno, Pin GND Arduino dan Pin Vcc sensor hubungkan ke Pin 5v Arduino Uno

### **Cara Kerja Mesin Pendingin Air Tebu Berbasis Arduino**

Adapun cara kerja dari control otomatis alat pendingin air tebu ini adalah : Arduino sebagai otak dari semua pengontrolan yang deprogram untuk dapat menjalankan komponen lainnya yang telah di program menggunakan *software* Arduino IDE. Lalu tugas sensor infrared yaitu sebagai pendeteksi objek (pintu). Selanjutnya arduino akan memberikan perintah untuk menghidupkan saklar otomatis yaitu relay untuk menghidupkan elemen peltier (*Thermoelectric*). Dan Pada LCD display akan dapat kita lihat statusnya pada saat kondisi ="ON" ketika elemen peltier (*Thermoelectric*) bekerja, kemudian pada saat kondisi = "OFF" ketika elemen peltier (*Thermoelectric*) tidak menyala (standby) karena pintu terbuka (tidak mendeteksi objek apapun).

### **4.3 Pengujian Rangkaian**

Pengujian alat ini dilakukan melalui 2 tahap, yaitu pengujian *open loop* dan *closed loop*, dimana dalam pengujian *open loop* pendingin (Peltier dan Fan Cooler) akan bekerja tanpa tanpa dihubungkan dengan kontroller, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kemampuan maksimal dari pendingin (Peltier dan Fan Cooler) dalam mendinginkan ruang (box) hingga mencapai suhu steady state (stabil). Sedangkan untuk pengujian *closed loop* pendingin (Peltier dan Fan Cooler) dan fan exhaust akan dihubungkan dengan mikrokontroller arduino uno dan diatur set point agar sesuai dengan parameter sebagai tempat penyimpanan.

### 4.3.1 Pengujian *Open Loop*

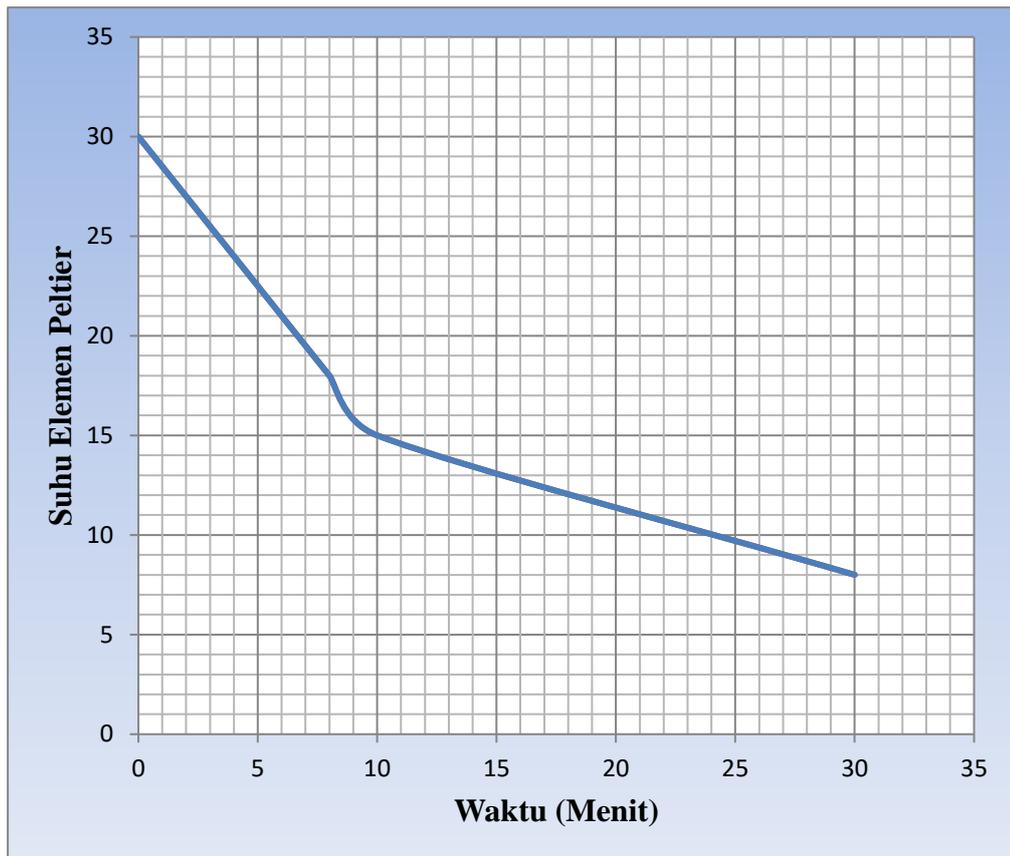
Berikut merupakan pengujian yang dilakukan tanpa objek :

Tabel 4.2 Pengujian *Open Loop* Tanpa Objek

No	Suhu Termometer (°C)	Waktu (Menit)
1	30	0
2	27	2
3	24	4
4	21	6
5	18	8
6	15	10
7	8	30

Hasil pengujian pendingin *open loop* tanpa objek pada tabel 4.2 memperlihatkan kemampuan dari elemen peltier dalam mendinginkan box dengan ukuran 30cm x 20cm x 12cm berbahan dasar besi pelat 2mm. dimana suhu awal pada pengujian ini 30°C, setelah 2 menit elemen peltier diberikan tegangan 12VDC dan arus 6 Ampere dan terjadi penurunan suhu 3°C, yaitu menjadi 27°C dan pada menit ke 4 suhu yang didapat 24°C, menit ke 6 suhu yang didapat 21°C, menit ke 8 suhu yang didapat 18°C, menit ke 10 suhu yang didapat 15°C dan ditutp di menit ke 30 suhu akhir yang didapat berhenti di 8°C.

Maka dari hasil penelitian *open loop* diatas terbentuklah sebuah grafik berikut :



Gambar 4.5 Grafik Pengujian *Open Loop* Tanpa objek

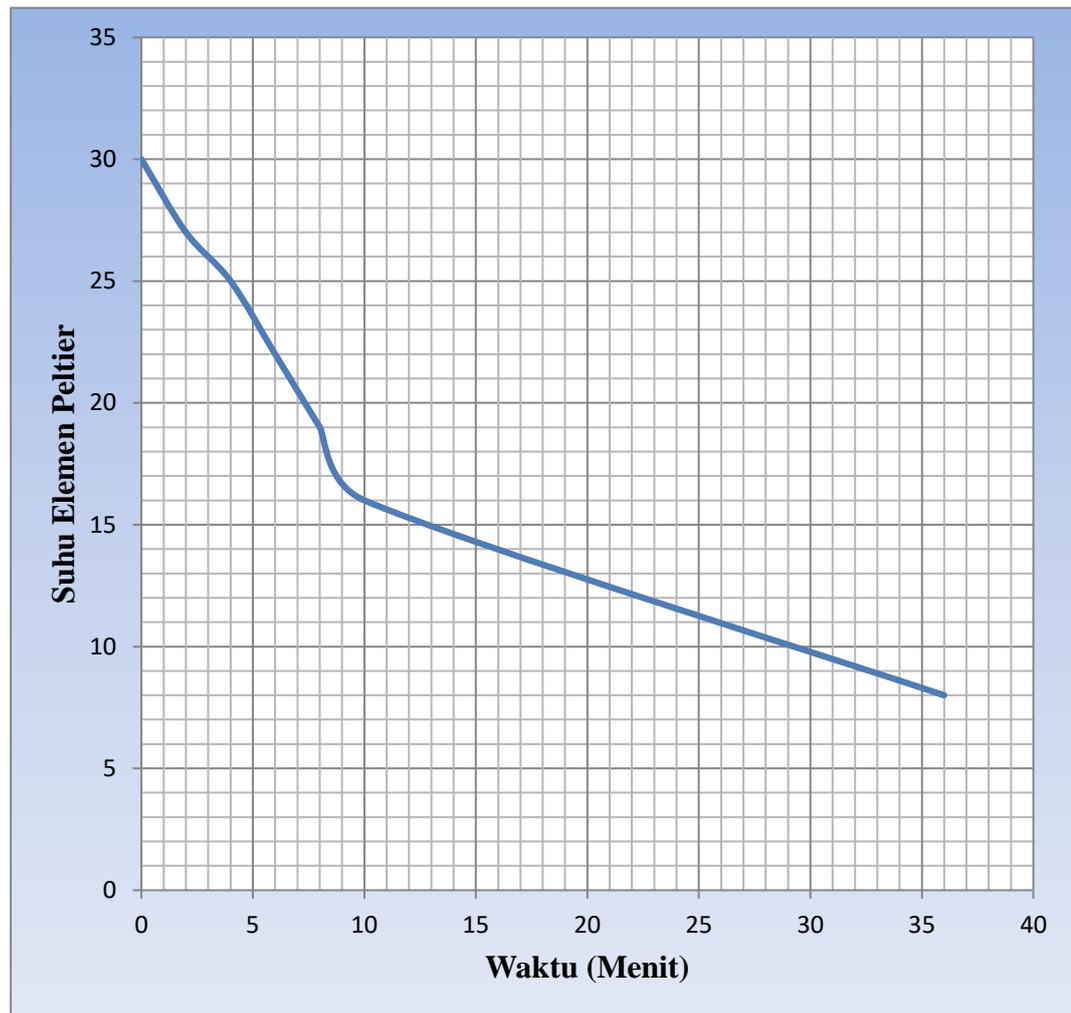
Tabel 4.3 Pengujian *Open Loop* Dengan Objek

No	Suhu Termometer (°C)	Waktu (Menit)
1	30	0
2	27	2
3	25	4
4	22	6
5	19	8
6	16	10
7	8	36

Hasil pengujian pendingin *open loop* dengan objek pada tabel 4.3 memperlihatkan kemampuan dari elemen peltier dalam mendinginkan box dengan ukuran 30cm x

20cm x 12cm berbahan dasar besi pelat 2mm. dimana suhu awal pada pengujian ini 30°C, setelah 2 menit elemen peltier diberikan tegangan 12VDC dan arus 6 Ampere dan terjadi penurunan suhu 3°C, yaitu menjadi 27°C dan pada menit ke 4 suhu yang didapat 25°C, menit ke 6 suhu yang didapat 22°C, menit ke 8 suhu yang didapat 19°C, menit ke 10 suhu yang didapat 16°C dan ditutp di menit ke 36 suhu akhir yang didapat berhenti di 8°C.

Maka dari hasil penelitian *open loop* diatas terbentuklah sebuah grafik berikut :



Gambar 4. 6 Grafik Pengujian *Open Loop* Dengan Objek

### 4.3.2 Pengujian Closed loop

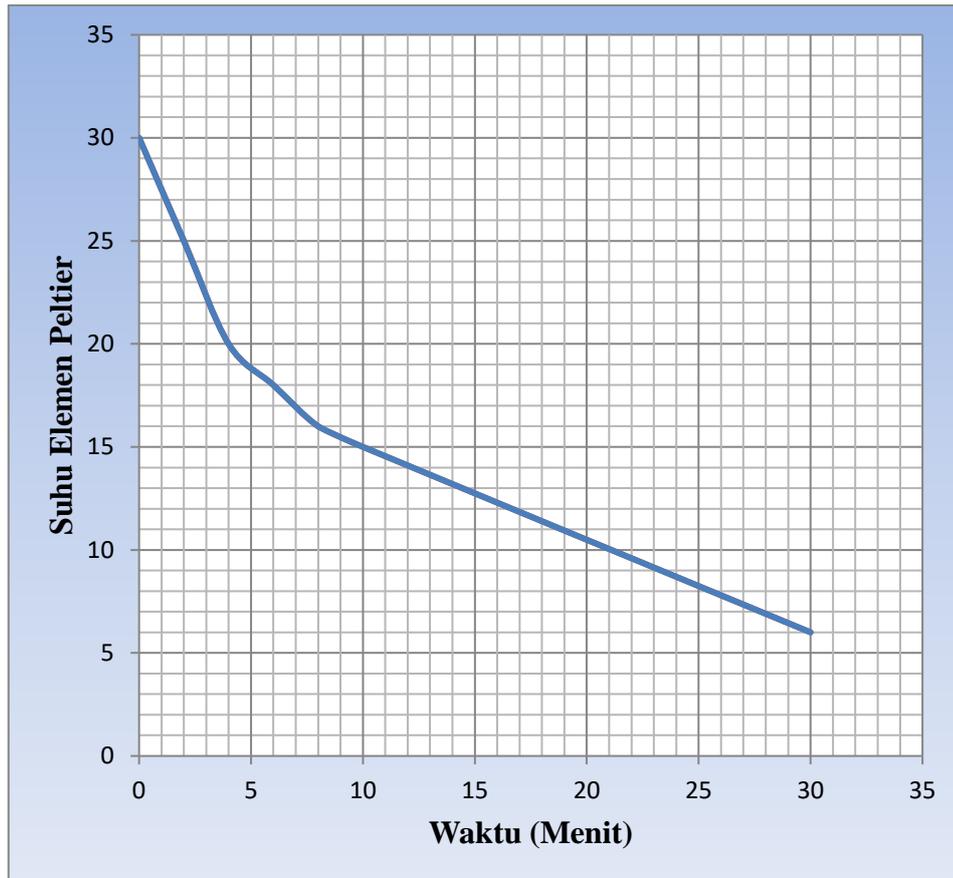
Berikut merupakan pengujian yang dilakukan tanpa objek :

Tabel 4.4 Pengujian *Closed loop* Tanpa Objek

No	Suhu Sensor DHT11 (°C)	Waktu (Menit)
1	30	0
2	25	2
3	20	4
4	18	6
5	16	8
6	15	10
7	9	30

Hasil pengujian pendingin *Closed loop* tanpa objek pada Tabel 4.4 memperlihatkan kemampuan dari elemen peltier dalam mendinginkan box dengan ukuran 30cm x 20cm x 12cm berbahan dasar besi pelat 2mm. dimana suhu awal pada pengujian ini 30°C, setelah 2 menit elemen peltier diberikan tegangan 12VDC dan arus 6 Ampere dan terjadi penurunan suhu 5°C, yaitu menjadi 25°C dan pada menit ke 4 suhu yang didapat 20°C, menit ke 6 suhu yang didapat 18°C, menit ke 8 suhu yang didapat 16°C, menit ke 10 suhu yang didapat 15°C dan ditutup di menit ke 30 suhu akhir yang didapat berhenti di 9°C.

Maka dari hasil penelitian *open loop* diatas terbentuklah sebuah grafik berikut :



Gambar 4. 7 Grafik Pengujian *Closed Loop* Tanpa Objek

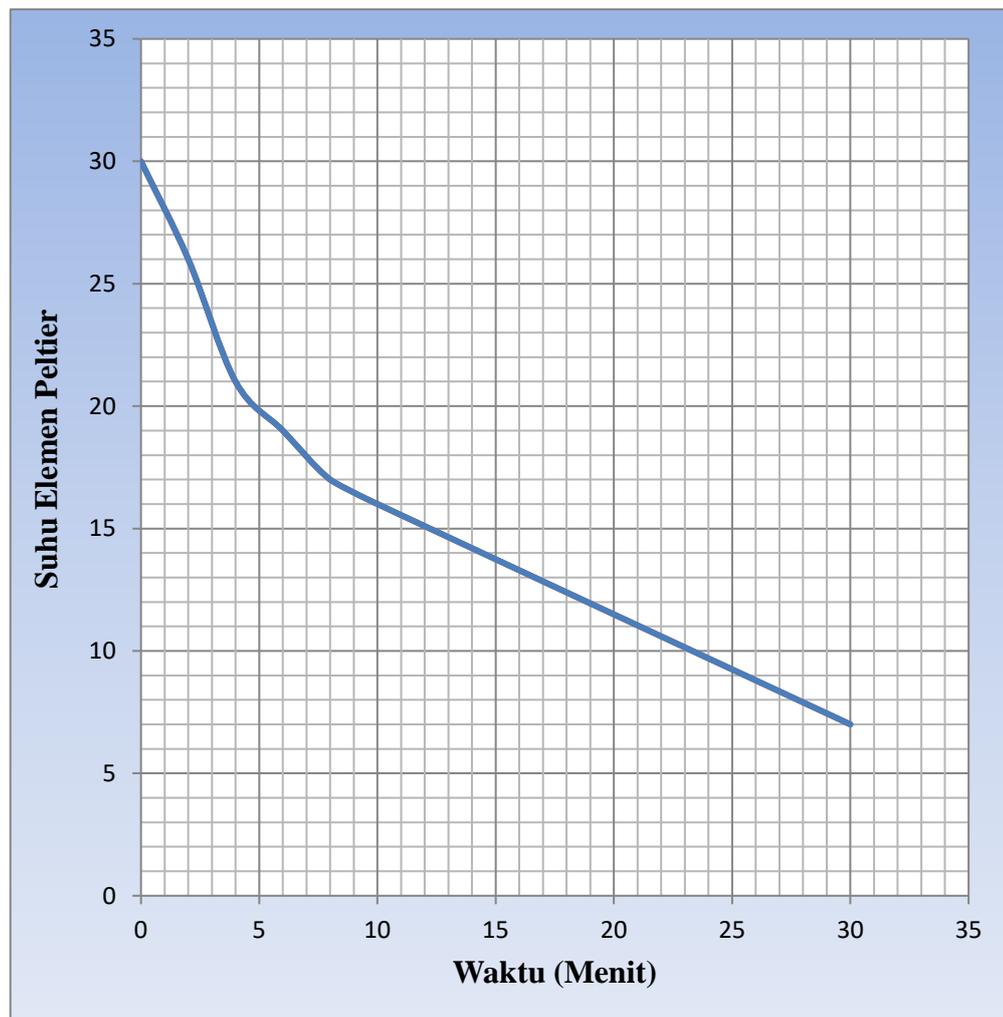
Tabel 4.5 Pengujian *Closed Loop* Dengan objek

No	Suhu Sensor DHT11 (°C)	Waktu (Menit)
1	30	0
2	26	2
3	21	4
4	19	6
5	17	8
6	16	10
7	9	30

Hasil pengujian pendingin *Closed loop* dengan objek pada Tabel 4.5 memperlihatkan kemampuan dari elemen peltier dalam mendinginkan box dengan

ukuran 30cm x 20cm x 12cm berbahan dasar besi pelat 2mm. dimana suhu awal pada pengujian ini 30°C, setelah 2 menit elemen peltier diberikan tegangan 12VDC dan arus 6 Ampere dan terjadi penurunan suhu 5°C, yaitu menjadi 26°C dan pada menit ke 4 suhu yang didapat 21°C, menit ke 6 suhu yang didapat 17°C, menit ke 8 suhu yang didapat 17°C, menit ke 10 suhu yang didapat 16°C dan ditutup di menit ke 30 suhu akhir yang didapat berhenti di 9°C.

Maka dari hasil penelitian *open loop* diatas terbentuklah sebuah grafik berikut :



Gambar 4. 8 Grafik Pengujian *Closed Loop* Dengan Objek

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil perancangan serta pengujian tugas akhir saya yang berjudul “*Perancangan Mesin Pendingin Air Tebu Berbasis Arduino Uno*” dapat menarik kesimpulan bahwa:

1. Perancangan sistem control otomatis ini menggunakan Arduino Uno sebagai otak dan memberikan perintah ke komponen control pada *Mesin Pendingin Air Tebu Berbasis Arduino Uno* dengan sensor infrared dapat berjalan dengan baik. Saat tahap pengujian sensitifitas sensor infrared, tingkat kecepatan pendinginan, saklar otomatis (Relay) dan LCD dapat membaca perintah dari Arduino Uno dengan sangat baik.
2. Dalam alat pendingin ini menggunakan 2 buah *thermoelectric* (Elemen Peltier), dan Kapasitas yang dapat dimuat dalam sekali proses pendinginan air tebu ini dapat muat 3 Cup x 350ml yang telah dilakukan uji coba beberapa kali dengan waktu 10 menit untuk mendapatkan hasil layak minum yaitu dengan suhu 16°C dengan hasil pembacaan suhu oleh sensor DHT 11.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dari penulis untuk pengembangan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Komponen pengontrolan otomatis hendaknya menggunakan kualitas terbaik dan tahan lama untuk digunakan dalam jangka panjang .
2. Untuk pemilihan jenis bahan yang digunakan untuk box hendaknya memiliki kualitas yang terbaik agar dapat dingin bertahan lebih lama.
3. Tambahkan *Thermoelectric* (Elemen Peltier) Agar pendingin dapat bekerja lebih baik

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Siregar, M. Yusri, and M. Al qamari, "Peningkatan Ekonomi Masyarakat Desa Pematang Johar Melalui Usaha Batik Sawah," vol. 4, 2021.
- [2] H. Doe, Y. Djamilu, and B. Liputo, "Rancang Bangun Mesin Peras Tebu Sistem Mekanik Tiga Roll Menggunakan Motor Bensin," *J. Teknol. Pertan. Gorontalo*, vol. 1, no. May 2016, pp. 8–20, 2016.
- [3] D. O. Djasmi, R. Rasyid, and E. Anas, "Uji Bakteriologis pada Minuman Air Tebu yang Dijual di Pinggiran Jalan Khatib Sulaiman Kota Padang," *J. Kesehat. Andalas*, vol. 4, no. 3, pp. 712–717, 2015, doi: 10.25077/jka.v4i3.352.
- [4] F. Gunawan, "Membangun Mesin Peras Tebu Dan Pembersih Kulit Tebu Dengan Menggunakan Penggerak Motor Bensin 5,5 Hp," *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret 201*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2021.
- [5] R. Rimbawati, C. Cholish, W. A. L. Tanjung, and M. A. R. Effendy, "Pengujian Air Bersih Menjadi Hidrogen Untuk Energi Alternatif Menggunakan Arduino," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 1, p. 65, 2021, doi: 10.22373/crc.v5i1.8276.
- [6] B. Dhiya' Ushofa, L. Anifah, G. Buditjahjanto, and Endryansyah, "Sistem Kendali Kecepatan Putaran Motor DC pada Conveyor dengan Metode Kontrol PID," *J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. Universitas Negeri Surabaya, pp. 332–342, 2022.
- [7] Erinofiardi, N. Iman Supardi, and Redi, "PENGUNAAN PLC DALAM PENGONTROLAN TEMPERATUR, SIMULASI PADA PROTOTYPE RUANGAN Erinofiardi, Nurul Iman Supardi & Redi," *J. Mek.*, vol. 2, no. 2, pp. 261–268, 2012.
- [8] E. Yudiyanto, S. Adiwidodo, and R. N. A. Takwim, "Pemanfaatan Peltier Sebagai Sistem Pendinginan Untuk Medicine Cooler Box," *SNITT Politek. Negeri Balikpapan*, pp. 213–218, 2020.
- [9] N. Fauzia, M. S. Muntini, B. Indarto, and D. Anggoro, "Fabrikasi dan Simulasi Termoelektrik Cooler Menggunakan Material Semikonduktor Bismuth Telluride (Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>) dan Software ANSYS," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 7–9, 2019, doi: 10.12962/j23373520.v7i2.37343.
- [10] A. Suryadi and A. Firmansyah, "Rancang Bangun Kulkas Mini Portable Menggunakan Peltier," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 11–22, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3361.
- [11] F. Gandi and M. Yusfi, "Berbasis Mikrokontroler ATmega8535," *J. Fis.*

- Unand*, vol. 5, no. 1, pp. 35–41, 2016.
- [12] L. E. T. Elektro and R. Rekayasa, “PERANCANGAN SISTEM KONTROL KETINGGIAN AIR,” vol. 6, no. 1, pp. 36–41, 2023.
- [13] F. I. Pasaribu and M. Reza, “Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 46–55, 2021.
- [14] N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. A. H, and A. Sary, “Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 122–128, 2022, doi: 10.30596/rele.v4i2.9559.
- [15] Bahrin, “Sistem-Kontrol-Penerangan-Menggunakan-Ar-9Ae949F0,” vol. 9, pp. 282–289, 2017.
- [16] B. Oktrialdi, P. Harahap, M. Adam, and R. F. Siregar, “Analisis Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Berbasis,” vol. 5, no. 2, pp. 98–102, 2023.
- [17] M. Aditya and H. Wibawanto, “Sistem Pengamatan Suhu Dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroller ATmega8,” *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 5, no. 1, pp. 15–17, 2013.
- [18] Hasrullah, “Rancang Bangun Instrumen Pengukur Tingkat Warna Putih Garam Industri,” no. Ic, pp. 11–13, 2021.

**LAMPIRAN :**

1. Gambar pemotongan bahan, pengelasan dan penggerindaan pembuatan mesin peras tebu dan pendigin air tebu berbasis sensor infrared.



2. Gambar penyetelan kedudukan motor listrik dan pemasangan instalasi system control otomatis serta hasil pengerjaan mesin peras tebu dan mesin pendingin air tebu berbasis Arduino.



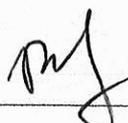


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK-TEKNIK ELEKTRO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : Tegar Asmara Dirgantara  
NPM : 1907220047  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : "Perancangan Sistem Kontrol Pendingin Pada Mesin Air Tebu Berbasis Arduino"

NO	Tanggal	Catatan Asistensi.	Paraf Pembimbing
	29/2023 03	Konsultasi Judul	
	02/2023 04	Acc BAB I	
	05/2023 04	Acc BAB II	
	10/2023 04	Acc BAB 3	
	25/2023 05	Konsultasi BAB 1,2 dan 3 Untuk Sempro	
		Acc sempro 5/6 2023	

Mengetahui,  
Pembimbing I



Rimbawati S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO

NAMA : Tegar Asmara Dirgantara  
NPM : 1907220047  
Fakultas /Jurusan : Teknik/Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Kontrol Pendingin Pada Mesin Air Tebu Berbasis Arduino

NO	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1	01/06/2023	Revisi Citation Jurnal - Jurnal !	
2	08/06/2023	Revisi kerangka Penulisan !	
3	15/06/2023	Revisi Tujuan Penelitian !	
4	22/06/2023	Revisi Penulisan BAB III dan IV !	
5	28/06/2023	Revisi 4.1, 4.2, 4.3 dengan jelas !	
6	06/07/2023	Revisi 4.3 Perancangan tertulis .	
7	13/07/2023	ACC Semhas	

Mengetahui,  
Pembimbing 1

Rimbawati, S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA (UMSU)

FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

NAMA : Tegar Asmara Dirgantara  
NPM : 1907220047  
Fakultas /Jurusan : Teknik/Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Kontrol Pendingin Pada Mesin Air Tebu Berbasis Arduino

NO	Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1	14/09-2023	Perbaikan penulisan yang direvisi penguji	Ry.
2	15/09-2023	Penzambahan materi dan isi pada Skripsi	Ry.
3	16/09-2023	Pereriksaan semua hasil kripsi	Ry.
4.	16/09-2023	Ura sidang	Ry.

Mengetahui,  
Pembimbing 1

  
Rimbawati, S.T., M.T

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### Data Pribadi

Nama : Tegar Asmara Dirgantara  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/30-Juni-2002  
Jenis kelamin : Laki-Laki  
Umur : 21 Tahun  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Tinggi Badan / Berat Badan : 169cm/55 kg  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Lingk.17 Pasar VI, Terjun, Medan Marelan  
No Hp : 085273191097  
Email : [tegarasmara3002@gmail.com](mailto:tegarasmara3002@gmail.com)

### Data Orang Tua

Nama Ayah : Sungkono  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Nama Ibu : Titik Muriyati  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Alamat : Lingk.17 Pasar VI, Terjun, Medan Marelan

### Latar Belakang Pendidikan

Tahun 2007-2013 : SDN 064996  
Tahun 2013-2016 : Mts Darul Ihsan Hamaparan Perak  
Tahun 2016-2019 : SMK Swasta Imelda Medan  
Tahun 2019-2023 : Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara