

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN IKAN TENAGA  
SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328**

(Skripsi)

Oleh

**Muhammad Yasin**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## **ABSTRACT**

### **THE DESIGN OF SOLAR POWERED FISH CHILLER SYSTEM BASED ON MICROCONTROLLER ATMEGA328**

**BY**

**MUHAMMAD YASIN**

The majority of Indonesian fishermen have small scale business which still use traditional methods to catch and handle fishes. One of the problem frequently faced by fisherman is about post-catched fish handling. Fishermen expect to have fresh fishes delivered for consumers in the market places to get high selling price when they are sold. However, the current fact is that the fishes are commonly found to be physically and chemically changed and then gradually, the quality is going low due to the loss of preservation which causes the selling price of the fishes decreases. This research aims to design a fish chiller system that maintain the temperature in a range of 0°C until 5°C and be able to be implemented for fisherman directly, so that can help them in handling fish after catching.

This research is designed and built the fish chiller system with solar power as the source of its energy. Solar power is chosen as a source of electric alternative energy, considering that sunlight is an useful resource when fisherman is at the sea and far away from electricity. The instrument has a room capacity in the amount of 40 liters with 35 kilograms fish capacity. It is tested in a village of Pasaran Island, Bandar Lampung. The testing periode that was carried out is 3 hours, starting at 20.30 p.m until 23.30 p.m. The temperature of the chiller in the periode is collected every 15 seconds. The analysis of the data concluded the chiller system can maintain the standard temperature between 0°C and 5°C and extrapolation of the analysis states that the system can be actived for 7,9 hours.

Keywords: Fisherman, fish, chiller, solar panel.

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN IKAN TENAGA SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328**

**Oleh**

**MUHAMMAD YASIN**

Mayoritas nelayan di Indonesia adalah nelayan kecil yang masih memanfaatkan cara sederhana untuk penangkapan dan penanganan ikan. Salah satu permasalahan yang sering dihadapi oleh nelayan adalah mengenai penanganan pasca penangkapan. Nelayan mengharapkan ikan yang ditangkap tetap segar sampai di tangan konsumen, sehingga dapat dijual dengan harga jual yang tinggi, tetapi fakta yang ada saat ini ikan hasil tangkapan sering mengalami perubahan baik secara fisik maupun kimia yang kemudian secara bertahap mengarah pada proses pembusukan sehingga mengakibatkan harga jual ikan menjadi berkurang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sebuah pendingin ikan yang dapat mempertahankan suhu dengan jangka suhu 0-5°C dan dapat diimplementasikan langsung di nelayan sehingga diharapkan dapat membantu nelayan dalam penanganan ikan pasca penangkapan.

Penelitian ini merancang dan membangun alat pendingin ikan dengan tenaga surya sebagai sumber energinya. Tenaga surya terpilih sebagai sumber energi alternatif listrik untuk alat ini, mengingat fakta bahwa sinar matahari adalah sumber daya yang dapat dimanfaatkan ketika nelayan berada ditengah laut dan jauh dari listrik. Alat ini mempunyai mempunyai kapasitas ruang sebesar 40 liter dengan kapasitas 35 Kg ikan. Pengujian alat ini dilakukan di desa Pulau Pasaran, Bandar Lampung. Pengujian dilakukan selama 3 jam mulai pukul 20.30 WIB sampai dengan 23.30 WIB. Data yang diambil adalah perubahan suhu pendingin yang diambil setiap per 15 detik.

Dari hasil pengujian didapatkan alat pendingin dapat mempertahankan suhu 0-5°C sesuai dengan standar. dan berdasarkan perhitungan alat ini dapat hidup selama 7,9 jam.

**Kata Kunci : Nelayan, Ikan, Pendingin, Panel Surya**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN IKAN TENAGA SURYA  
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328**

**Oleh**

**Muhammad Yasin**

**Skripsi**

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

**pada**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

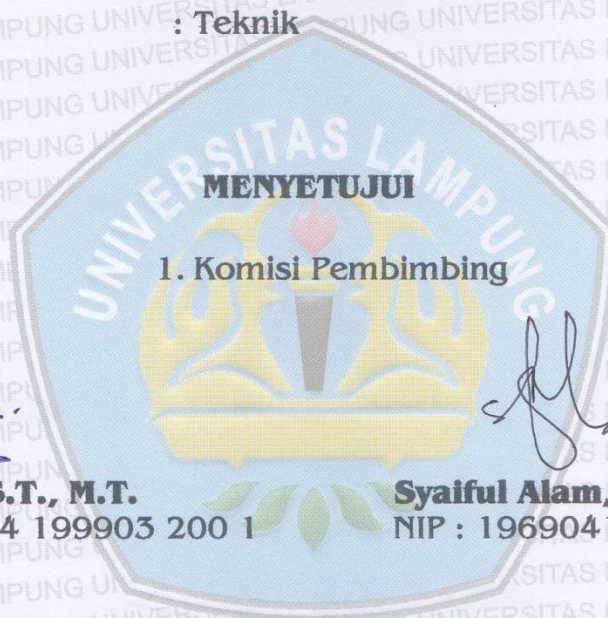
**Judul Skripsi : RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN  
IKAN TENAGA SURYA BERBASIS  
MIKROKONTROLER ATMEGA328**

**Nama Mahasiswa : Muhammad Yasin**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 1315031065**

**Jurusan : Teknik Elektro**

**Fakultas : Teknik**



**1. Komisi Pembimbing**

**Herlinawati, S.T., M.T.**

**NIP : 19710314 199903 200 1**

**Syaiful Alam, S.T., M.T.**

**NIP : 19690416 199803 100 4**

**2. Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.**

**NIP 19731128 199903 1 005**

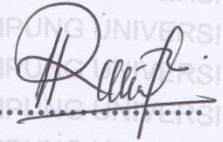
**Tanggal Mengesahkan : April 2018**

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

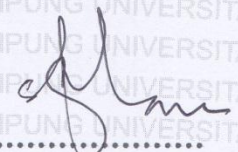
**Ketua**

**: Herlinawati, S.T., M.T.**



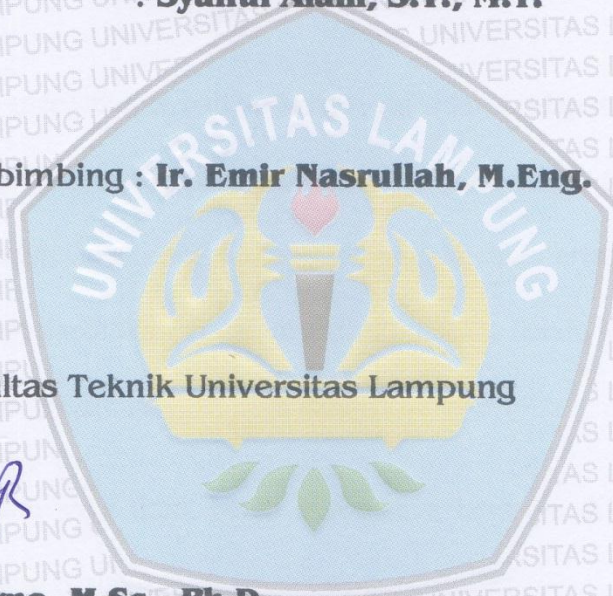
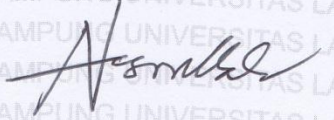
**Sekretaris**

**: Syaiful Alam, S.T., M.T.**



**Penguji**

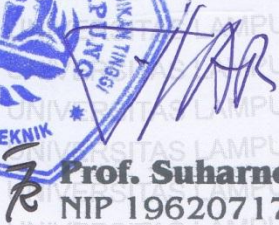
**Bukan Pembimbing : Ir. Emir Nasrullah, M.Eng.**



**2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D**  
**NIP 19620717 198703 1 002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 11 April 2018**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Muhammad Yasin  
NPM : 1315031065  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Judul : RANCANG BANGUN SISTEM PENDINGIN IKAN  
TENAGA SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER  
ATMEGA328

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang tertulis atau diterbitkan orang lain, kecuali tertulis dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

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

Bandarlampung, 30 April 2018



Muhammad Yasin  
NPM. 1315031065

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Kartasari, Tulang Bawang Barat, Lampung pada tanggal 10 November 1995, sebagai anak keempat dari empat bersaudara, dari Bapak Sukarno dan Ibu Kinem.

Riwayat pendidikan penulis dimulai dari Sekolah Dasar Negeri (SDN) 1 Kartasari, Tulang Bawang Barat, Lampung pada tahun 2001 dan diselesaikan pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Tulang Bawang Udik, Tulang Bawang Barat, Lampung dari tahun 2007 dan diselesaikan pada tahun 2010, dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Tunijajar, Tulang Bawang Barat, Lampung dari tahun 2010 dan diselesaikan pada tahun 2013.

Tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNILA melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi anggota organisasi intra kampus Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Universitas Lampung. Pada Januari 2016 penulis melaksanakan kerja praktik di PT. Lentera Angin Nusantara, Ciheras, Cipatujah, Tasikmalaya, Jawa Barat dan membuat laporan tentang “Optimalisasi Daya Generator Pada Turbin Angin Skala Mikro Dengan Menggunakan *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) Di Pt. Lentera Angin Nusantara”



MOTTO

*"Yang lelah akan menjadi indah"*

*Muhammad Yasin*

*"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan  
itu ada kemudahan"*

*(Q.S. ALAM NASYRAH 94:5)*

*"Kegagalan hanya akan terjadi apabila kita menyerah"*

*(Hasan Basri, Lc., MA.)*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**Skripsi ini saya persembahkan untuk**

*Ayah dan Ibu Tercinta*

*Bpk. Sukarno*



*Ibu Kinem*

*Kakak dan Keluarga*

*Endang Purwaningsih, S.Pd.*

*Dosen, teman-teman, dan Almamater*

## SANWACANA

*Bismillahirrahmanirrahim...*

Dengan mengucapkan Alhamdulillah penulis ucapkan puji syukur kepada Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kekuatan dan kemampuan berpikir kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini sehingga laporan ini dapat selesai tepat waktunya. Shalawat serta salam tak lupa penulis sampaikan kepada Rasulullah SAW.

Tugas akhir ini membahas tentang sistem Rancang Bangun Pendingin Ikan Tenaga Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega328

Tugas akhir ini dibuat dengan berbagai observasi dan beberapa bantuan dari berbagai pihak untuk membantu menyelesaikan tantangan dan hambatan selama mengerjakan tugas akhir ini. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Suharno ,M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
3. Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.

4. Bapak Osea zebua, S.T.,M.T. selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya selama menuntut ilmu di Teknik Elektro Universitas Lampung.
5. Ibu Herlinawati, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing utama atas segala bimbingan, arahan, saran serta kritik membangun dalam pelaksanaan serta penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Syaiful Alam, S.T.,M.T.. selaku Pembimbing Pendamping tugas akhir saya yang telah meluangkan waktunya untuk memberi arahan, bimbingan, saran serta kritik yang bersifat membangun dalam pengerjaan tugas akhir ini.
7. Bapak Emir Nasrullah, S.T.,M.Eng. selaku dosen penguji tugas akhir saya di Laboratorium Kendali.
8. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, atas pengajaran dan bimbingannya yang telah diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung.
9. Mbak Ning, Mas Riyadi dan seluruh jajaran staf administrasi atas semua bantuannya dalam menyelesaikan urusan administrasi di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
10. Kedua orang tua saya, yang sangat saya cintai dan sayangi yang telah memberikan do'a, dorongan moril, cinta, kasih sayang dan semangat serta pengorbanannya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Para sahabat Jowo Group Company: Agus, Faris, Valen, Venus, Nurul, Nanang, Maruf, Nasrul, dan Rendi atas semangat dan dukungannya.

12. Teman – teman elektro 2013
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan selesai tugas akhir ini.
14. Teman-teman KKN Fanya Alfacia Arafat, Vielda Rahma, Elham, Ahmad, Amel Pratiwi, Ayu Purbasari, Suttan
15. Almamater tercinta, atas kisah hidup yang penulis dapatkan semasa kuliah.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis meminta maaf atas segala kesalahan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan tugas akhir ini. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kebaikan dan kemajuan di masa mendatang.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, dan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, April 2018

Penulis

**Muhammad Yasin**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>v</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>viii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>ix</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>x</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xx</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Rumusan Masalah .....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Hipotesis .....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5

<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Pengawetan Ikan Dengan Menggunakan Es .....	6
2.2 Refrigerasi .....	7
2.2.1 Pengertian Refrigerasi.....	7
2.2.2 Siklus Refrigerasi kompresi uap .....	8
2.2.3 Refrigeran .....	12
2.2.4 Manfaat Refrigerasi .....	14
2.6 Arduino UNO .....	15
2.7 Sensor suhu DS18B20.....	17
2.8 <i>Photovoltaic</i> .....	18
2.9 <i>Relay</i> .....	21
2.10 Inverter .....	26
2.10.1. Inverter Setengah-Jembatan Satu-Fasa.....	27
2.10.2 Inverter Jembatan Satu-Fasa.....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	30
3.2 Alat dan Bahan .....	30
3.3 Metode Penelitian.....	31
3.4 Sistem Perpipaan Refrigerator.....	33
3.5 Sistem Pengendalian Suhu .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
4.1. Hasil Perancangan .....	36
4.1.1. Blok Diagram Alir Sistem .....	36
4.1.2. Tampak Luar Sistem Pendingin.....	37
4.1.3 Sistem Kelistrikan.....	39
4.1.4 Sistem Pendinginan.....	42
4.1.5 Sistem Kendali Refrigerator .....	47
4.2 Hasil Uji .....	53
4.2.1 Pengujian Sistem Perpipaan Refrigerator .....	53
4.2.2 Pengujian Pembacaan Sensor .....	55

4.2.3 Pengujian <i>Relay</i> .....	56
4.2.4 Pengujian Refrigerator dengan catu daya 220 Volt .....	58
4.2.5 Pengujian Panel Surya .....	60
4.2.6 Pengujian Refrigerator di Bagan Nelayan .....	63
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>65</b>
5.1 Simpulan.....	65
5.2 Saran .....	66

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



## **DAFTAR LAMPIRAN**

*Source Code* Pengujian Sensor DS18B20

*Source Code* Pengujian *relay*

*Source Code* Pengujian LCD dengan I2C

Rincian Biaya Pembuatan Alat

Data Hasil Pengujian Sensor Suhu

Data Hasil pengujian Refrigerator dalam keadaan kosong

Data Hasil pengujian Refrigerator dalam keadaan Penuh

Data Hasil pengujian *relay*

Data Hasil pengujian Refrigerator dengan *relay*

Hasil Pengujian Panel Surya

Hasil Pengujian refrigerator di Bagan Nelayan Pulau Pasaran

Pengujian alat

*Datasheet* Relay JQC-3FF

*Datasheet* LCD-016M002B

*Datasheet* Sensor Suhu DS18B20

*Plagiarism Checker X Originality Report*

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Sistem Kompresi Uap Standar.....	9
<b>Gambar 2.2</b> Kondensor.....	9
<b>Gambar 2.3</b> Plat Evaporator .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Katup Ekspansi .....	11
<b>Gambar 2.5</b> Arduino UNO .....	15
<b>Gambar 2.6</b> Sensor Suhu DS18B20 .....	18
<b>Gambar 2.7</b> Hirarki Modul Sel Surya (Sel-Modul- <i>Software</i> ) .....	19
<b>Gambar 2.8</b> Kurva Karakteristik Arus-Tegangan dan Daya-Tegangan pada Sel Surya .....	20
<b>Gambar 2.9</b> <i>Relay</i> yang tersedia di pasaran.....	21
<b>Gambar 2.10</b> Skema <i>relay</i> elektromekanik .....	22
<b>Gambar 2.11</b> Rangkaian dan simbol logika <i>relay</i> .....	23
<b>Gambar 2.12</b> <i>Relay</i> jenis <i>Single Pole Double Throw</i> .....	24
<b>Gambar 2.13</b> <i>Relay</i> dengan <i>contact</i> lebih dari satu .....	24
<b>Gambar 2.14</b> Simbol <i>coil</i> dan <i>contact</i> dari <i>timing relay</i> .....	25
<b>Gambar 2.15</b> Simbol <i>coil</i> dan <i>contact</i> dari <i>latching relay</i> .....	25
<b>Gambar 2.16</b> Sistem kontrol berbasis <i>relay</i> .....	26
<b>Gambar 2.17</b> Rangkaian Inverter Setengah-Jembatan Satu Fasa.....	27
<b>Gambar 2.18</b> Rangkaian Inverter Jembatan Satu-Fasa Dengan Beban Resistif..	29
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	31
<b>Gambar 3.2</b> Sistem Perpipaan <i>Refrigerator</i> .....	33
<b>Gambar 3.3</b> Blok Diagram Sistem Sensor Suhu.....	34
<b>Gambar 4.1</b> Bagan Nelayan.....	36
<b>Gambar 4.2</b> Diagram blok sistem.....	36
<b>Gambar 4.3</b> Tampak Luar <i>Refrigerator</i> .....	38

<b>Gambar 4.4</b> Skema Sistem Kelistrikan.....	39
<b>Gambar 4.5</b> Sistem perpipaan terpasang .....	42
<b>Gambar 4.6</b> Kompresor .....	43
<b>Gambar 4.7</b> Kondenser types sirip .....	44
<b>Gambar 4.8</b> Evaporator tampak dalam .....	45
<b>Gambar 4.9</b> <i>Stainer</i> .....	46
<b>Gambar 4.11</b> Skematik sistem kendali .....	47
<b>Gambar 4.12</b> Rangkaian DS18B20 dan Arduino Uno .....	48
<b>Gambar 4.13</b> Hasil pengukuran suhu dalam satuan celsius.....	49
<b>Gambar 4.14</b> Rangkaian Arduino Uno, LCD dan I2C .....	51
<b>Gambar 4.15</b> Rangkaian <i>Relay</i> .....	52
<b>Gambar 4.18</b> Grafik Hasil uji refrigerator dengan beban penuh .....	54
<b>Gambar 4.19</b> Grafik hasil uji pembacaan sensor suhu dan alat ukur Krisbow KW06-283.....	56
<b>Gambar 4.20</b> Program arduino untuk pengaturan <i>relay</i> .....	57
<b>Gambar 4.21</b> Grafik pengujian refrigerator dengan kendali <i>relay</i> .....	58
<b>Gambar 4.22</b> Grafik pengujian refrigerat or dengan kendali <i>relay</i> 0-5°C.....	59
<b>Gambar 4.23</b> Penempatan panel surya pada bagan .....	60
<b>Gambar 4.24</b> Grafik Hasil uji Panel Surya pada bagan nelayan .....	60
<b>Gambar 4.26</b> Grafik Hasil uji refrigerator pada bagan nelayan .....	64

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Spesifikasi Arduino UNO .....	16
<b>Tabel 4.1</b> Hasil uji <i>relay</i> .....	57

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia secara geografis sebuah negara dengan dua pertiga wilayah laut lebih besar dari daratan. Ini bisa dilihat dengan garis pantai di seluruh Indonesia yang mencapai 95.181 km (*World Resource Institute*, 1998) dengan luas laut 5,4 juta km<sup>2</sup> mendominasi luas teritorial Indonesia sebesar 7,1 juta km<sup>2</sup> yang menjadikan Indonesia sebagai negara dengan garis pantai terpanjang di dunia kedua setelah Kanada. Kekuatan ini dapat digunakan sebagai potensi besar untuk memajukan perekonomian Indonesia. Potensi ini menempatkan Indonesia sebagai negara dengan sumber daya laut yang luar biasa termasuk keanekaragaman hayati dan non-hayati dengan kawasan budidaya perairan di 54 juta hektar perairan dengan potensi produksi 0,9 juta ton / tahun, potensi produk perikanan dan kelautan mencapai 3000 triliun / tahun, tetapi yang bisa digunakan hanya sekitar 225 triliun / tahun atau sekitar 7,5% saja. *Food And Agriculture Organization* pada 2012 menyatakan bahwa Indonesia menempati urutan ketiga dalam produksi perikanan terbesar di dunia.

Luasnya laut di Indonesia membuat sebagian besar penduduk sekitar pantai memilih untuk berprofesi sebagai nelayan. Mayoritas nelayan di Indonesia adalah nelayan kecil yang masih memanfaatkan cara sederhana untuk penangkapan dan penanganan ikan. Salah satu permasalahan yang sering dihadapi

oleh nelayan kecil adalah mengenai penanganan pasca penangkapan. Nelayan mengharapkan ikan yang ditangkap tetap segar sampai di tangan konsumen, sehingga dapat dijual dengan harga jual yang tinggi, tetapi fakta yang ada saat ini ikan hasil tangkapan sering mengalami perubahan baik secara fisik maupun kimia yang kemudian secara bertahap mengarah pada proses pembusukan sehingga mengakibatkan harga jual ikan menjadi berkurang.

Cara yang biasa dilakukan oleh nelayan tradisional adalah dengan pendinginan dan penambahan garam. Pendinginan dilakukan dengan menambahkan es batu pada palka (wadah hasil tangkap ikan), namun pemberian es batu ini akan mengurangi volume palka semakin kecil, sehingga akan berimbas pada biaya produksi yang semakin besar. Sementara pemberian garam akan mengakibatkan perubahan rasa pada ikan. Pada dasarnya prinsip dari sebuah pengawetan adalah menghambat perkembangan bakteri yang dapat memicu terjadinya pembusukan pada ikan.

Sebelumnya Muhammad Adam mahasiswa dari ITS telah menciptakan referigrator palka bertenaga surya dari elemen panas dingin (*peltier*). Elemen dingin pada peltier digunakan untuk mendinginkan ruangan palka sehingga pengawetan ikan dapat dilakukan. Peltier memiliki beberapa keunggulan diantaranya harganya yang murah, ukurannya yang kecil sehingga mudah diaplikasikan. Namun kekurangan termoelektrik di antaranya masih efisiensi rendah. Thermo-Electric memiliki efisiensi 4 kali lebih rendah jika dibandingkan dengan yang konvensional. Thermo-Electric mempunyai efisiensi sekitar 10% - 15%, sementara efisiensi model konvensional antara 40% - 60%[1]. Karena efisiensi yang rendah ini, pendinginan Thermo-Electric umumnya hanya

digunakan dalam aplikasi di mana tidak diperlukan bagian-bagian getaran, pemeliharaan rendah, kecil, dan ketidakpekaan.

Setelah itu telah ada penelitian Hendi Santoso IPB (Institute Pertanian Bogor) telah membuat “Alat Pendingin Ikan Portabel Menggunakan Energi Listrik Tenaga Surya” yang telah menggunakan gas freon sebagai pendingin. Penulis berhasil membuat instrumen pendingin ikan bertenaga matahari. Hasil uji coba menunjukkan performa alat ini dapat mencapai suhu palka sebesar  $-13,5^{\circ}\text{C}$  dan maksimal sebesar  $-0,9^{\circ}\text{C}$  pada jangka waktu 90 menit, sehingga alat ini dapat digunakan untuk mendinginkan ikan. Kelemahan alat yang dibuat membutuhkan daya yang besar. Hendi Santoso menggunakan panel surya dengan daya  $2 \times 100$  Wp. Ukuran yang dibuat masih kebesaran untuk kelas nelayan kecil. Sementara tidak adanya sistem kendali suhu merupakan kelemahan alat yang dibuat oleh Hendi Santoso.

Dengan berbagai permasalahan tersebut, alternatif yang ditawarkan adalah melengkapi kekurangan dari setiap alat yang sudah ada. Penulis akan membuat sistem refrigerator yang lebih ringkas. Penulis juga akan menambahkan Arduino sebagai solusi untuk kendali suhu alat sehingga alat mempunyai nilai suhu sesuai standar SNI untuk pengawetan ikan yaitu  $0-5^{\circ}\text{C}$ . Dengan solusi ini penulis berharap bisa membuat alat yang dapat mempertahankan kesegaran ikan yang dapat digunakan oleh seluruh nelayan Propinsi Lampung.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah pendingin ikan bertenaga surya yang dapat mempertahankan suhu  $0-5^{\circ}\text{C}$  yang sesuai kebutuhan nelayan kecil sebagai solusi untuk pengawetan ikan.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dihasilkan sebuah alat pendingin bertenaga matahari yang dapat mencegah pembusukan sehingga dapat menambah harga jual ikan.

## **1.4 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana membuat sistem pendingin ikan yang dapat digunakan di bagan nelayan dan dapat mempertahankan suhu  $0-5^{\circ}\text{C}$ .
2. Bagaimana Membuat sistem kendali suhu alat dengan Mikrokontroler ATmega328.

## **1.5 Batasan Masalah**

Beberapa hal yang menjadi batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Mikrokontroler ATmega328 yang digunakan adalah Arduino Uno.
2. Tidak membahas tentang efisiensi panel surya yang akan menjadi sumber energi utama alat.



## **1.6 Hipotesis**

Alat pendingin ikan dapat mempertahankan suhu ikan dengan jangka suhu 0-5°C dan dapat diimplementasikan langsung di nelayan sehingga diharapkan dapat membantu nelayan dalam penanganan ikan pasca penangkapan.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Menjelaskan tugas akhir secara umum, berisi latar belakang, tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah, perumusan masalah, hipotesis dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan secara umum tentang teori dasar yang berhubungan dengan peralatan yang akan dibuat, serta hal-hal yang berhubungan dengan aplikasi alat.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini berisi tentang langkah-langkah dalam penelitian.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian yang berisi hasil dari pengujian dan pengambilan data, serta analisa hasil pengujian tersebut.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi tentang suatu kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian, serta saran-saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pengawetan Ikan Dengan Menggunakan Es**

Ikan adalah salah satu makanan yang sangat mudah rusak (*highly perishable*), terutama pada kondisi seperti Indonesia yang memiliki iklim tropis, ikan lebih cepat mengalami penurunan kualitas. Ini bisa ditangani dengan menurunkan suhu tubuh ikan untuk menjaga kesegaran tetap maksimal. Penurunan suhu tubuh ikan dapat dilakukan dengan salah satu medium pendingin dengan menggunakan es.

Ikan segar harus diartikan menjadi dua, yang pertama adalah ikan yang baru saja ditangkap oleh nelayan, tidak disimpan atau diawetkan. Kedua, disimpan atau diawetkan dan tidak memburuk dalam kualitas, fisik, kimia, atau biologis, meskipun telah disimpan dalam waktu yang lama, misalnya ikan beku [2]. Kesegaran ikan tetap terjaga ketika ditangani dengan baik. Ikan belum mengalami perubahan biokimia, mikrobiologi, atau fisik yang dapat menyebabkan kerusakan parah pada daging ikan berarti ikan yang baik. Bahan mentah harus segera diproses untuk mendapatkan kualitas ikan segar. Ketika terpaksa menunggu pengolahan lebih lanjut, ikan harus disimpan dengan es atau air dingin (0 ° C hingga 5 ° C), saniter dan higienis [3].

Teknik penanganan ikan yang paling umum digunakan untuk menjaga kesegaran ikan adalah penyimpanan pada suhu rendah. Pada suhu rendah, pertumbuhan bakteri dan proses biokimia hadir di tubuh ikan yang menyebabkan pembusukan menjadi lebih lambat.

Metode rantai dingin (*cold chain*) adalah upaya untuk menjaga kualitas ikan segar dengan penyimpanan pada suhu rendah (dalam kisaran  $0^{\circ}\text{C}$  atau beberapa di atas  $0^{\circ}\text{C}$ ) selama penyimpanan sampai ikan mencapai konsumen. [4].

## **2.2 Refrigerasi**

### **2.2.1 Pengertian Refrigerasi**

Refrigrasi adalah metode pengkondisian suhu ruangan agar tetap berada di bawah suhu lingkungan. Karena suhu ruangan selalu di bawah suhu kamar, maka ruangan akan menjadi dingin, sehingga pendinginan juga bisa disebut dengan metode pendinginan..

Metode pendinginan (refrigerasi) ini akan berhasil dengan menggunakan bantuan zat refrigerant. Refrigerant akan bertindak sebagai media penyerap dan pemindah panas dengan cara merubah fasanya. Refrigerant adalah suatu zat yang mudah berubah fasanya dari cair menjadi uap dan sebaliknya apabila kondisi tekanan dan temperaturnya diubah.

Refrigerasi merupakan aplikasi dari hukum ke dua Termodinamika yang dinyatakan oleh Clausius. "adalah hal yang tidak mungkin untuk membangun suatu alat yang beroperasi dalam suatu siklus yang mengalirkan kalor dari ruangan yang bersuhu rendah ke ruangan yang bersuhu tinggi tanpa memasukan energi

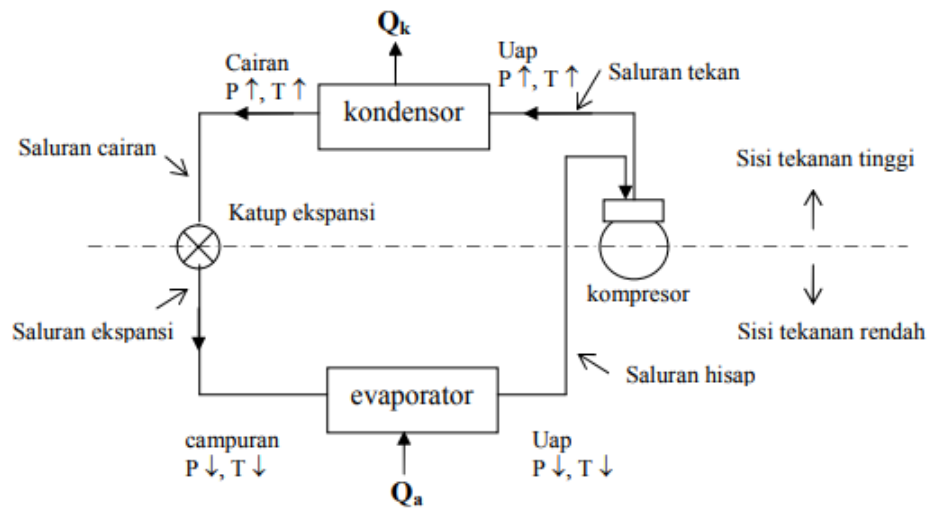
dari luar”, Pernyataan tersebut menjelaskan sistem dapat menghasilkan perpindahan kalor dari sumber yang dingin ke sumber yang lebih panas asalkan terdapat masukan berupa kerja atau energi.

Suatu penggunaan yang luas dari termodinamika adalah refrigerasi yaitu perpindahan panas dari temperatur yang rendah ke temperatur yang lebih tinggi. Sistem yang menghasilkan proses refrigerasi adalah refrigerator (atau pompa panas), dan siklusnya disebut siklus refrigerasi. Siklus refrigerasi yang banyak digunakan adalah siklus kompresi uap sederhana, dimana refrigeran diuapkan, dan dikondensasikan dengan jalan mengkompresi uap tersebut. Prinsip utama mesin refrigerasi adalah untuk menurunkan temperatur agar materi atau ruangan dapat terjaga temperaturnya sesuai dengan kebutuhan dan kenyamanan yang dikehendaki.

### **2.2.2 Siklus Refrigerasi kompresi uap**

Mesin refrigerasi dengan kompresi uap merupakan sistem yang terbanyak digunakan dalam daur refrigerasi. Prinsip dasar uap ini adalah uap ditekan kemudian diembunkan setelah itu tekanannya diturunkan agar cairan itu akan menguap kembali karena menyerap panas lingkungan. Dalam sistem kompresi diperlukan 4 komponen, yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan

evaporator. Fungsi dari masing-masing alat tersebut adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.1** Sistem Kompresi Uap Standar [4]

### 2.2.2.1 Kondensor

Kondenser adalah suatu komponen penukar kalor. Pada sistem instrumen pendingin berfungsi melepas kalor/panas dari produk (ikan) yang didinginkan. Sesuai dengan namanya, kondenser, komponen ini bertugas mengkodensasikan obat dingin (*freon*) yaitu merubah wujud uap *freon* bertekanan tinggi menjadi *freon* berwujud cair, sedangkan tekanan masih tetap tinggi.



**Gambar 2.2** Kondensor [4]

### 2.2.2.2 *Evaporator*

Sebagaimana komponen kondenser yang telah dijelaskan di atas, *Evaporator* juga merupakan komponen penukar panas (kalor). Perbedaannya adalah kondenser melepaskan kalor/panas, sedangkan *Evaporator* menyerap kalor/panas dari produk makanan yang disimpan dalam alat ini. *Evaporator* adalah komponen yang digunakan untuk mengambil kalor dari suatu ruangan atau suatu benda yang bersentuhan dengannya. *Evaporator* ada didalam bagian box/palka. Dalam sistem Perpipaan sistem pendingin dipasang setelah pipa kapiler. Pada alat ini komponen evaporator terbuat dari lempengan tipis dan di dalamnya dibuat alur (rongga) sebagai tempat mengalirnya obat dingin (*freont*) [4].



**Gambar 2.3** Plat Evaporator [4]

### 2.2.2.3 Kompresor

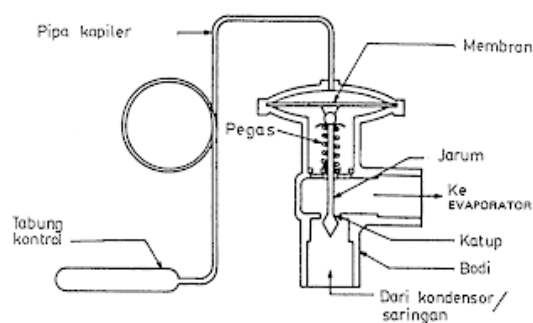
Kompresor adalah alat pemampat atau pengkompresi udara dengan kata lain kompresor adalah penghasil udara padat. Karena proses pemadatan, udara mempunyai tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara diluarnya (1atm). Dalam keseharian, kita sering memanfaatkan udara padatbaik

secara langsung atau tidak langsung. Salah satunya adalah penggunaan pada kulkas.

Pada industri, penggunaan kompresor sangat penting, baik sebagai penghasil udara mampat atau sebagai satu kesatuan dari mesin-mesin. Kompresor banyak dipakai untuk mesin pneumatik, sedangkan yang menjadi satu dengan mesin yaitu turbin gas, mesin pendingin dan lainnya.

#### 2.2.2.4 Katup Ekspansi

Tekanan zat pendingin yang berbentuk cair dari kondensor, saringan harus diturunkan supaya zat pendingin menguap, dengan demikian penyerapan panas dan perubahan bentuk zat pendingin dari cair menjadi gas akan berlangsung dengan sempurna sebelum keluar evaporator. Untuk itulah pada saluran masuk evaporator dipasang katub ekspansi. Bekerjanya katub ekspansi diatur sedemikian rupa agar membuka dan menutupnya katup sesuai dengan temperatur evaporatur atau tekanan di dalam sistem.



**Gambar 2.4** Katup Ekspansi[4]

Tabung kontrol, pipa kapiler dan ruangan di atas membran diisi dengan cairan khusus yang sensitif terhadap perubahan temperatur, tabung kontrol dan

pipa kapiler ini didempatkan dengan pipa keluar evaporator. Bila temperatur evaporator rendah, tekanan cairan di atas membran tidak mampu melawan tekanan pegas, katup jarum menutup saluran masuk ke evaporator, penguapan zat pendingin terhenti temperatur evaporator naik kembali. Sebaliknya pada saat temperatur evaporator naik, tekanan cairan di atas membran akan naik pula, sampai melebihi tekanan pegas, katup terdorong ke bawah, saluran terbuka. Suhu evaporator turun kembali, demikian seterusnya.

### 2.2.3 Refrigeran

Refrigeran adalah fluida kerja yang dipakai pada mesin refrigerasi yang dapat menyerap panas melalui penguapan. Sebagai media perpindahan panas dalam sistem pendinginan, refrigeran sangat penting untuk diperhatikan sifatsifatnya, selain itu refrigeran juga perlu dipertimbangkan segi ekonomisnya untuk pendinginan yang berkapasitas besar. Dalam pemakaiannya refrigeran dibedakan menjadi refrigeran primer dan refrigeran sekunder.

Refrigeran primer adalah refrigeran yang dipakai dalam sistem kompresi uap. Refrigeran sekunder adalah cairan yang digunakan untuk mengangkut energi kalor suhu rendah dari suatu tempat ke tempat lain. Pemilihan refrigeran hendaknya dapat dipilih jenis refrigeran yang sesuai dengan jenis kompresor dan pemilihan refrigeran harus memperhatikan syarat-syarat termodinamika, kimiawi, fisik[5].

Pada perancangan ini penulis memilih menggunakan *freont* hal ini disesuaikan dengan kondisi eksiting yang menggunakan *freont* sebagai refrigeran. Persyaratan refrigeran untuk unit refrigerasi adalah sebagai berikut:



## Syarat-syarat Refrigeran

### A. Syarat Termodinamika

#### 1) Titik didih

Titik didih refrigeran merupakan indikator yang menyatakan apakah refrigeran yang dipakai dapat menguap pada temperatur rendah yang diinginkan, tetapi pada tekanan yang tidak terlalu rendah.

#### 2) Tekanan pengembunan yang tidak terlampau tinggi

Dengan tekanan pengembunan yang rendah maka perbandingan kompresinya lebih rendah sehingga penurunan prestasi mesin dapat dihindarkan. Selain itu dengan tekanan kerja yang lebih rendah, mesin dapat bekerja lebih aman karena kemungkinan terjadinya ledakan, kebocoran rendah.

#### 3) Tekanan penguapan harus cukup tinggi

Sebaiknya refrigeran memiliki temperatur penguapan pada tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer kerusakan dan sebagainya, akan menjadi lebih kecil.

#### 4) Kalor laten penguapan

Panas laten (panas penguapan) refrigeran yang tinggi sangat dikehendaki, sebab akan menghasilkan "*refrigerating effect*" yang besar. Aliran refrigeran yang disirkulasikan akan lebih rendah bila *refrigerating effect* tinggi dan akan lebih ekonomis.

#### 5) Titik beku

Refrigeran yang dipakai sedemikian rupa sehingga titik beku fluida ini jauh berada di bawah temperatur kerja evaporator, jika titik beku

refrigeran ini ternyata lebih dekat dengan temperatur kerja evaporator, maka waktu pendinginan akan berlangsung lebih lama dari semestinya.

#### B. Syarat kimia refrigeran

- 1) Tidak mudah terbakar dan mudah meledak
- 2) Tidak boleh beracun dan berbau merangsang.
- 3) Tidak menyebabkan terjadinya korosi.
- 4) Stabil dan bereaksi dengan material yang dipakai.
- 5) tidak mengganggu lingkungan.

#### C. Syarat fisik refrigeran

- 1) Konduktivitas termal yang tinggi akan menyebabkan terjadinya efek perpindahan panas baik.
- 2) Viskositas yang rendah akan memberikan kerugian tekanan.
- 3) Mempunyai sifat insulator yang baik.

### 2.2.4 Manfaat Refrigerasi

Operasi refrigerasi mempunyai manfaat yang banyak, antara lain:

1. Pengkondisian udara pada mangan dalam bangunan/rumah, sehingga temperatur di dalam bangunan/rumah lebih dingin dibanding di luar rumah.
2. Pengolahan/transportasi/penyediaan bahan-bahan makanan/minuman menjadi legis terhadap aktivitas mikro organisme.
3. Pembuatan batu es dan dehidrasi gas dalam skala besar .
4. Pemurnian minyak pelumas pada industri minyak bumi.
5. Melangsungkan reaksi-reaksi kimia pada temperatur rendah.
6. Pemisahan terhadap komponen-komponen hidrokarbon yang mudah menguap.

7. Pencairan gas untuk mendapatkan gas mumi ( $O_2$  dan  $N_2$ ) [6].

## 2.6 Arduino UNO

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. 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 ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.



**Gambar 2.5** Arduino UNO[7]

**Tabel 2.1** Spesifikasi Arduino UNO

<i>Mikrokontroler</i>	Atmega328
<i>Operasi Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage</i>	7-12 V (Rekomendasi)
<i>Input Voltage</i>	6-20 V (limits)
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32KB
<i>Bootloader</i>	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 Mhz

### Daya

Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Eksternal (*non-USB*) daya dapat berasal baik dari adaptor-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan *plug jack* pusat-positif ukuran 2.1mm konektor POWER. Baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin *header* dari konektor Vin. Kisaran kebutuhan Tegangan yang disarankan untuk *board* Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jikadiberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak *board* Uno.

**Pin Power adalah sebagai berikut:**

- VIN. Tegangan masukan kepada *board* Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).
- 5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.
- 3v3. Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh *regulator on-board*.
- GND. *Ground* pin.

**Memori**

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat *read* dan *Write* dengan EEPROM *library*)

**Pemrograman**

Uno Arduino dapat diprogram dengan menggunakan *Software* Arduino[7].

**2.7 Sensor suhu DS18B20**

Kebanyakan sensor suhu memiliki tingkat rentang terukur yang sempit serta akurasi yang rendah namun memiliki biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena *output* data sensor ini merupakan data digital, maka kita tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data. Karena setiap sensor DS18B20 memiliki *silicon serial number* yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat.

Meskipun secara *datasheet* sensor ini dapat membaca bagus hingga 125°C[8], namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C



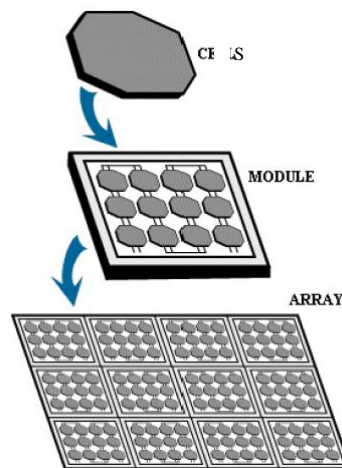
**Gambar 2.6** Sensor Suhu DS18B20[8]

## **2.8 Photovoltaic**

Konversi energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik dilakukan oleh komponen yang disebut sel *photovoltaic* (sel PV). Sel PV pada dasarnya semikonduktor dioda yang memiliki sambungan P-N. Dalam sambungan P-N ini terbentuk tiga daerah berbeda, yaitu daerah tipe P, tipe N dan daerah pengosongan (depleksi). Pada daerah tipe P mayoritas pembawa muatannya adalah *hole*, sedangkan pada daerah tipe N mayoritas pembawa muatan adalah elektron. Pada daerah deplesi memiliki medan listrik internal dengan arah dari N ke P. Saat radiasi matahari mengenai sel surya maka akan terbentuk elektron dan *hole*. Karena pengaruh medan listrik internal pada daerah deplesi maka menyebabkan *hole* bergerak menuju daerah P dan elektron bergerak menuju daerah N. Perpindahan *hole* dan elektron ini menghasilkan arus yang disebut arus fotodifusi. Selain itu pada daerah deplesi dapat pula terjadi pasangan *hole* dan elektron

karena pengaruh medan yang sama yang akan bergerak menuju ke arah mayoritasnya, sehingga menghasilkan arus.

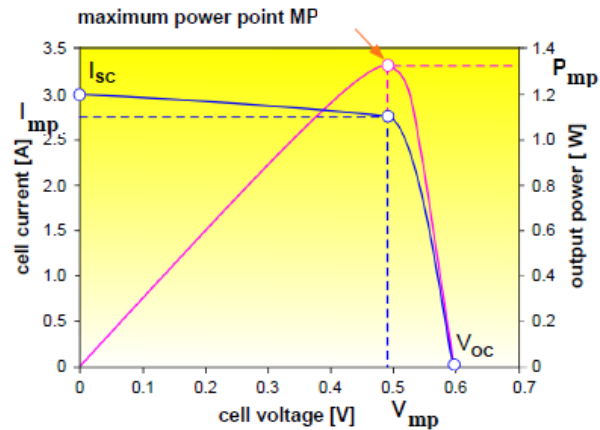
Pada aplikasinya, tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu modul sel surya masih cukup kecil, maka dalam pemanfaatannya beberapa modul digabungkan dengan cara hubungan seri maupun paralel yang disebut *software*. Bentuk *software* ini yang banyak diaplikasikan untuk pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Hirarki modul sel surya ditunjukkan pada Gambar 2.10 berikut:



**Gambar 2.7** Hirarki Modul Sel Surya (Sel-Modul-*Software*) [9]

### Karakteristik Sel Surya

Sel surya memiliki kurva karakteristik yang menunjukkan hubungan antara arus dengan tegangan keluaran (kurva I-V) dan daya dengan tegangan keluaran sel surya (kurva P-V). Kurva ini ditunjukkan pada Gambar 2.8 berikut:



**Gambar 2.8** Kurva Karakteristik Arus-Tegangan dan Daya-Tegangan pada Sel Surya [9]

Pada saat tahanan bernilai tak terhingga (*open circuit*) maka arus bernilai minimum (nol) dan tegangan pada sel berada pada nilai maksimum, disebut tegangan *open circuit* ( $V_{oc}$ ). Pada keadaan lain, ketika tahanan bernilai nol (*short circuit*) maka arus bernilai maksimum, yang disebut arus *short circuit* ( $I_{sc}$ ). Selain itu terdapat nilai daya maksimum ( $P_m$ ) yang dapat dihasilkan pada saat tegangan maksimum ( $V_m$ ) dan arus maksimum ( $I_m$ ). Titik dimana nilai arus dan tegangan pada titik yang menghasilkan daya terbesar disebut dengan *Maximum Power Point* (MPP).

Perubahan *irradiance*, suhu dan susunan sel surya dalam modul berpengaruh terhadap parameter utama sel surya yaitu arus, tegangan dan daya keluaran dari sel surya. Karakteristik kurva I-V dan P-V dianalisa berdasarkan variasi *irradiance*, suhu dan susunan sel surya dalam modul [9].



## 2.9 Relay

Dalam dunia elektronika, *relay* dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Sebelum tahun 70an, *relay* merupakan “otak” dari rangkaian pengendali. Baru setelah itu muncul PLC yang mulai menggantikan posisi *relay*. *Relay* yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :

- Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar
- Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik

Di bawah ini contoh *relay* yang beredar di pasaran



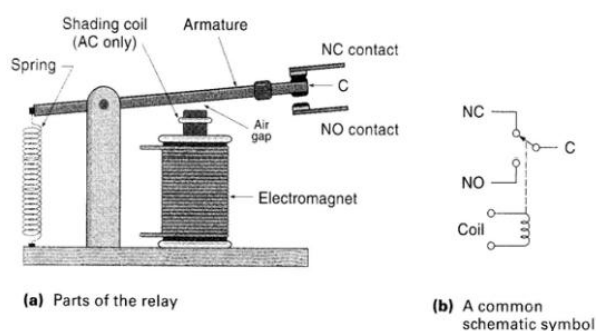
**Gambar 2.9** *Relay* yang tersedia di pasaran [10]

Secara umum, *relay* digunakan untuk memenuhi fungsi – fungsi berikut :

- *Remote control* : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh
- Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan
  - Contoh : *starting relay* pada mesin mobil
- Pengatur logika kontrol suatu sistem

## Prinsip Kerja dan Simbol

*Relay* terdiri dari *coil* dan *contact*. Perhatikan gambar 2.10, *coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. *Contact* ada 2 jenis : *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*). Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari *relay* : ketika *Coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup.

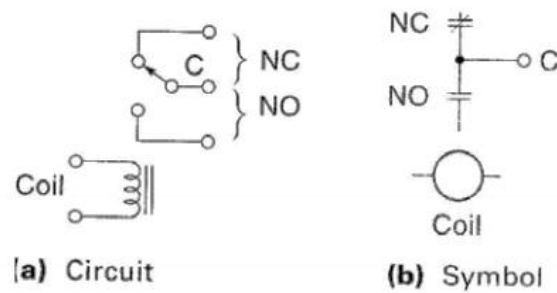


**Gambar 2.10** Skema *relay* elektromekanik [10]

Selain berfungsi sebagai komponen elektronik, *relay* juga mempunyai fungsi sebagai pengendali sistem. Sehingga *relay* mempunyai 2 macam simbol yang digunakan pada :

- Rangkaian listrik (*hardware*)
- Program (*software*)

Berikut ini simbol yang digunakan :



**Gambar 2.11** Rangkaian dan simbol logika *relay*[10]

Simbol selalu mewakili kondisi *relay* tidak *dienergized*.

Dalam data sheet, penjelasan untuk *coil* dan *contact* terpisah. Hal ini menyebabkan masing – masing mempunyai spesifikasi yang berbeda – beda juga.

### Jenis – jenis *Relay*

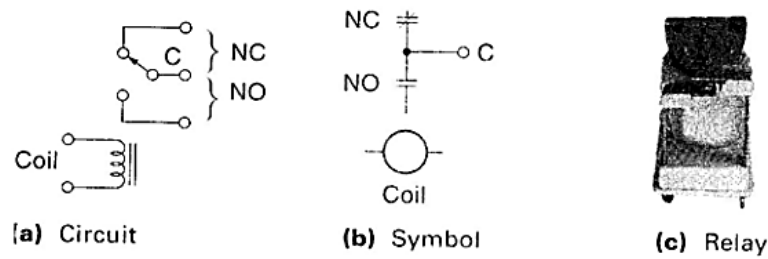
Seperti saklar, *relay* juga dibedakan berdasar *pole* dan *throw* yang dimilikinya. Berikut definisi *pole* dan *throw*:

- *Pole* : banyaknya *contact* yang dimiliki oleh *relay*
- *Throw* : banyaknya kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki *contact*

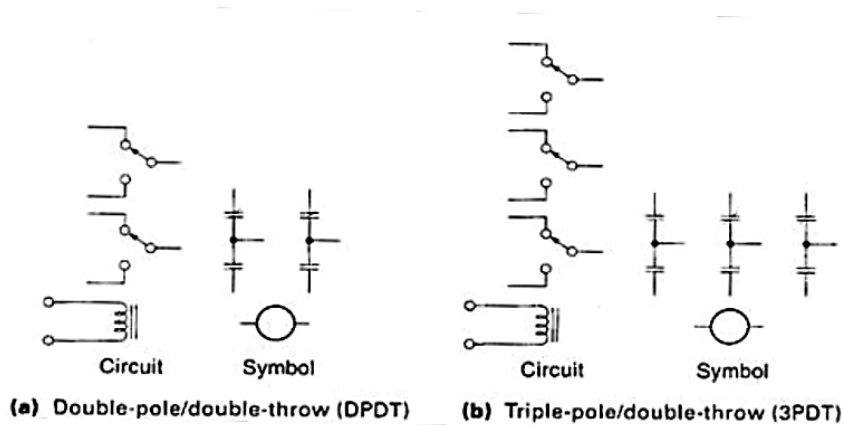
Berikut ini penggolongan *relay* berdasar jumlah *pole* dan *throw* :

- SPST (*Single Pole Single Throw*)
- DPST (*Double Pole Single Throw*)
- SPDT (*Single Pole Double Throw*)
- DPDT (*Double Pole Double Throw*)
- 3PDT (*Three Pole Double Throw*)
- 4PDT (*Four Pole Double Throw*)

Berikut ini rangkaian dan simbol macam-macam *relay* tersebut.

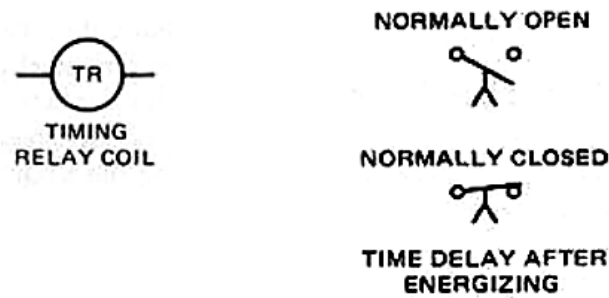


**Gambar 2.12** Relay jenis *Single Pole Double Throw (SPDT)*[10]

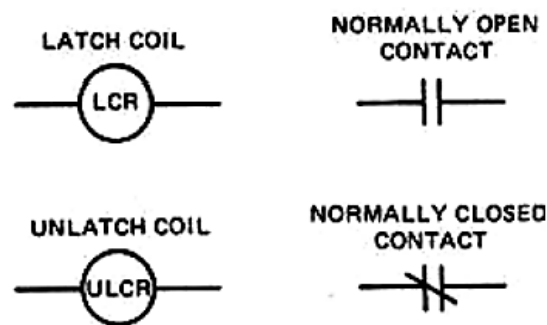


**Gambar 2.13** Relay dengan *contact* lebih dari satu[10]

*Timing relay* adalah jenis *relay* yang khusus. Cara kerjanya ialah sebagai berikut: jika *coil* dari *timing relay* ON, maka beberapa detik kemudian, baru *contact relay* akan ON atau OFF (sesuai jenis NO/NC *contact*). Simbol dari *timing relay* bisa dilihat pada gambar 2.14 Sedang *latching relay* ialah jenis *relay* digunakan untuk *latching* atau mempertahankan kondisi aktif input sekalipun input sebenarnya sudah mati. Cara kerjanya ialah sebagai berikut : jika *latch coil* diaktifkan, ia tidak akan bisa dimatikan kecuali *unlatch coil* diaktifkan. Simbol dari *latching relay* bisa dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.14 Simbol *coil* dan *contact* dari *timing relay*<sup>[10]</sup>



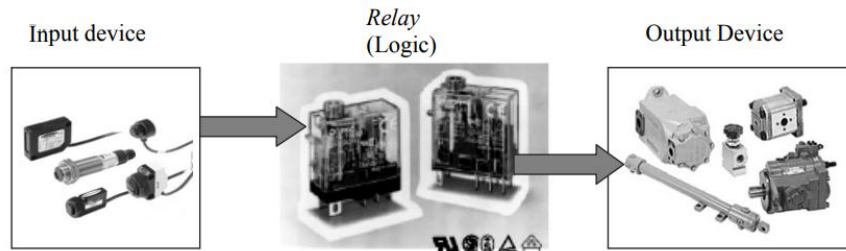
Gambar 2.15 Simbol *coil* dan *contact* dari *latching relay*[10]

### Relay sebagai pengendali

Salah satu kegunaan utama *relay* dalam dunia industri ialah untuk implementasi logika kontrol dalam suatu sistem. Sebagai “bahasa pemrograman” digunakan konfigurasi yang disebut *ladder diagram* atau *relay ladder logic*. Berikut ini beberapa petunjuk tentang *relay ladder logic* (*ladder diagram*):

Diagram sederhana dari sistem kontrol berbasis *relay* yang menggambarkan penjelasan di atas dapat dilihat pada gambar 2.16 Dari gambar di atas nampak bahwa sistem kendali dengan *relay* ini mempunyai *input device* (misalnya: berbagai macam sensor, *switch*) dan *output device* (misalnya : motor, pompa, lampu). Dalam rangkaian logikanya, masing-masing *input*, *output*, dan

semua komponen yang dipakai mengikuti standard khusus yang unik dan telah ditetapkan secara internasional.



**Gambar 2.16** Sistem kontrol berbasis *relay*[10]

Sebagai awal, pada gambar di bawah dapat dilihat aplikasi *relay* untuk membentuk gerbang – gerbang logika sederhana (AND, OR, NOT, dan *latching*) [10].

## 2.10 Inverter

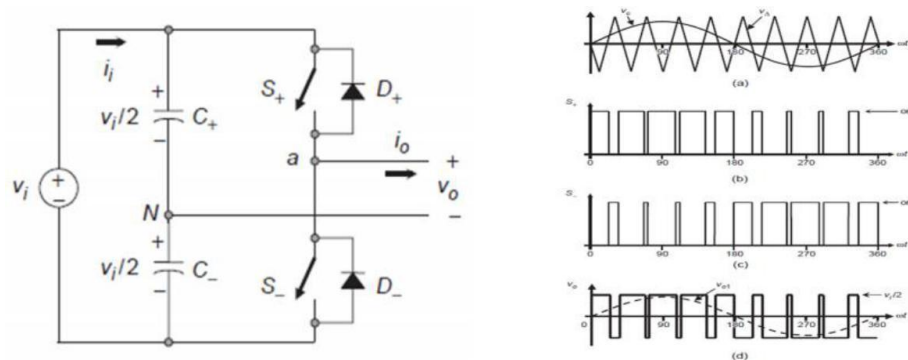
Inverter merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mengubah tegangan atau arus listrik searah (DC) menjadi tegangan atau arus listrik bolak-balik (AC). Komponen semikonduktor daya yang digunakan dapat berupa SCR, transistor, dan mosfet yang beroperasi sebagai saklar dan pengubah. Inverter dapat diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu: inverter satu fasa dan inverter tiga fasa. Setiap jenis inverter tersebut dapat dikelompokkan dalam empat kategori ditinjau dari jenis rangkaian komutasi pada SCR, yaitu:

- Modulasi lebar pulsa.
- Inverter resonansi.
- Inverter komutasi bantu.
- Inverter komutasi komplemen.

Inverter disebut sebagai inverter catu-tegangan (*voltage fed inverter-VFI*) apabila tegangan masukan selalu dijaga konstan. Disebut inverter catu-arus (*current fed inverter-CFI*) apabila arus masukan selalu dipelihara konstan. Dan disebut inverter variabel (*variable dc linked inverter*) apabila tegangan masukan dapat diatur. Selanjutnya, jika ditinjau dari proses konversi, inverter dapat dibedakan dalam tiga jenis, yaitu inverter: seri, paralel, dan jembatan. Inverter jembatan dapat dibedakan menjadi inverter setengah-jembatan (*half-bridge*) dan jembatan (*bridge*). Inverter banyak diaplikasikan pada pengaturan kecepatan motor arus searah (AC), *Uninterruptable Power Supply (UPS)* dan peralatan-peralatan rumah tangga arus searah (AC) yang dicatu dari baterai.

## Inverter Satu-Fasa

### 2.10.1. Inverter Setengah-Jembatan Satu-Fasa



**Gambar 2.17** Rangkaian Inverter Setengah-Jembatan Satu Fasa[11]

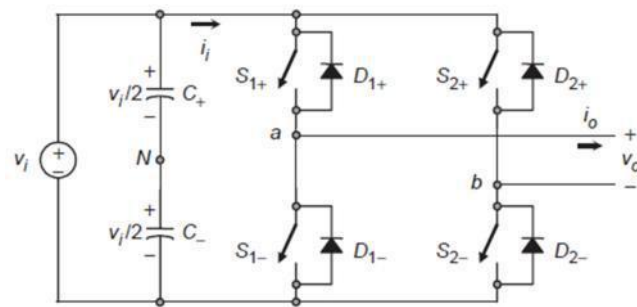
Gambar 2.17 merupakan rangkaian dasar inverter setengah-jembatan satu-fasa dengan beban resistif dan bentuk gelombangnya. Dalam rangkaian Gambar diatas diperlukan dua buah kapasitor untuk menghasilkan titik N agar tegangan pada setiap kapasitor  $V_{i/2}$  dapat dijaga konstan. Sakelar  $S_+$  dan  $S_-$ .

merepresentasikan sakelar elektronik yang mencerminkan komponen semikonduktor daya sebagaimana diuraikan di muka. Sakelar  $S_+$  dan  $S_-$  tidak boleh bekerja secara serempak atau simultan, karena akan terjadi hubung singkat rangkaian. Kondisi ON dan OFF dari sakelar  $S_+$  dan  $S_-$  ditentukan dengan teknik modulasi, dalam hal ini menggunakan prinsip *pulse width modulation* (PWM). Prinsip PWM dalam rangkaian ini membandingkan antara sinyal modulasi  $V_c$  (dalam hal ini tegangan bolak-balik luaran yang diharapkan) dengan sinyal pembawa dengan bentuk gelombang gigi-gergaji ( $V$ ). Secara praktis, jika  $V_c$  lebih besar dari  $V$  maka sakelar  $S_+$  akan ON dan sakelar  $S_-$  akan OFF, dan jika  $V_c < V$  maka sakelar  $S_+$  akan OFF dan sakelar  $S_-$  akan ON.

### 2.10.2 Inverter Jembatan Satu-Fasa

Gambar dibawah merupakan rangkaian dasar inverter jembatan satu-fasa dengan beban resistif. Seperti halnya pada rangkaian inverter setengah-jembatan di atas, dalam rangkaian ini diperlukan dua buah kapasitor untuk menghasilkan titik N agar tegangan pada setiap kapasitor  $V_i/2$  dapat dijaga konstan. Terdapat dua sisi sakelar, yaitu: sakelar  $S_{1+}$  dan  $S_{1-}$ , serta  $S_{2+}$ , dan  $S_{2-}$ . Masing- masing sisi sakelar ini, sakelar  $S_{1+}$  dan  $S_{1-}$ , dan atau  $S_{2+}$ , dan  $S_{2-}$ , tidak boleh bekerja secara serempak/ simultan, karena akan terjadi hubung singkat rangkaian. Kondisi ON dan OFF dari kedua sisi sakelar ditentukan dengan teknik modulasi, dalam hal ini menggunakan prinsip PWM, seperti dijelaskan pada inverter setengah-jembatan satu fasa di atas.





**Gambar 2.18** Rangkaian Inverter Jembatan Satu-Fasa Dengan Beban Resistif[11]

Untuk menghasilkan tegangan luaran ( $V_0$ ) satu fasa, terdapat lima kondisi jika sakelar  $S_{1+}$ ,  $S_{1-}$ ,  $S_{2+}$ , dan  $S_{2-}$  dioperasikan[11].

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian tugas akhir dilaksanakan pada bulan Desember 2017 hingga maret 2018. Perancangan dan pengerjaan alat dan laporan dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung. Sementara pengujian alat dilakukan di desa Pulau Pasaran, Bandar Lampung..

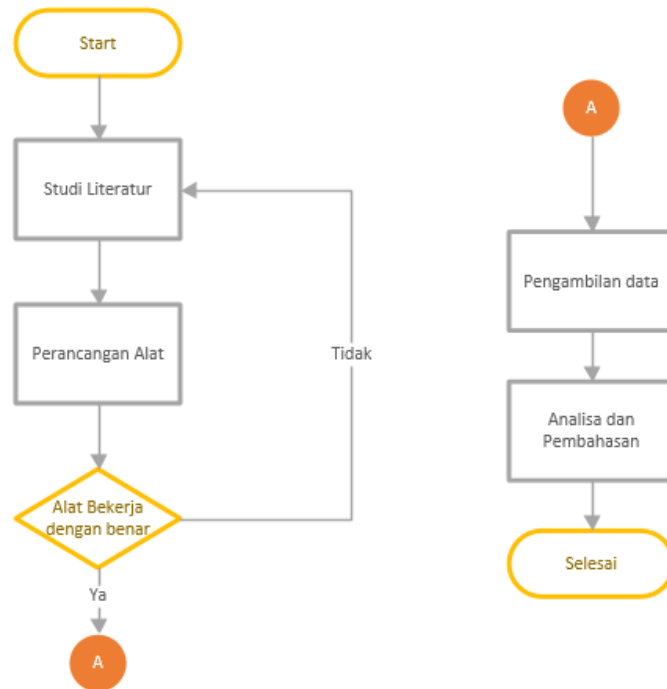
### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

- |                           |        |
|---------------------------|--------|
| 1. Arduino UNO            | 1 Buah |
| 2. Sensor Suhu DS18B20    | 1 Buah |
| 3. Rele                   | 1 Buah |
| 4. Kompresor              | 1 Buah |
| 5. Evaporator             | 1 Buah |
| 6. Palka                  | 1 Buah |
| 7. PC                     | 1 Buah |
| 8. Panel Surya Ica 100 Wp | 2 Buah |
| 9. Aki Gs 100N            | 1 Buah |

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan dalam pelaksanaannya, yaitu dijelaskan pada diagram alir pada Gambar 3.1 berikut:



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

Keterangan dari diagram alir di atas adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Dalam studi literatur dilakukan pencarian informasi atau bahan materi baik dari buku, jurnal, bahan dari internet maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini. Beberapa bahan materi tersebut diantaranya adalah:

1. Sistem Perpipaan Refrigerator
2. Sistem kendali suhu

b. Perancangan Alat

Rangka dibangun menggunakan kayu yang berbentuk balok. Rangka terbuat dari kayu hal ini dikarenakan kayu bahan yang kuat dan tidak mudah mengalami karat. Palka/tempat pendingin ikan terbuat dari polyfoam yang dilapisi dengan plat alumunium 0,35 mm yang mempunyai volume total sebesar 40 liter.

c. Pengujian alat

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerjanya agar didapat hasil yang baik dan memuaskan. Uji coba alat dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro. Uji coba meliputi melihat performa mesin pendingin ini dengan cara melihat perubahan suhu palka pada setiap detik sekali pada rentang waktu dua jam.

d. Pengambilan Data

Data yang diambil dari pengujian alat adalah performasi mesin pendingin. Percobaan dilakukan dengan dua perlakuan dan masing-masing percobaan dilakukan satu kali pengulangan. Data yang diambil adalah data Perubahan suhu palka setiap 15 detik sekali pada rentang waktu 210 menit.

Selanjutnya data yang diperoleh, diolah menggunakan Microsoft Excel dan dibuat menjadi grafik yang menyajikan hubungan antara perubahan suhu terhadap perubahan waktu. Berdasarkan visualisasi grafik tersebut, kita dapat melihat waktu yang dibutuhkan untuk mendinginkan suatu muatan yang ada didalamnya.

e. Analisa dan Pembahasan

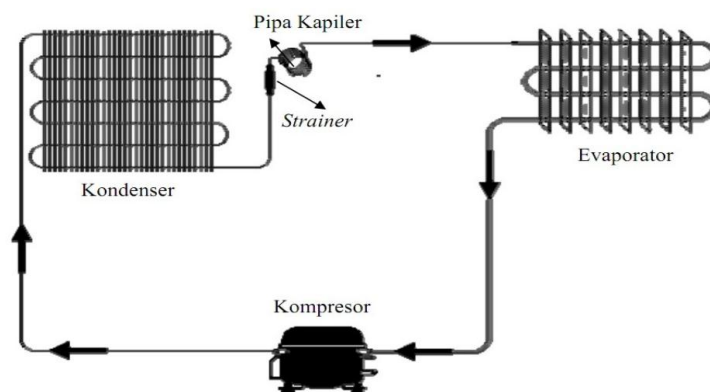
Tahapan terakhir adalah analisa dan pembahasan. Dari analisa ini akan diketahui perbandingan hasil pengujian sistem baik perbagian maupun secara keseluruhan dengan nilai yang diharapkan dari literatur yang ada.

f. Penulisan Laporan

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah pembuatan laporan dari semua kegiatan penelitian yang telah dilakukan.

### 3.4 Sistem Perpipaan *Refrigerator*

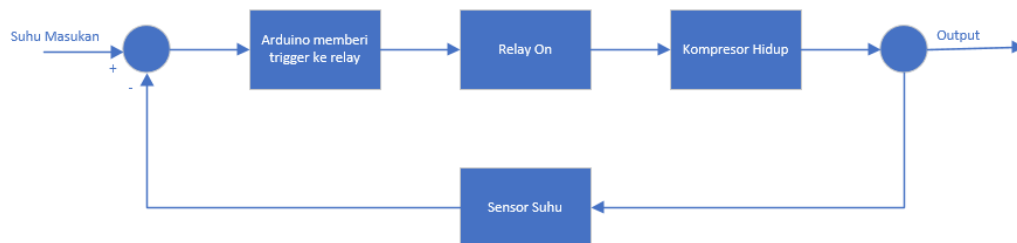
Sistem perpipaan pada alat pendingin merupakan sistem yang dialiri gas *freont*. Sistem ini tertutup, karena *freont* mengalir melalui sejumlah komponen unit yang terpisah. Komponen sistem pendingin yang dialiri *freont* diantaranya komproser, kondenser saringan (*strainer*), pipa kapiler dan evaporator.



**Gambar 3.2** Sistem Perpipaan *Refrigerator*<sup>[4]</sup>

### 3.5 Sistem Pengendalian Suhu

Berikut adalah blok diagram sistem pengendalian suhu pada alat ini :



**Gambar 3.3** Blok Diagram Sistem Sensor Suhu

#### Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. 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 ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.

#### Sensor suhu

Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena output data sensor ini merupakan data digital, maka kita tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data. Karena setiap sensor DS18B20 memiliki silicon serial number yang unik, maka beberapa sensor

DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Sensor akan membaca suhu yang ada pada box palka. Ketika suhu lebih dari 5°C maka arduino akan memberikan triger pada *relay*. *relay* akan kemudian menghidupkan kompresor yang akan menjadikan suhu palka turun kembali. Apabila suhu telah mencapai nilai yang diinginkan maka kompresor akan mati. LCD digunakan sebagai penampil suhu palka.

## BAB V SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sudah terwujud sebuah sistem pendingin ikan berkapasitas 35 Kg yang dapat mempertahankan suhu 0-5°C dan memiliki waktu kerja selama 7,9 jam.
2. Pada kondisi tanpa sistem kendali dan beban kosong refrigerator mencapai suhu 0°C dalam waktu 17 menit dan mencapai suhu maksimal sebesar -13°C dalam waktu 1 jam 20 menit.
3. Pada kondisi tanpa sistem kendali dan beban penuh refrigerator mencapai suhu 0°C dalam waktu 49 menit 30 detik dan mencapai suhu maksimal sebesar -5°C dalam waktu 3 jam 13 menit 30 detik.
4. Dengan sistem kendali refrigerator dapat mempertahankan *range* suhu yang diinginkan yaitu 0-5°C, dengan waktu rata-rata dari suhu 5°C ke 0°C adalah 3 menit 30 detik, dan dari suhu 0°C ke 5°C adalah 1 menit 30 detik.



## 5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Digunakan bahan HDPE yang lebih tahan terhadap cuaca dan kadar garam tinggi sehingga refrigerator lebih tahan bisa bertahan lama.
2. Digunakan panel surya jenis *monocrystal* dengan efisiensi yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi S, Nurhadi.2015. *Mengenal Thermo-Electric (Peltier)*. [Online].  
(<http://www.vedcmalang.com/pppstkboemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1292-mengenal-thermo-electric-peltier>, diakses pada tanggal 8 desember 2017).
- [2] Wibowo, S. dan Yunizal, 1998. *Penanganan ikan segar. Instalasi Perikanan Laut Slipi*. Jakarta.
- [3] Anonim.2006. SNI 01-2729.1-2006 *Tentang Spesifikasi Ikan Segar*.
- [4] Santoso Hendi.2013. *Alat Pendingin Ikan Portabel Menggunakan Energi Listrik Tenaga Surya*. Jawa Barat.
- [5] Arismunandar, W. dan Saito, H. 2002. *Penyegaran Udara, Cetakan ke-6*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [6] Dalimunthe, Indra S. 2004. *Pengantar Teknik Refrigerasi*. Sumatera Utara : Universitas Sumatera Utara
- [7] K, Abdul. 2014. *From Zero to Hero ARDUINO*. Yogyakarta
- [8] *Datasheet Sensor Suhu DS18B20*
- [9] Wulandari, Handini. 2008. *Peforma Sel Surya*. Depok: Universitas

Indonesia

[10] Kilian, Christopher T. 1996. *Modern Control Technology*.

[http://www.goodreads.com/author/show/1139124.Christopher\\_T\\_Kilian](http://www.goodreads.com/author/show/1139124.Christopher_T_Kilian)

[11] Arifudin, Kholil. 2016. *Rancang Bangun Inverter Untuk Fitting Lampu Ac*

*Dengan Menggunakan Sumber Baterai Dc 12v*. Bandar Lampung:

Universitas Lampung