

KARYA ILMIAH TERAPAN
RANCANG BANGUN *GREEN PORTABLE*
COOLER BOX



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

NINDIA PUSPA ASHARI

08.20.014.2.07

PROGRAM STUDI
SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024

KARYA ILMIAH TERAPAN
RANCANG BANGUN *GREEN PORTABLE*
COOLER BOX



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

NINDIA PUSPA ASHARI

08.20.014.2.07

PROGRAM STUDI
SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : NINDIA PUSPA ASHARI

Nomor Induk Taruna : 08.20.014.2.07

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Angkatan : XI (2020)

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

RANCANG BANGUN *GREEN PORTABLE COOLER BOX*

Merupakan karya asli seluruh ide yang terdapat dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 18 Juli 2024



NINDIA PUSPA ASHARI

NIT : 0820014207

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **RANCANG BANGUN *GREEN PORTABLE COOLER BOX***
Nama Taruna : NINDIA PUSPA ASHARI
NIT : 08.20.014.2.07
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal
Angkatan : XI (2020)

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

Surabaya, 18 Juli 2024

Menyetujui,

Pembimbing I



DIANA ALIA, S.T, M.Eng
Penata (III/c)
NIP. 199106062 019022 003

Pembimbing II



EDDI, A.Md.LLAJ., S.Sos., M.M.
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 196104091 987031 012

Mengetahui

Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



AHMAD KASAN GUPRON, M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198005172005021003

**PENGESAHAN SEMINAR HASIL
RANCANG BANGUN *GREEN PORTABLE COOLER BOX***

Disusun oleh :

NINDIA PUSPA ASHARI

08.20.014.2.07

SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

Telah dipertahankan di depan panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Politeknik Pelayaran Surabaya

Pada tanggal 26 Juli 2024

Menyetujui

Penguji I



HENNA NURDIANSARI, ST., M.T., M.Sc.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 198512112009122003

Penguji II



RENTA NOVALIANA S, S.SiT., M.A.

Pembina (IV/a)

NIP. 197811062005022001

Penguji III



DIANA ALIA, S.T, M.Eng.

Penata (III/c)

NIP. 199106062019022003

Mengetahui

Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



AHMAD KASAN GUPRON, M.Pd

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 198005172005021003

KATA PENGANTAR

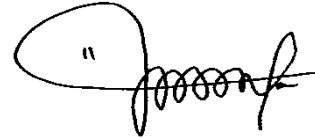
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan KIT ini dengan judul Rancang Bangun *Green Portable Cooler Box*. KIT ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Diploma IV Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penelitian ini dilaksanakan sebagai bentuk upaya penulis dalam memberikan solusi pada masalah penipisan lapisan ozon dan pemanasan global akibat penggunaan freon pada sistem pendingin yang dapat menimbulkan pengaruh buruk bagi kesehatan, kehidupan makhluk hidup dan lingkungan. Media pendingin ramah lingkungan ini dibuat dengan memanfaatkan peltier atau *thermoelectric*. Penelitian ini menggunakan metode penelitian *trial and error*. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membuat sebuah mesin pendingin dengan sistem pendinginan yang ramah lingkungan yang dilengkapi dengan sistem kontrol suhu secara otomatis serta perekaman data/*data logger* menggunakan *Micro-SD*. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Ibu Diana Alia, S.T, M.Eng. dan Bapak Eddi, A.Md.LLAJ., S.Sos., M.M. selaku dosen pembimbing.
3. Segenap dosen Elektro Pelayaran Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah membimbing selama proses penyelesaian proposal Karya Ilmiah Terapan ini.
4. Bapak Suhari dan Ibu Yuliana Eka Puspitawati selaku orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, moral dan material.
5. HA sebagai sahabat karib yang selalu mendukung dan memberikan motivasi.
6. Teman-teman yang selalu mendukung dan membantu saya

Demikian semoga peneliti ini bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak. Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan KIT ini. Kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan dan semoga penelitian ini akan bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 18 Juli 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of a large loop followed by a series of smaller, connected loops and a final horizontal stroke.

NINDIA PUSPA ASHARI
NIT 08 20 014 2 07

ABSTRAK

NINDIA PUSPA ASHARI, Rancang Bangun *Green Portable Cooler Box*. Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Diana Alia, S. T, M.Eng. dan Eddi, A.Md.LLAJ., S.Sos., M.M.

Freon adalah salah satu *refrigerant* yang digunakan dalam sistem mesin pendingin. Sistem mesin pendingin memiliki peranan sangat penting yaitu untuk mengawetkan bahan makanan agar makanan dapat bertahan lebih lama. Penggunaan freon tidak hanya digunakan pada lingkup kapal namun banyak dijumpai pada peralatan rumah pada sistem pendingin yang digunakan pada peralatan *freezer*, AC, kulkas, dan dispenser. Apabila semakin banyak freon yang digunakan maka dampak negatif yang timbul semakin besar yaitu penipisan lapisan ozon dan pemanasan global yang dapat menimbulkan pengaruh buruk bagi kesehatan, kehidupan makhluk hidup dan lingkungan. Tujuan peneliti ini yaitu membuat alat untuk mengurangi dampak negatif penggunaan freon, yaitu dengan menggunakan *peltier* sebagai media pendingin dengan modul *thermoelectric* yang ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan metode *trial dan error*. Dimana proses *trial* dilakukan dengan cara menghidupkan salah satu push button yang bekerja dan melakukan pengamatan pada nilai suhu. Kemudian di proses oleh sistem kendali yaitu Arduino Mega yang nantinya memberikan sinyal keluaran PWM kepada *mosfet IRF540* ketika nilai suhu output sesuai dengan nilai referensi dan sebaliknya. Pengujian alat ini dilakukan uji validasi dengan membandingkan pengukuran antara alat *prototype* penulis dengan alat ukur *standart* yaitu *Thermometer digital*. Berdasarkan hasil pengujian, alat ini dapat menghasilkan suhu terendah 14°C selang waktu 30 menit tanpa media apapun. Uji coba dengan mengisi muatan berupa air kemasan botol 330ml dapat mencapai suhu 17°C dalam waktu 30 menit di dalam *cooler box*. Alat ini juga dilengkapi dengan sistem pemantauan secara otomatis menggunakan sinyal PWM berupa perubahan kecepatan kipas yaitu 255 RPS kecepatan maksimal dan ketika mendapatkan sinyal PWM berubah menjadi 50 RPS. *Presentase error* yang dihasilkan dari perbandingan alat ukur *standart* dan nilai sensor memiliki presentase tertinggi dan terendah sebesar 2.37% dan 0.84% pada kondisi penyebaran dingin tanpa muatan. Kemudian *presentase error* tertinggi dan terendah sebesar 1.69% dan 0.72% pada keadaan berisi muatan 1 botol mineral 330ml. *Prototype* ini menggunakan perekaman data menggunakan *Micro-SD* sebagai *data logger*.

Kata Kunci : Mesin Pendingin, Arduino Mega 2560 Pro, *Push Button*, *Peltier TEC1-12706*, Sensor Suhu DS18B20, *Power Supply*.

ABSTRACT

NINDIA PUSPA ASHARI, Design and Build Green Portable Cooler Box. Surabaya Shipping Polytechnic. Supervised by Diana Alia, S.T, M.Eng. and Eddi, A.Md.LLAJ., S.Sos., M.M.

Freon is one of the refrigerants used in refrigeration systems. The refrigeration system has a very important role, namely to preserve food ingredients so that food can last longer. The use of freon is not only used in ships but is widely found in home appliances in refrigeration systems used in freezers, air conditioners, refrigerators, and dispensers. If more freon is used, the negative impact that arises is greater, namely the depletion of the ozone layer and global warming which can have a bad influence on health, the life of living things and the environment. The purpose of this researcher is to create a tool to reduce the negative impact of freon use, namely by using peltier as a cooling medium with environmentally friendly thermoelectric modules. This study uses trial and error methods. Where the trial process is carried out by turning on one of the working push buttons and observing the temperature value. Then it is processed by the control system, namely Arduino Mega which will later provide a PWM output signal to the IRF540 mosfet when the output temperature value is in line with the reference value and vice versa. The test of this tool was carried out by comparing measurements between the author's prototype tool and the standard measuring tool, namely the digital thermometer. Based on the test results, this device can produce a minimum temperature of 14⁰C at 30-minute intervals without any media. The trial using 330ml bottled water can reach a temperature of 17⁰C within 30 minutes in the cooler box. This tool is also equipped with an automatic monitoring system using a PWM signal in the form of a change in fan speed, which is 255 RPS maximum speed and when getting a PWM signal it changes to 50 RPS. The percentage of errors resulting from the comparison of standard measuring instruments and sensor values had the highest and lowest percentages of 2.37% and 0.84% in cold dispersion conditions without charge. Then the highest and lowest error percentages were 1.69% and 0.72% in the state of containing a load of 1 330ml mineral bottle. This ptototype uses data recording using Micro-SD as a data logger.

Keywords: *Cooling Machine, Arduino Mega 2560 Pro, Push Button, Peltier TEC1-12706, DS18B20 Temperature Sensor, Power Supply.*

DAFTAR ISI

Isi	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	4
C. BATASAN MASALAH.....	4
D. TUJUAN PENELITIAN.....	6
E. MANFAAT PENELITIAN	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA	8
B. LANDASAN TEORI.....	9

1. Sistem Kontrol.....	9
2. <i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor IRF540</i>	11
3. <i>Liquid Cristal Display (LCD)</i>	12
4. <i>Module Micro-Secure Digital (Micro-SD)</i>	13
5. <i>Secure Digital Card</i>	14
6. Arduino Mega 2560 Pro.....	15
7. Sensor Suhu DS18B20	16
8. <i>Push Button</i>	17
9. Elemen <i>Peltier</i>	19
10. Pendingin <i>Thermoelectric</i>	20
11. <i>Heatsink</i>	22
12. <i>Fan DC 12 V</i>	23
13. <i>Power Supply</i>	23
14. <i>Real Time Clock (RTC)</i>	24
15. Pompa Air 12VDC R385	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
A. PERANCANGAN SISTEM	26
B. PERANCANGAN ALAT.....	30
C. RENCANA PENGUJIAN	32
1. Metode Penelitian.....	32
2. Uji Validasi	33
3. Pengujian Statis dan Dinamis.....	35
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	40
A. UJI COBA PRODUK	40

1. Pengujian Komponen Alat	40
2. Perakitan dan Pemrograman.....	47
3. Pengujian Dinamis	50
B. PENYAJIAN DATA	57
1. Data Pengujian Jangkauan Dingin Tanpa Muatan	57
2. Data Pengujian Jangkauan Dingin Dengan Muatan Botol 330 ml.....	59
3. Data Pengujian Tanpa Media air	61
4. Data Pengujian Sistem <i>Control</i>	62
5. Data Perekaman Menggunakan <i>Micro-SD</i>	64
C. ANALISIS DATA	66
1. Analisis Sistem Kontrol	66
2. Analisis Sistem Pendingin Peltier	67
3. Analisis Data <i>Logger</i>	70
4. Analisis Penggunaan Daya.....	71
BAB V PENUTUP.....	75
A. KESIMPULAN.....	75
B. SARAN	76
DAFTAR PUSTAKA	78
DAFTAR LAMPIRAN	80
RANCANGAN ANGGARAN BIAYA	85

DAFTAR TABEL

Table	Halaman
Table 2.1 Review Penelitian Sebelumnya.....	8
Table 2.2 Spesifikasi LCD	13

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Sistem Kontrol <i>Close Loop</i>	10
Gambar 2.2 Sistem Kontrol <i>Open Loop</i>	11
Gambar 2.3 Mosfet IRF540	12
Gambar 2.4 <i>Liquid Cristal Display</i>	13
Gambar 2.5 <i>Module Micro-SD</i>	14
Gambar 2.6 <i>Micro-SD</i>	14
Gambar 2.7 Arduino Mega 2560 Pro.....	16
Gambar 2.8 Sensor Suhu DS18B20	17
Gambar 2.9 <i>Push Button</i>	18
Gambar 2.10 Simbol dan Sistem kerja PB.....	19
Gambar 2.11 elemen peltier	20
Gambar 2.12 pendingin <i>thermoelectric</i>	22
Gambar 2.13 <i>Heatsink</i>	22
Gambar 2.14 <i>Fan/Kipas</i>	23
Gambar 2.15 <i>Power Supply</i>	24
Gambar 2.16 Pompa Air 12VDC R385	25
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem	26
Gambar 3.2 Flowchart Sistem.....	29
Gambar 3.3 Wiring Perancangan Alat	32
Gambar 3.4 Ilustrasi Desain Alat.....	39
Gambar 4.1 Pengujian Mosfet IRF540	41

Gambar 4.2 Pengujian LCD 20x4.....	42
Gambar 4.3 Pengujian Module Micro-SD Dan SD-Card	42
Gambar 4.4 Pengujian Arduino Mega 2560 Pro	43
Gambar 4.5 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Sumber : Dokumen Pribadi	44
Gambar 4.6 Pengujian RTC	45
Gambar 4.7 Pengujian Push Button	46
Gambar 4.8 <i>Pengujian Thermoelectric</i> Sumber : Dokumen Pribadi	46
Gambar 4.9 Pengujian <i>Fan</i>	47
Gambar 4.10 Perakitan Komponen	48
Gambar 4.11 Tampilan Pemrograman Software.....	49
Gambar 4.12 Pengujian jangkauan dingin tanpa muatan.....	53
Gambar 4.13 Pengujian jangkauan dingin dengan botol 330 ml	54
Gambar 4.14 Pengujian Sistem <i>Control</i>	56
Gambar 4.15 File Data Perekaman <i>Micro-SD</i> berbentuk CSV.....	56
Gambar 4.16 Tampilan File CSV Melalui Excell.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Isi	Halaman
Lampiran 1. Pemrograman keseluruhan pada Arduino Mega Pro.....	78
Lampiran 2. Rancangan Anggaran Biaya.....	83

DAFTAR SINGKATAN

- | | | |
|-------------|---|--|
| 1. MOSFET | : | <i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i> |
| 2. Micro-SD | : | <i>Micro Secure Digital</i> |
| 3. LCD | : | <i>Liquid Cristal Display</i> |
| 4. PB | : | <i>Push Button</i> |
| 5. NC | : | <i>Normally Close</i> |
| 6. NO | : | <i>Normally Open</i> |
| 7. TEC | : | <i>Thermoelectric Cooler</i> |
| 8. PWM | : | <i>Pulse Width Modulation</i> |

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Mesin pendingin merupakan salah satu permesinan bantu yang sangat dibutuhkan untuk kelancaran dan kenyamanan dalam pengoperasian sebuah kapal, khususnya mesin pendingin bahan makanan. Pada kapal penggunaan freon (*refrigerant*) sebagai media pendingin memiliki peranan sangat penting yaitu untuk mengawetkan bahan makanan agar makanan dapat bertahan lebih lama. Freon atau dapat disebut juga *clorofluorokarbon* merupakan salah satu dari beberapa senyawa alifatik sederhana yang mengandung senyawa hidrogen, klorin, dan bromin. Berdasarkan sumber wikipedia Indonesia dan britannica.com, Freon memiliki sifat tidak memiliki warna, tidak memiliki bau, tidak mudah terbakar dan hancur. Berdasarkan jenis fluidanya, freon dapat dibagi menjadi 4 yaitu *chlorodifluorocarbon* (CFC), *hydrochlorofluorocarbon* (HCFC), *hydrofluorocarbon* (HFC), *hydrocarbon* (HC). Penggunaan freon berbagai macam elektronik memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Terutama berdampak kepada penipisan lapisan ozon dan pemanasan global. Menurut Natural Resources Defense Council dalam publikasi media kehutanan dan lingkungan hidup ForesterAct (NRDC dan ForesterAct, 2016) menyebutkan bahwa pemanasan global merupakan terjadinya kenaikan suhu rata-rata pada permukaan bumi. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menyebutkan bahwa terjadi peningkatan suhu permukaan bumi sekitar $0,74^{\circ}\text{C} \pm 0,18^{\circ}\text{C}$. Sedangkan dalam data BMKG, terjadi peningkatan suhu di Indonesia dengan rata-rata $0,03^{\circ}\text{C}$ setiap tahunnya dengan artian bahwa dalam

30 tahun terakhir telah terjadi peningkatan sebesar $0,9^{\circ}\text{C}$. Penggunaan media pendingin freon tidak hanya digunakan di kapal, namun banyak dijumpai pada peralatan rumah sistem pendingin yang digunakan pada peralatan *freezer*, AC, kulkas, dan dispenser dengan tujuan sama yaitu mendinginkan atau mengawetkan sesuatu agar tahan lebih lama.

Sehingga, untuk mengurangi tingginya penggunaan freon yang semakin meningkat dan menyebabkan rusaknya lapisan ozon yang dapat menimbulkan pemanasan global yang dapat berpengaruh buruk bagi kesehatan, kehidupan makhluk hidup dan lingkungan. Maka, diperlukan sebuah energi terbarukan sebagai pengganti freon yaitu *peltier* sebagai media pendingin dengan modul *thermoelectric* yang ramah lingkungan, efisien, tahan lama, simple, tidak menimbulkan polusi dan mampu menghasilkan energi dalam skala besar maupun kecil. *Peltier* merupakan komponen *thermoelectric* yang bisa menggantikan fungsi sebagai *refrigerant*. *Peltier* memiliki karakteristik yang khas yang dapat mendinginkan tanpa merusak lingkungan dengan memanfaatkan efek *peltier*. Efek *peltier* merupakan proses pengkonversian energi secara langsung yang diakibatkan perbedaan temperature yang terjadi setelah diberikan tegangan listrik. Efek *peltier* atau *thermoelectric* merupakan hubungan antara energi panas dan energi listrik yang terjadi pada titik temu antara dua jenis logam yang berbeda. Hal ini mengakibatkan kedua sisi komponen ini memiliki perbedaan suhu yang cukup ekstrim sekitar 65°C . Efek *thermoelectric* ini menyebabkan salah satu sisi komponen ini menjadi dingin dan sisi lainnya menjadi panas. Dengan

karakteristik tersebut, komponen ini dapat dimanfaatkan sebagai pendingin atau pemanas.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis tertarik membuat sebuah pendingin *portable box* yang ramah lingkungan yang nantinya akan diterapkan kepada masyarakat secara langsung berguna untuk membantu proses pendinginan untuk mengawetkan sesuatu seperti makanan, minuman, sayur, dan lain-lain agar tahan lebih lama dengan suhu yang stabil sesuai muatannya dan dapat dibawa kemana-mana. Pendingin ini bekerja secara otomatis, karena sistem dari alat ini menggunakan sistem *control* atau kendali *close loop*. Sistem *control closed loop* adalah sebuah sistem *control* yang *outputnya* berpengaruh langsung terhadap aksi kendali. Yang menyebabkan nilai keluaran sistem digunakan lagi sebagai *feedback* untuk mengetahui apakah nilai keluaran sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pragmawati, K. (2016). Pada penelitian ini dimana sistem kendali *close loop* atau sering disebut dengan sistem kendali tertutup memiliki set point yang berbeda yaitu 22°C dan 24°C . Maka dari itu, dikembangkanlah suatu produk teknologi yang bisa beradaptasi dengan keadaan sekitar. Sesuai dengan judul yaitu “Rancang Bangun *Green Portable Cooler Box*”. Dengan pengaturan suhu menggunakan Arduino Mega 2560 Pro yang digunakan sebagai pengendali utama dan *design box* yang dirancang sehingga mendapatkan peralatan berkinerja terbaik dengan memaksimalkan fungsi dari teknologi tersebut.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, agar penulisan penelitian ini tidak menyimpang dan untuk memudahkan dalam mencari solusi permasalahannya, oleh sebab itu penulis mengambil rumusan masalah antara lain :

1. Bagaimana merancang *control system stabiliezer* suhu pada *portable cooler box*?
2. Bagaimana mengganti *refrigerant freon* dengan *peltier* sebagai pendingin yang ramah lingkungan?

C. BATASAN MASALAH

Untuk memperjelas arah dari pembahasan proyek KIT ini, maka diberikan batasan masalah yang meliputi :

1. Bagaimana merancang *control system stabiliezer* suhu pada *portable cooler box*.
 - a. Instalasi *control system stabiliezer* diterapkan pada *portable box*.
 - b. Mikrokontroller Arduino mega digunakan sebagai sistem kontrol.
 - c. Sensor suhu DS18B20 berfungsi sebagai membaca suhu secara *real time* di dalam *box*.
 - d. Peltier TEC1-12706 6 Amper sebagai media pendingin *thermoelectric* yang dapat menghasilkan suhu dingin di dalam *box*.
 - e. Mosfet sebagai regulator otomatis untuk meyalakan dan mematikan fan.
 - f. *Power Supply* 12 Volt 40 Ampere digunakan untuk menyuplai daya listrik yang di perlukan.

- g. Fan digunakan untuk menyebarkan udara di dalam *box*.
 - h. LCD digunakan untuk menampilkan data secara *real time*.
 - i. *Push button* digunakan sebagai saklar untuk menjalankan dan mematikan alat tersebut.
 - j. *Micro-SD* digunakan sebagai penyimpan data secara *real time*.
 - k. Percobaan yang dibatasi yaitu suhu yang diatur pada kisaran hanya 14°C - 24°C .
2. Bagaimana mengganti *refrigerant* dengan *peltier* sebagai media pendingin yang ramah lingkungan.
- a. Sistem pendingin *peltier* merupakan dua sisi yang berbeda yaitu panas dan dingin. Penulis memanfaatkan sisi dingin *peltier* sebagai penghasil suhu dingin. *Peltier* juga dilengkapi dengan *heatsink* dan fan untuk mengurangi sisi panas *peltier*. Penambahan *peltier* dengan type dan amper yang semakin besar dapat berpengaruh terhadap hasil dingin yang lebih maksimal. Penambahan media air dapat membantu mengurangi atau membuang sisi panas pada *peltier*.
 - b. Prototype ini dapat dimanfaatkan secara langsung pada penerapan sehari-hari. Dapat dijadikan sebagai tempat penyimpanan air minum agar terjaga kesegarannya.
 - c. Prototype ini mudah di bawa kemana-mana karena portable. Karena yang sifatnya ekonomis dan efisien.
 - d. Ukuran pada cooler box yang digunakan yaitu 34 x 25 x 27 cm.

D. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui bentuk perancangan *control system stabiliezer* suhu pada *portable cooler box*.
2. Mengetahui bentuk perancangan *peltier* sebagai pendingin.

E. MANFAAT PENELITIAN

Dengan dibuatnya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat. Adapun manfaat yang didapat antara lain :

1. Bagi taruna/i

Dapat digunakan sebagai bahan referensi dan pembelajaran terkait *control system stabiliezer* dengan menggunakan Arduino Mega.

2. Bagi Instansi/Perusahaan

- a. Alat ini dapat dikembangkan oleh perusahaan pelayaran atau industri sebagai solusi terkait control system secara otomatis pada cooler box menggunakan *thermoelectric*.
- b. Apabila dikembangkan pada sistem komponen di kapal, alat ini dapat di kembangkan sebagai pengontrol suhu pada *refrigerant* atau pada makanan di kapal.

3. Bagi Masyarakat

- a. Dapat menjangkau pemakaian pendingin ruang yang efektif untuk mengurangi efek penipisan lapisan ozon yang berdampak pada global warming.

- b. Sebagai edukasi bagi masyarakat akan pentingnya untuk menciptakan produk yang ramah lingkungan.
- c. Menciptakan produk yang ekonomis, karena dengan produk ini penggantian *freon* sebagai *refrigerant* sudah tidak di butuhkan lagi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Penelitian ini merujuk pada referensi yang tertulis pada Tabel 2.1 dibawah ini :

Table 2.1 Review Penelitian Sebelumnya

No	Judul Jurnal	Penulis	Isi	Perbedaan Penelitian
1	<i>Cooler Box Dengan Thermoelectric Cooler Dengan Monitoring Suhu Berbasis Labview Dan Iot (2018)</i>	Muhammad Zola, Livio Cahyadi, Tossin Alamsyah	Jurnal ini tentang pembuatan <i>cooler box</i> yang memanfaatkan TEC sebagai sistem pendingin disertai monitoring pengukuran suhu oleh Sensor DS18B20. Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada permukaan dingin TEC dapat mencapai suhu terendah sebesar 1,2 °C awal diaktifkan sebesar 29,3 °C sampai suhu terendah yang dicapai adalah 1,2 °C yang berlangsung selama 8 menit. dengan penambahan aluminium dan fan pada permukaan dinginnya.	Perbedaan penelitian ini dengan penulis yakni dari sistem monitoring. Dimana, pada penelitian ini masih konvensional menggunakan <i>relay</i> dan personal komputer, sedangkan penulis sudah menggunakan sistem <i>data logger</i> untuk merekam nilai parameter suhu secara real time dengan menggunakan <i>Micro SD</i> .
2	<i>Pemanfaatan Peltier Untuk Cooler Box Mini (2022)</i>	H.Munnik, D.Yohannes, Y.Bekti	Jurnal ini tentang pembuatan pendingin <i>portable</i> dengan memanfaatkan sitem peltier dengan percobaan pada air mineral menghasilkan beberapa perbandingan yaitu menghasilkan suhu terendah kotak pendingin tanpa beban yang dapat diturunkan selama 15 menit adalah 6,5°C. sedangkan jika pendingin diisi beban air mineral 300 ml durasi waktu 30 mnit lebih menghasilkan suhu terendah 9,5 °C. Hasil dari	Perbedaan penelitian antara penulis dan karya penelitian ini terletak pada sistem kendali yang digunakan. Dimana peneliti sebelumnya masih menggunakan <i>thermostat</i> , sedangkan penulis sudah menggunakan sistem otomatis dengan sistem <i>Mikrokontroler</i> .

			percobaan tersebut ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.	
3	<i>Sistem Kendali Suhu Dan Pemantauan Kelembaban Udara Ruangan Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Dht 22 Dan Passive Infrared (PIR) (2016)</i>	Hannif Izzatul Islam , Nida Nabilah , Sofyan Sa'id Atsaurry , Dendy Handy Saputra, Gagat Mughni Pradipta , Ade Kurniawan , Heriyanto Syafutra , Irmansyah , rzaman	Jurnal ini tentang yakni pembuatan sistem kendali suhu dan pemantauan kelembaban udara ruangan berbasis arduino uno dengan menggunakan sensor dht 22 dan passive infrared (pir). Dimana dilakukan pengujian kepekaan pada sensor suhu dht22. Pemanfaatan sensor PIR sebagai kendali kipas angin. percobaan pada jurnal ini menghasilkan berupa sensor dht22 dikalibrasikan dengan thermometer digital az-ht-02 kurang akurat karena selisih yang dihasilkan keduanya beda jauh yaitu 0,9°C dan disarankan kalibrasi menggunakan RH meter agar sensor yang terbaca secara realtime dan akurat.	Perbedaan penelitian antara penulis dengan karya penelitian ini yakni pada pemilihan komponen inputnya. Dimana, peneliti sebelumnya menggunakan <i>sensor DHT22</i> dan <i>passive infrared</i> sedangkan penulis menggunakan <i>sensor DS18B20</i> dan <i>push button</i> .

Sumber: Dokumen Pribadi

B. LANDASAN TEORI

Landasan teori adalah sumber teori yang mendasari suatu penelitian. Landasan teori berisi definisi dan konsep yang telah disusun secara sistematis tentang variable suatu penelitian. Berikut adalah landasan teori yang digunakan antara lain :

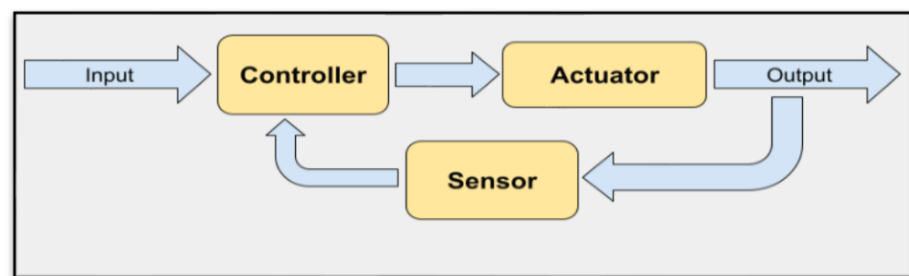
1. Sistem Kontrol

Menurut Bolton pada bukunya tahun 2006 “Sistem kontrol dapat dipandang 12 sistem dimana suatu masukan atau beberapa masukan tertentu digunakan untuk mengontrol keluarannya pada nilai tertentu”. Sedangkan

menurut Pakpahan pada bukunya tahun 1987 “Sistem kontrol adalah proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variable, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau suatu rangkuman harga (*range*) tertentu. Dari beberapa definisi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol merupakan suatu sistem yang memproses pengendalian terhadap satu atau beberapa nilai masukan yang nantinya dapat mengeluarkan nilai keluaran yang sesuai dengan nilai yang dikehendaki atau nilai referensi. Sistem kontrol dibedakan menjadi 2 diantaranya.

a. Sistem kontrol *Close Loop*

Sistem kontrol *closed loop* adalah sebuah sistem kontrol yang outputnya berpengaruh langsung terhadap aksi kendali. Yang menyebabkan nilai keluaran sistem digunakan lagi sebagai *feedback* untuk mengetahui apakah nilai keluaran sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pragmawati, K. (2016). Sistem ini dapat dilihat pada gambar 2.1.

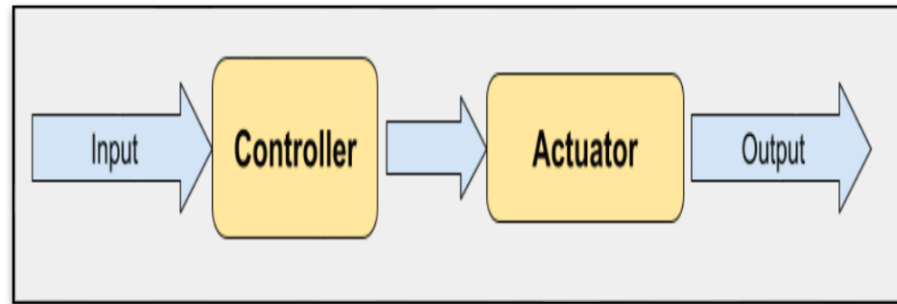


Gambar 2.1 Sistem Kontrol *Close Loop*
Sumber : Dunia Elektro.com

b. Sistem kontrol *Open Loop*

Sistem kontrol *open loop* merupakan sebuah sistem kontrol yang outputnya tidak berpengaruh terhadap aksi kendali. Sehingga nilai

keluaran sistem tidak dapat digunakan sebagai perbandingan pada masukan sistem. Pragmawati, K. (2016). Sistem *open loop* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sistem Kontrol *Open Loop*
Sumber : Dunia Elektro.com

2. *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor IRF540*

Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) merupakan sebuah peralatan switching electronic yang terbuat dari semikonduktor modern. IRF540 Ini pada dasarnya adalah N-Channel power *Metal Oxide Silicon Field Effect Transistor (MOSFET)* dan beroperasi dalam mode peningkatan. MOSFET jauh lebih sensitif dibandingkan dengan anFET (*Field Effect Transistor*) karena impedance inputnya yang sangat tinggi. IRF540 dapat melakukan perpindahan yang sangat cepat dibandingkan dengan transistor normal. Adapun fungsi *mosfet* dengan sakelar mekanik atau konvensional tidaklah berbeda, karena keduanya digunakan untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik, sakelar MOSFET empat arah ini dapat menyediakan hingga empat kelompok sakelar elektronik, yang digunakan untuk mengontrol modul rangkaian yang berbeda. MOSFET yang terpengaruh bekerja, blok bangunan elektronik dapat digunakan untuk mengontrol rangkaian DC, seperti layar

LED DC, dll. Dalam keadaan ekstrim saklar MOSFET dapat digunakan untuk mengontrol rangkaian DC 100V / 33A, namun kontrol disarankan tidak kurang dari tegangan DC minimum 9V.

Cara kerja *mosfet* ini yakni akan menerima sinyal dari *controller*, Sirkuit yang terhubung di salah satu ujung kabel sedikit dikendalikan beberapa masalah. Untuk mengontrol lampu LED 12V, misalnya, Pertama, positif (+) dan negatif (-) antara daya yang tersambung kemudian sambungkan lampu LED positif dengan modul yang terhubung ke positif (+), Lampu LED dengan anoda dihubungkan dengan saklar 1 (S1) menyala, Jika ada lampu LED lain yang perlu dikontrol, lampu katoda sama saja dengan modul LED yang dihubungkan ke kutub positif (+). Lampu LED dengan elektroda negatif dihubungkan secara bergantian pada saklar 2 (S2), saklar 3 (S3), saklar 4 (S4) on. Untuk melihat gambar *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* pada gambar 2.3.

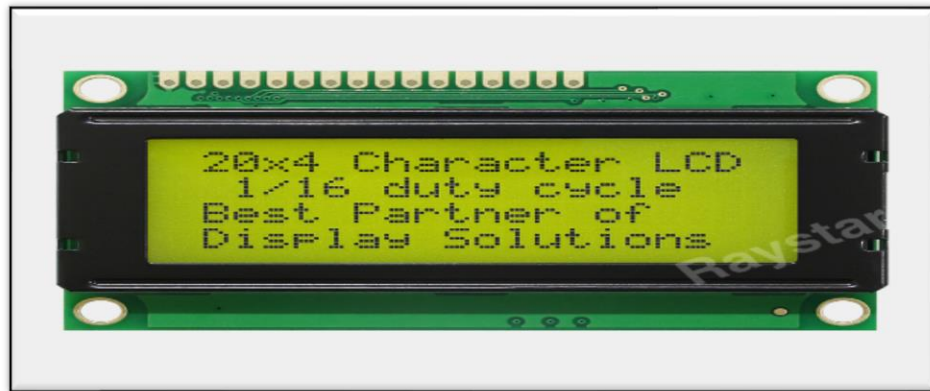


Gambar 2.3 Mosfet IRF540
Sumber : sumeetinstruments.com

3. *Liquid Cristal Display (LCD)*

Liquid Cristal Display (LCD) merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan data meliputi simbol, huruf dan

karakter. LCD tersedia dalam bentuk modul yang memiliki pin data, Kontrol catu daya dan pengatur kontras tampilan. Amir, H (2017). Gambar LCD dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Liquid Cristal Display*
Sumber : <https://www.raystar-optronics.com>

Untuk spesifikasi LCD 20x4 dapat dilihat pada tabel 2.2.
Table 2.2 Spesifikasi LCD

No	Nama	Spesifikasi
1	<i>Display Format</i>	<i>20 Characters x 4 lines</i>
2	<i>Blue backlight</i>	<i>I2C</i>
3	<i>Supply voltage</i>	5V
4	<i>Back lit</i>	<i>Blue with white char color</i>
5	<i>Pcb Size</i>	60mm x 99mm
6	<i>Backlight Adjust</i>	<i>Jumper</i>
7	<i>Contrast Adjust</i>	<i>Potentiometer</i>

Sumber : www.electrovigyan.com

4. *Module Micro-Secure Digital (Micro-SD)*

Module Micro-Secure Digital (SD) merupakan modul yang memiliki fungsi untuk menulis serta membaca data sebuah *Micro-SD*. *Interfacing* yang digunakan modul ini menggunakan komunikasi SPI. Modul ini biasa dimanfaatkan pada *project* yang berkaitan dengan *record*

data/logging. Tegangan kerja modul ini pada kisaran 3.3 VDC – 5 VDC.

Putri, M. O. (2020). Modul ini dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 *Module Micro-SD*
Sumber : digiwarestore.com

5. *Secure Digital Card*

Secure Digital (SD) Card merupakan kartu memori jenis *non-volatile* yang dikembangkan oleh *SD Card Association* yang digunakan pada peralatan portable. Pratama, V. A. (2021). SD Card dibedakan menjadi beberapa kelompok berdasarkan ukuran kapasitasnya, diantaranya SDSC dengan kapasitas maksimumnya 2GB-4GB, SDHC/*High Capacity* dengan kapasitas 4GB-32GB dan SDXC/*Extended Capacity* kapasitasnya diatas 32GB hingga 2TB. Dengan adanya beraneka ragam kapasitas *SD Card* maka nantinya setiap protokol komunikasinya berbeda. *SD Card* dapat dilihat pada gambar 2.6.

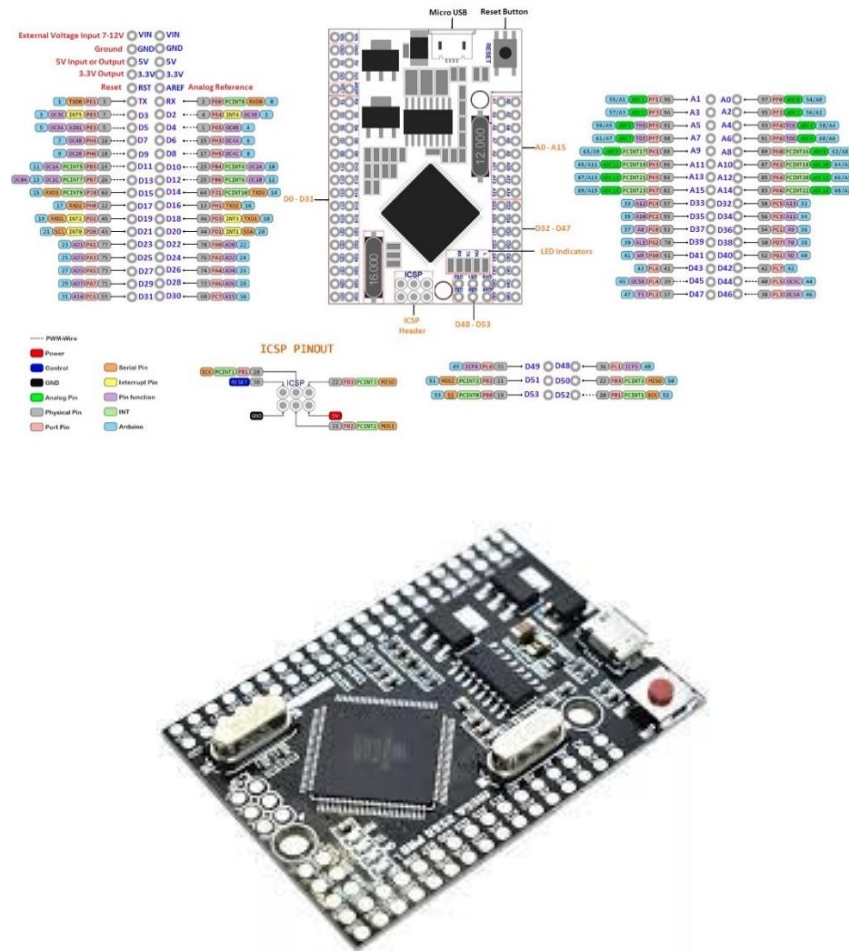


Gambar 2.6 *Micro-SD*
Sumber : cam-do.com

6. Arduino Mega 2560 Pro

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 (datasheet ATmega2560). Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital input/output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega. (Arduino, 2016).

Arduino Mega2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU. Arduino mega dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Arduino Mega 2560 Pro
Sumber : elektro.uma.ac.id

7. Sensor Suhu DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan temperatur lingkungan. Muhammad, Ichwan, (2014), kemudian mengkonversinya menjadi besaran listrik. Tegangan sumber untuk sensor DS18B20 adalah 3V sampai 5.5V. Sensor ini juga dapat mengukur suhu pada kisaran -55 sampai 125 °C. Fitur dari sensor suhu DS18B20 yaitu antarmuka hanya menggunakan satu kabel sebagai komunikasi (menggunakan protokol *one wire*), setiap sensor memiliki kode pengenalan unik 64-bit tertanam di onboard ROM dan kemampuan multidrop

yang menyederhanakan aplikasi penginderaan suhu terdistribusi serta tidak memerlukan komponen tambahan. Penggunaannya bisa dalam lingkungan kendali termostatis, sistem industri, produk rumahan, termometer atau sistem apapun yang memerlukan pembacaan suhu. Sensor suhu dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Sensor Suhu DS18B20
Sumber : www.electric.com

8. *Push Button*

Push button merupakan tombol yang digunakan sebagai *input* pada rangkaian elektronik berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol di tekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal *push button* bersifat aktif saat di tekan, namun non-aktif saat *push button* dilepas, artinya *push button* harus selalu mendapatkan tekanan untuk dapat bekerja. Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0). Istilah On dan

Off ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi On dan Off.

Push button dapat dilihat pada gambar 2.9.

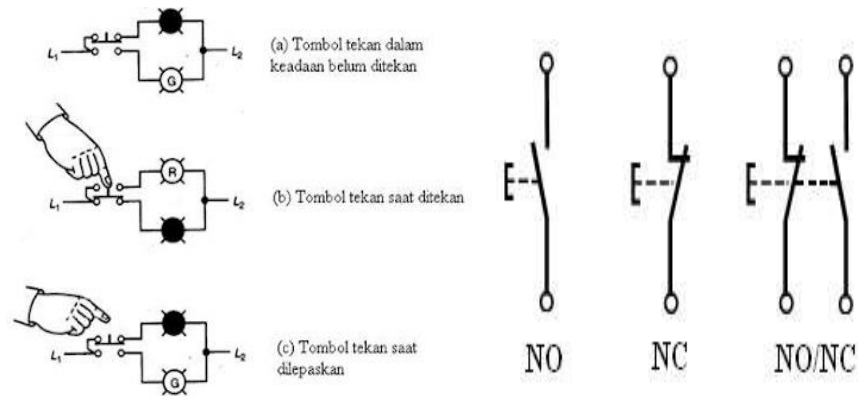


Gambar 2.9 *Push Button*
Sumber : Electronics.com

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*).

- a. NO (*Normally Open*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normal terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (close) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan *sistem circuit (push button on)*.
- b. NC (*Normally Close*), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar *push button* ditekan, kontak yang NC ini akan menjadi membuka (open), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai

pemutus atau mematikan sistem circuit (push button off). Symbol push button dapat dilihat pada gambar 2.10.



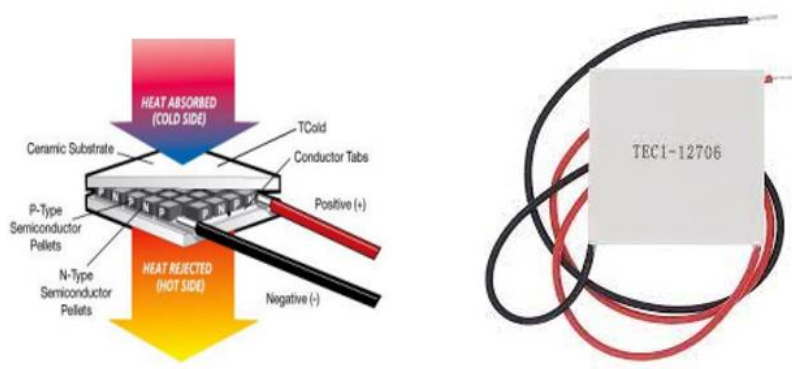
Gambar 2.10 Simbol dan Sistem kerja PB
Sumber : kajianpustaka.com

9. Elemen *Peltier*

Elemen *peltier* atau pendingin termoelektrik (*thermoelectric cooler*) adalah alat yang dapat menimbulkan perbedaan suhu antara kedua sisinya jika dialiri arus listrik searah pada kedua kutub materialnya dalam hal ini semikonduktor. Elemen *peltier* serangkaian dua tipe semikonduktor (tipe-p dan tipe-n) yang dihubungkan secara seri. Pada setiap sambungan antara dua tipe semikonduktor tersebut dihubungkan dengan konduktor yang terbuat dari tembaga. Interkoneksi konduktor tersebut diletakan masing-masing di bagian atas dan di bagian bawah semikonduktor. Konduktor bagian atas ditujukan untuk membuang kalor dan konduktor bagian bawah ditujukan untuk menyerap kalor. Pada kedua bagian interkoneksi ditempelkan pelat yang terbuat dari keramik.

Peltier memiliki 2 bagian yang berbeda, yakni *Cool Side* (*Heat Absorbed*) yang bekerja menyerap kalor (panas) sehingga bagian ini

merupakan lempengan yang dingin dan *Hot Side (Heat Released)* yang bekerja melepas kalor (panas) sehingga bagian ini merupakan lempengan panas. Pendingin termoelektrik merupakan *solid state technology* yang bisa menjadi alternatif teknologi pendingin selain sistem *vapor compression* yang masih memanfaatkan *refrigerant*. Dibandingkan dengan teknologi kompresi uap yang menggunakan uap sebagai media penyerap kalor, teknologi pendingin termoelektrik relatif lebih ramah lingkungan, tahan lama dan dapat digunakan dalam skala besar dan kecil. Ditunjukkan bentuk fisik elemen *peltier* dan spesifikasi *peltier* TEC1-12706 dapat dilihat pada gambar 2.11

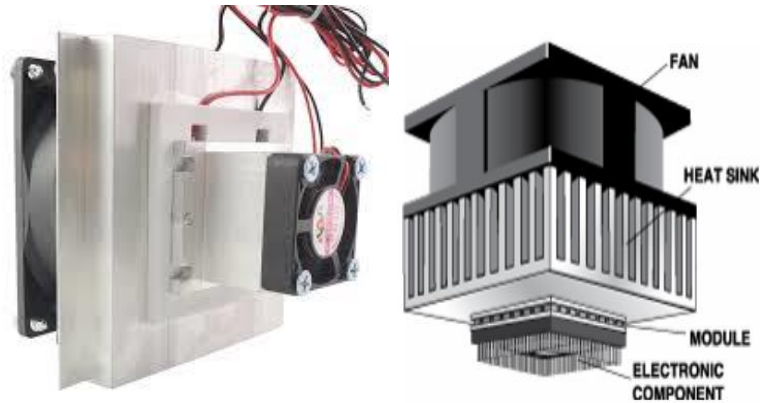


Gambar 2.11 elemen peltier
Sumber : www.Labone inside.com

10. Pendingin *Thermoelectric*

Prinsip kerja termoelektrik adalah berdasarkan efek *seebeck*, yaitu ketika arus DC di alirkan ke dalam *peltier* yang terdiri dari berbagai semi konduktor tipe p (yaitu tipe semi konduktor yang memiliki tingkat *energy* yang lebih rendah) dan tipe n (yaitu tipe semikonduktor dengan tipe *energy* yang lebih tinggi) akan menyebabkan salah satu sisi *peltier* menjadi

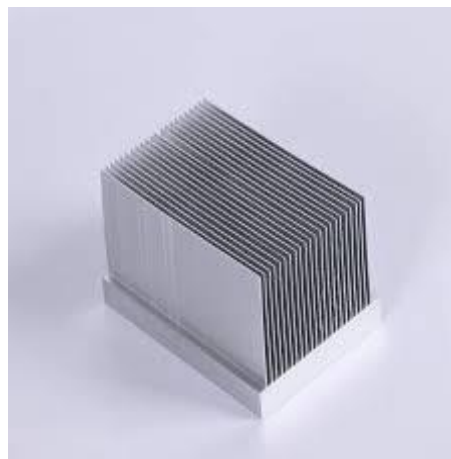
dingin (kalor yang diserap) dan sisi lain dari peltier akan mengeluarkan panas (melepas kalor) dan sebaliknya jika arah arus dibalik, elektron yang mengalir dari semi konduktor tipe-p ke semikonduktor tipe-n menyebabkan sisi dari elemen peltier akan menjadi dingin. Modul termoelektrik tersusun dari material keramik *Bismuth Teluride* tipe P dan tipe N yang di hubungkan seri untuk elektrik dan paralel untuk panas. Spesifikasi dari modul termoelektrik bervariasi. Untuk perbedaan temperatur yang besar, desain multistage seri dapat digunakan dan dapat menghasilkan hingga 130°C (Riffat, 2003). Modul termoelektrik akan melepaskan kalor dari salah satu sisinya dan di alirkan ke sisi lainnya. Pada bagian ini pendingin termoelektrik akan menjadi salah satu yang lebih penting untuk mendapatkan temperatur yang sangat rendah pada sisi dingin dari modul termoelektrik tersebut. Untuk mendapatkan temperatur sisi dingin yang lebih rendah ada beberapa alat yang digunakan untuk membantu mengalirkan kalor dari sisi panas modul yaitu Heatsink dan fan (kipas). Dengan alat ini dapat mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dan tidak ada kebisingan layaknya menggunakan *compressor* pada umumnya. Pendingin *Thermoelectric* dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 pendingin *thermoelectric*
Sumber : www.Labone inside.com

11. *Heatsink*

Heatsink merupakan perangkat yang berfungsi untuk menetralsir dan mendinginkan *temperature* sebuah komponen elektronik. *Heatsink* bekerja dengan cara menyerap dan memindahkan panas yang dihasilkan pada suatu komponen elektronik kemudian di pindahkan ke media pendingin di sekitarnya baik berupa fluida ataupun udara (Hermawan, 2019). Komponen ini dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 *Heatsink*
Sumber : www.Labone inside.com

12. *Fan DC 12 V*

Fan merupakan pengatur volume panas udara agar ruangan yang tidak mengalami suhu panas dan dapat bersirkulasi udara secara normal. Pada umumnya kipas angin di manfaatkan untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (exhaust fan) atau pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas) (P. Ilmiah et al, 2017). *Fan* pada TEC digunakan untuk menyebarkan udara dingin yang diperoleh pada sisi dingin *thermoelectric* dan *heatsink*. Komponen ini dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 *Fan/Kipas*
Sumber : www.3dlabtech.ca

13. *Power Supply*

Power supply adalah perangkat rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah arus bolak balik menjadi arus searah serta memiliki fungsi untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi lebih kecil. Perangkat ini sering digunakan sebagai *power source* atau sumber catu daya dalam pembuatan sebuah *project* elektronika menggantikan *battery* (Pratama et al., 2021). Perangkat ini tersusun atas berbagai macam komponen diantaranya diode, inductor, resistor, transformator, filter, regulator dan lainnya. Perangkat ini dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 *Power Supply*
Sumber : en.indotrading.com

14. *Real Time Clock (RTC)*

Real Time Clock adalah *chip* dengan fungsi sebagai penunjuk waktu yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/ menyimpan data waktu tersebut secara real time (Atmel, 2008). *Chip* ini biasanya ditemukan berpasangan dengan sebuah baterai. Sehingga, jika sebuah sistem yang menggunakan chip ini dimatikan atau mengalami *power down*, maka RTC tetap berfungsi sehingga ketika sistem dihidupkan kembali, waktu yang ditampilkan tetap sesuai dengan waktu aslinya dan bukan melanjutkan waktu ketika sistem tersebut dimatikan. Pada sistem yang dibangun, chip ini digunakan untuk menampilkan informasi waktu yang nantinya direkam dengan modul microSD logger secara periodik pada waktu yang telah ditentukan. Komponen ini dapat di lihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 *Real Time Clock*
Sumber : arduino.rezaervani.com

15. Pompa Air 12VDC R385

Pompa adalah sebuah perangkat yang memiliki fungsi untuk memindahkan sebuah cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya. Dalam melakukan kerjanya pompa digerakkan oleh sebuah *dynamo* atau motor listrik. Pompa air 12VDC R385 merupakan jenis pompa yang menggunakan motor listrik arus searah sebagai penggerakannya. Pompa jenis ini memiliki spesifikasi diantaranya nilai arus kerja sekitar 0,5-0,7 Ampere, nilai daya 4-7 Watt, nilai laju aliran sekitar 1-3 liter/menit (Pratama et al., 2021).



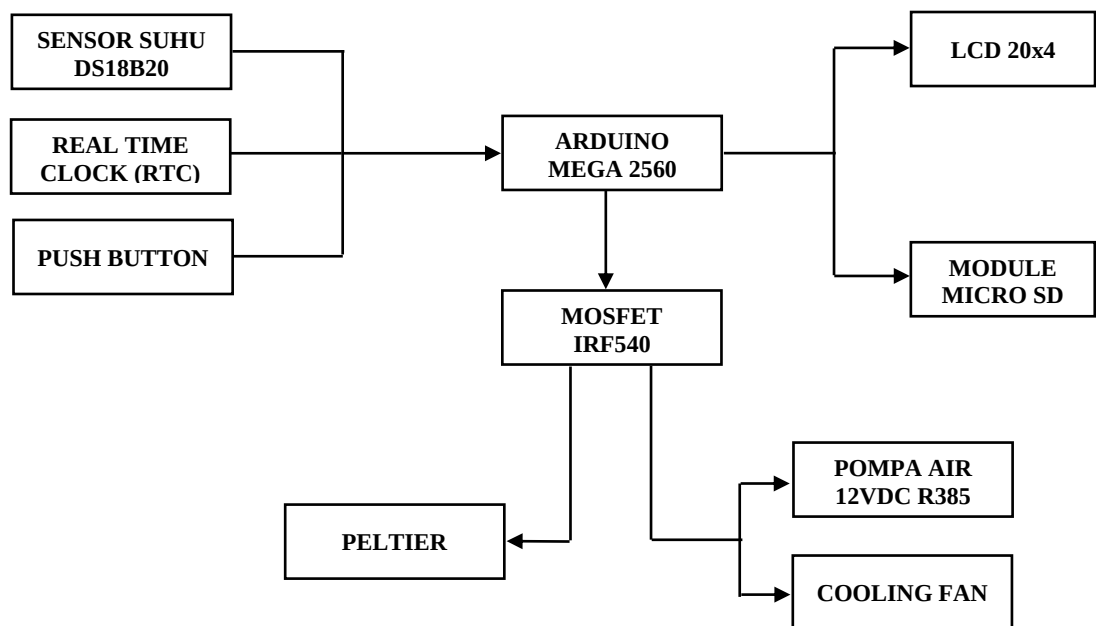
Gambar 2.16 Pompa Air 12VDC R385
Sumber : www.alibaba.com

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem merupakan suatu proses atau menggambarkan secara rinci bagaimana sistem akan berjalan sesuai *prototype* yang akan di buat. Terdapat bahwa sistem ini terbagi menjadi beberapa bagian seperti: sensor suhu DS18B20 sebanyak 2 buah, module *Real Time Clock* (RTC), *Push Button*, Arduino Mega 2560 Pro, LCD 20x4, *Mosfet* IRF540, *Module Micro-SD*, Micro-SD, *Power Supply* 12 olt dan komponen pendingin berupa *Peltier/Thermoelectric*, *Cooling Fan*, *Heatsink* dan pompa. Blok diagram sistem terlihat pada gambar 3.1 sebagai berikut



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem
Sumber : Hasil Diagram Blok

Berdasarkan blok diagram sistem pada gambar 3.1 bahwa proses dari sistem dimulai dari komponen *Push Button* pada alat ini difungsikan sebagai

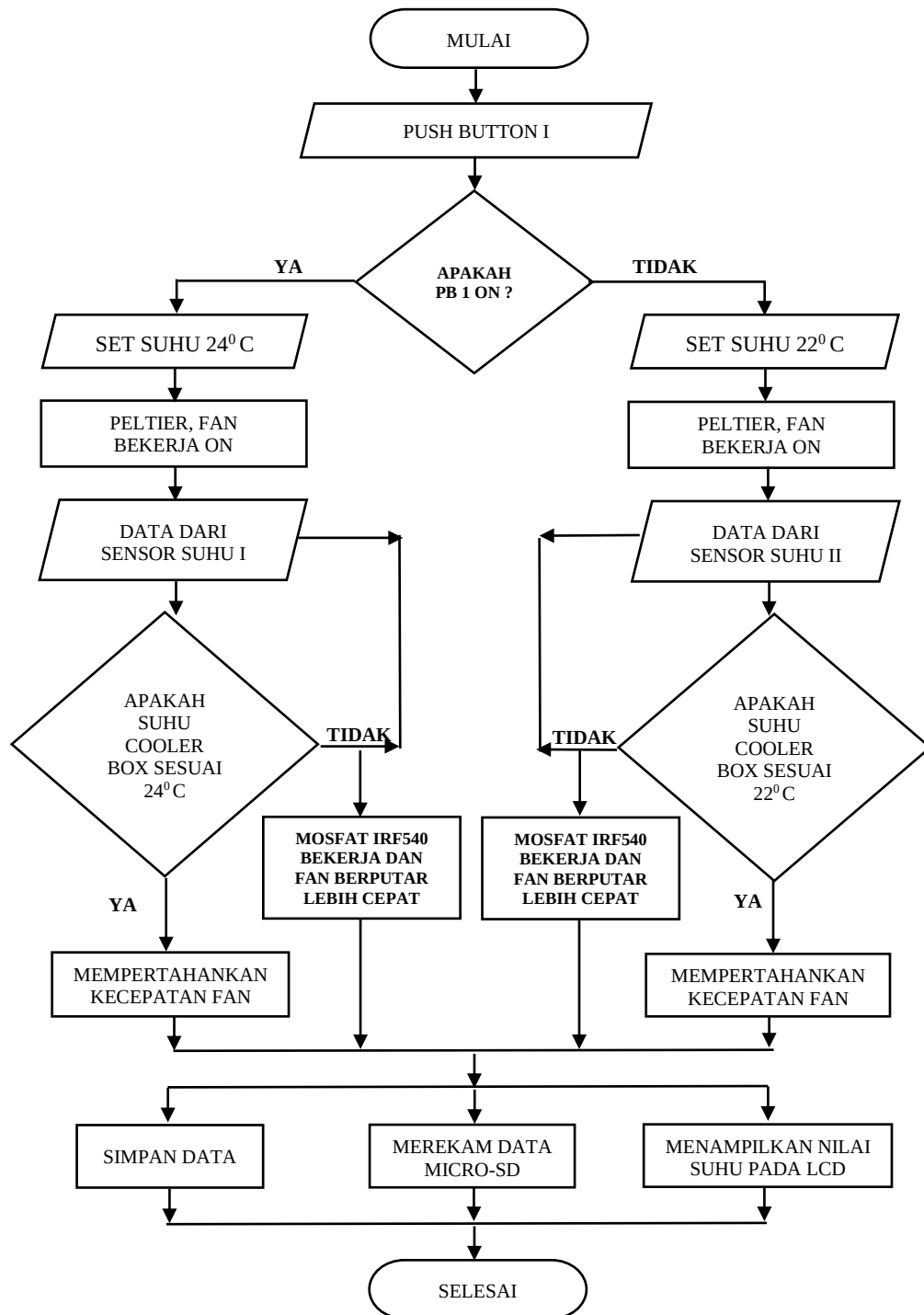
pemberi sinyal masukan diskrit atau sensor digital. Alat ini memanfaatkan sinyal *Push Button* untuk dapat mengganti serta menentukan kondisi *set point* atau nilai referensi yang bekerja pada suhu *Cooler Box*. Adapun kondisi *set point Cooler Box* terdiri dari 2 pengaturan berbeda. Dimana, apabila push button dalam keadaan tidak ditekan maka nilai referensi suhu *Cooler Box* yakni 22°C . Sedangkan apabila push button dalam keadaan ditekan maka pengaturan nilai referensi suhu *Cooler Box* menjadi 24°C . Sensor DS18B20 berfungsi untuk membaca nilai suhu di dalam *Cooler Box*. Adapun alat ini menggunakan 1 unit sensor suhu DS18B20 yang akan terpasang pada bagian tengah tutup atas *box*. Kemudian nilai pembacaan sensor akan dikirimkan menuju *controller* yakni Arduino Mega 2560 Pro.

Arduino Mega 2560 Pro difungsikan sebagai *controller*. Arduino Mega 2560 Pro akan bekerja dengan memproses nilai masukan serta membandingkan antara nilai referensi/ *set point* dengan nilai yang sebenarnya ada di output atau yang dikenal dengan nilai umpan balik (*Feedback Input*). Apabila nilai output sudah sesuai dengan nilai referensi maka *controller* tidak akan memberikan sinyal kerja kepada *regulator* (MOSFET IRF540) yang tersambung dengan elemen pendingin berupa *peltier*, *heatsink*, *fan* dan pompa. Dalam kondisi ini *input feedback* tidak bekerja lagi, karena nilai *output* sudah sesuai dengan nilai referensi. Namun sebaliknya, apabila nilai *output* tidak sesuai dengan nilai referensi (22°C dan 24°C) maka *controller* akan membandingkan nilai referensi dengan nilai umpan balik, kemudian *controller* akan memberikan sinyal kerja berupa sinyal *pulse width modulation* (PWM) kepada *regulator* (MOSFET IRF540) yang tersambung dengan elemen

pendingin yang terdiri dari *thermo electric/peltier*, *heatsink*, *fan* dan pompa untuk dapat bekerja sampai keadaan nilai suhu pada *output* sesuai dengan nilai referensi atau *set point*. *Mosfet* digunakan sebagai perangkat *switching* yang akan bekerja (*close*) untuk menghubungkan elemen peltier ketika mendapat sinyal kerja berupa sinyal PWM dari *controller*.

Nilai masukan RTC digunakan untuk memberikan data informasi waktu berupa hari, tanggal dan tahun. Selanjutnya *controller* akan memberikan sinyal keluaran pada LCD 20x4 dengan menampilkan data dari sebuah sensor suhu, data RTC, dan mode kerja alat. Kemudian pada alat ini terdapat fitur *data logger* menggunakan *Micro-SD* yang akan melakukan perekaman parameter suhu. Adapun file hasil perekaman yang dilakukan *micro-sd* berbentuk *comma separated value* (.csv) yang telah dilengkapi keterangan waktu, karena file perekaman sudah terintegrasi dengan nilai masukan RTC. Pada sisi catu daya, alat ini menggunakan *power supply* 12 Volt 40 Ampere sebagai sumber tegangan listrik untuk menyuplai daya ke beban listrik.

Dalam melakukan perancangan alat ini diperlukan alur kerja dari sistem yang dapat dilihat pada *flowchart* di gambar 3.2.



Gambar 3.2 Flowchart Sistem

Sumber : Hasil Flowchart

Berdasarkan *flowchart* pada gambar 3.2 bahwa proses kerja dari sistem ini dimulai dengan menekan *Push Button* sebagai input awal untuk mengatur mode kerja dari alat ini. Apabila *Push Button* di tekan (*close*) maka alat ini

akan bekerja pada nilai referensi 24°C , namun sebaliknya apabila *Push Button* tidak di tekan (*open*) maka alat ini akan secara langsung bekerja pada nilai referensi 22°C . Selanjutnya nilai masukan dari *Push Button* dan sensor suhu akan di proses oleh *controller* yakni Arduino Mega 2560 Pro. Apabila *controller* mendeteksi adanya deviasi antara nilai output dengan nilai referensi maka akan dilakukan perbandingan nilai masukan dengan *input feedback* hingga nilai output sesuai dengan nilai referensi melalui sinyal kerja PWM dari *controller* kepada *Mosfet* IRF540 untuk menjalankan elemen pendingin berupa *thermo electric*, *heatsink*, *fan* dan pompa. Namun apabila *controller* tidak mendeteksi adanya deviasi atau nilai *output* sudah sesuai dengan nilai referensi, maka *controller* tidak akan memberikan sinyal kerja PWM kepada *Mosfet* IRF540, sehingga elemen pendingin dalam keadaan ini tidak berjalan atau dalam keadaan mati. Kemudian setiap nilai masukan pada alat ini akan di tampilkan melalui LCD 20x4, data yang di tampilkan diantaranya nilai keterangan hari tanggal waktu, nilai sensor suhu DS18B20 dan status mode kerja alat yang terdiri dari 2 set point (22°C dan 24°C). Selain itu, nilai parameter suhu dari alat ini akan di rekam dan disimpan menggunakan *module micro-sd* dan *sd card*.

B. PERANCANGAN ALAT

Perancangan alat yaitu proses persiapan pada pembuatan *prototype* dengan cara pemilihan komponen, mempelajari karakteristik komponen, dan data fisiknya secara lengkap. Sehingga dapat dibuat alat yang sesuai dengan spesifikasi yang di harapkan.

1. Alat merupakan perlengkapan yang dibutuhkan untuk menunjang pembuatan *prototype*. Berikut alat yang dibutuhkan:

- a. Tang atau gunting
- b. Gunting
- c. Solasi
- d. Obeng plus
- e. Solder
- f. Penggaris
- g. Alumunium Foil

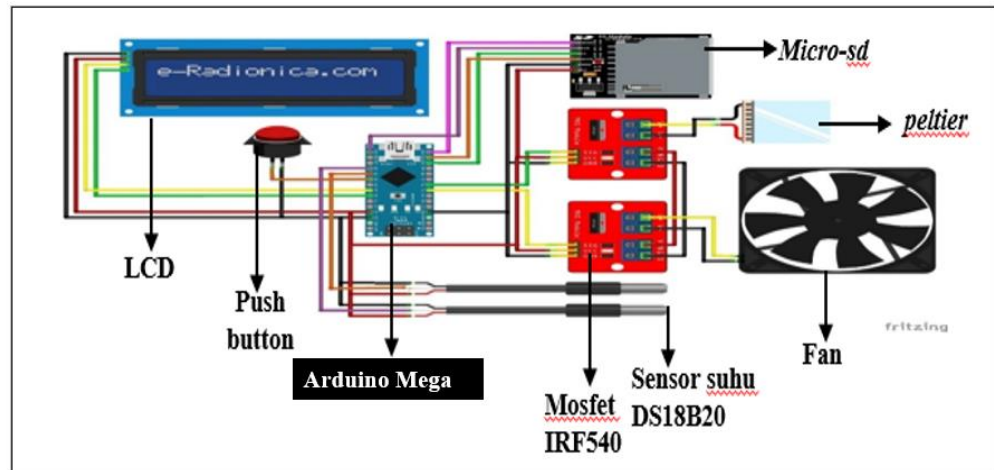
2. Bahan yaitu komponen yang dibutuhkan untuk membuat *prototype*.

Berikut bahan yang di butuhkan.

- a. LCD 20x4
- b. Module RTC
- c. Arduino Mega Pro 2560
- d. *Mosfet* Irf540
- e. Fan 12 V
- f. *Power Supply* 12V 40 A
- g. Module Micro-SD
- h. *Push Button*
- i. Box berukuran 35x25x27 cm
- j. *Peltier* TEC-12760
- k. *Heatsink*
- l. Pompa Air 12VDC R385
- m. Sensor Suhu DS18B20

3. Perkabelan alat merupakan alur dari proses perkabelan yang efektif dan efisien yang aman untuk menghindari terjadinya short antar kabel.

Berikut gambar perkabelan alat dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Wiring atau Perkabelan Alat

Sumber: Hasil Alur Perkabelan

C. RENCANA PENGUJIAN

Rencana pengujian merupakan strategi yang menguraikan bagaimana peneliti dalam menguji sebuah prototype sejauh mana prototype ini bisa berjalan dengan baik tanpa kendala. Ada beberapa rencana pengujian yang akan di lakukan sebagai berikut.

1. Metode Penelitian

Trial and error merupakan metode pemecahan masalah dengan melakukan upaya-upaya guna mendapatkan dan mencapai solusi. Proses *trial and error* yang dilakukan seseorang adalah mencoba, lalu melakukan kesalahan, lalu menganalisis dan terakhir memutuskan (Anon, 2021). Berdasarkan metode penelitian ini, penulis menggunakan metode *trial and error*. Oleh karenanya, dalam metode ini harus memiliki faktor yang diuji

coba, dalam hal ini faktor yang di uji coba merupakan sensor DS18B20, *Thermoelectric* dan Arduino Mega 2560 Pro sebagai *controller*. Dimana, sensor DS18B20 digunakan untuk membaca nilai suhu, *Thermoelectric* sebagai komponen pendingin dan Arduino Mega berfungsi untuk memproses nilai masukan dan meregulasi kondisi *output* melalui *regulator* (*Mosfet* IRF540) agar terciptanya kondisi sistem dengan nilai suhu 22⁰C dan 24⁰C.

Proses *trial* disini dilakukan dengan mencoba menghidupkan salah satu *push button* yang bekerja dan melakukan pengamatan pada nilai suhu. Apabila nilai suhu *output* sesuai dengan nilai referensi maka *controller* tidak akan memberikan sinyal keluaran PWM kepada Mosfet IRF540, sebaliknya Mosfet IRF540 akan mendapatkan sinyal kerja PWM dari *controller* untuk menjalankan dan mematikan *Thermoelectric* pada saat adanya deviasi antara nilai output dengan nilai referensi. Alat ini bekerja menggunakan sistem kendali tertutup, dimana sistem akan selalu mempertahankan nilai keluaran agar selalu sama dengan nilai referensi. Apabila pada proses *trial* yang telah dilakukan sistem terdapat *error* berupa tidak tercapainya sistem dalam mempertahankan dan menjadikan nilai keluaran untuk sesuai dengan nilai referensi, maka akan dilakukan pengecekan ulang kembali terkait perhitungan ulang jumlah *Thermoelectric* dan pemrogramannya.

2. Uji Validasi

Uji validasi data yang dilakukan yakni dengan cara membandingkan pengukuran yang dilakukan antara alat *prototype* penulis dengan alat ukur *standart* yakni *Thermometer digital*. Kemudian setelah dilakukan perbandingan, maka akan diketahui tingkat nilai *error* atau kehandalan pada

alat penulis. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dengan dua kondisi pada *coller box* yakni ketika kondisi kosong tanpa muatan dan kondisi ketika diberi muatan. Pada alat ini akan di uji coba dari beberapa aspek :

- a. Uji coba jangkauan penyebaran dingin pada beberapa titik dari *thermoelectric* dalam keadaan tanpa muatan.
- b. Uji coba jangkauan penyebaran dingin pada beberapa titik dari *thermoelectric* dalam keadaan di isi muatan.
- c. Uji coba sistem kendali dalam menjaga kestabilan suhu agar tetap sesuai dengan nilai referensi pada masing-masing set point (22 °C dan 24 °C).
- d. Uji coba sistem dalam melakukan perekaman data atau sebagai *data logger*.

Pada tabel 3.1 dapat dilihat skenario pengujian yang akan di lakukan oleh peneliti.

Tabel 3.1 Skenario Pengujian

percobaan ke	jarak/ cm	waktu 30 menit	suhu awal		suhu akhir		presentase error%	
			suhu sensor	alat ukur	suhu sensor	alat ukur	suhu awal	suhu akhir
1	0							
	3							
	6							
	9							
	12							
2	0							
	3							
	6							
	9							
	12							
3	0							
	3							
	6							
	9							
	12							

4	0							
	3							
	6							
	9							
	12							
5	0							
	3							
	6							
	9							
	12							

Sumber : Hasil Skenario

Pada skenario pengujian tabel 3.1 merupakan rencana pengujian yang akan di lakukan oleh peneliti. Dimana dilakukan dari titik 0 cm sampai 12 cm dengan waktu pendinginan selama 30 menit dari setiap titik jarak yang ditentukan.

3. Pengujian Statis dan Dinamis

- a. Rencana Pengujian Statis yakni pengujian yang harus dilakukan pada setiap komponen pada alat yang akan di rancang.
 - Pengujian sensor suhu DS18B20 berfungsi untuk mengukur nilai suhu di dalam ruangan. Pengujian sensor ini dapat dilakukan dengan menghubungkan sensor suhu DS18B20 dengan *controller* Arduino Mega. Lakukan *upload* program untuk menampilkan pembacaan nilai suhu. Hasil data pengukuran sensor dapat dilihat pada layar *serial monitor*. Untuk memastikan keakuratan dan kondisi sensor dalam keadaan baik, maka dilakukan perbandingan menggunakan alat *thermometer digital*.
 - Pengujian mikrokontroler Arduino Mega dapat dilakukan dengan memberikan sumber tegangan masukan pada Arduino Mega sehingga dapat menyala. Kemudian dapat melakukan *upload* program sederhana

seperti *on/off* LED untuk memastikan Arduino Mega dapat menerima nilai masukan serta dapat memberikan nilai keluaran berupa aksi menyalakan lampu LED.

- Pengujian LCD 20x4 dilakukan dengan menghubungkannya dengan Arduino Mega Pro. Kemudian melakukan *upload* program sederhana untuk menampilkan karakter “NINDIA TRKK” yang telah dibuat pada pemrogramannya. LCD 20x4 dalam keadaan baik apabila dapat menerima sinyal keluaran dari Arduino Mega berupa aksi menampilkan karakter “NINDIA TRKK” yang telah dibuat pada program sebelumnya.
- *Mosfet IRF540* akan dihubungkan dengan Arduino Mega. Setelah terhubung lakukan *upload* program sederhana input digital pada Arduino Mega untuk memberikan *trigger*/ sinyal kerja kepada komponen ini. Pada saat *Mosfet* menerima sinyal kerja, lakukan pengecekan pada kontak *Normally Open* (NO) dengan *multitester*. Pastikan kontaknya sudah dalam keadaan menjadi *Close*/tertutup.
- *Module Micro-SD* dapat di uji kondisinya dengan menghubungkan pada Arduino Meha *Upload* program sederhana modul ini di dalam menjembatani komunikasi antara Arduino Meha dan Micro-SD. Hasil pengujian komponen ini dalam keadaan baik apabila pada *serial monitor* sudah dapat menampilkan tampilan pengiriman dan penerimaan data yang dilakukan menuju file yang ada di dalam Micro-SD dengan nama “data.csv”.

- Pengujian *Micro-SD* dapat dilakukan dengan memasukkannya ke soket kartu memori pada *cardrider*, hubungkan *cardrider* pada USB PC kita. Hasil uji coba dapat dikatakan baik apabila data yang direkam dapat tersimpan dan dibuka pada *Micro-SD*.
- Pengujian Fan dilakukan dengan memberikan tegangan kerja yang sesuai pada setiap beban.
- Pengujian *Thermoelectric* dilakukan dengan memberikan tegangan kerja yang sesuai hingga sisi dingin peltier pada *thermoelectric* menghasilkan kumpalan bunga es.

b. Rencana Pengujian Dinamis

Rencana pengujian dinamis akan dilakukan dengan beberapa tahap, setelah semua komponen *hardware* dan *software* sudah terkoneksi dan terpasang dengan baik pada box panel, diantaranya:

- Menyiapkan sumber tegangan masukan untuk *box prototype* lalu lakukan pengecekan terhadap komponen di dalam cooler box untuk memastikan dalam keadaan baik dan aman. Selanjutnya, menyalakan *power supply*. Nantinya sumber tegangan listrik sudah dapat dialirkan menuju terminal arus DC akan digunakan untuk menghidupkan komponen lainnya seperti Arduino Mega, Mosfet, Pompa, dan Module *Micro-SD*.
- Untuk melakukan pengujian terhadap sistem ini dalam membaca dan merekam data. Maka penulis menggunakan sensor DS18B20 dan RTC yang akan kita hubungkan ke terminal PCB. Pastikan sudah diberi masukan tegangan listrik.

- Pengujian pertama saat kondisi penyebaran dingin dari berbagai titik tanpa muatan. Uji coba ini dilakukan dengan memasang sensor dan alat ukur standart sesuai titik yaitu jarak 0 sampai 12 cm dalam waktu 30 menit setiap titik. Pastikan sudah dialiri tegangan listrik.
- Pengujian yang kedua yakni kondisi penyebaran dingin dari berbagai titik dengan isi muatan. Uji coba ini dilakukan dengan memasang sensor dan alat ukur standart sesuai titik yaitu jarak 0 sampai 12 cm dalam waktu 30 menit setiap titik. Pastikan sudah dialiri tegangan listrik.
- Pengujian sistem yang ketiga yakni pengujian sistem control sesuai set point. Dilakukan dengan cara menjalankan sistem yang sudah terhubung dengan aliran listrik. Kemudian tekan push button atur set poin yang diinginkan. Jika set point sudah mencapai yaitu 22⁰C dan 24⁰C maka, controller akan mengirim sinyal PWM ke mosfet sebagai regulator untuk mengatur kecepatan fan. Sehingga ketika sudah mencapai set point fan otomatis akan berjalan lambat.
- Pengujian keempat yakni kemampuan sistem dalam mengirim dan merekam data sebagai *data logger*. Pengujia *data logger* dilakukan dengan memasangkan *Micro-SD* pada *Cardrider* lalu menghubungkannya dengan PC melalui port USB. Setelah itu kita dapat memastikan data sudah tersimpan di dalam *Micro-SD*. Dalam melakukan pengujian alat ini diperlukan uji coba kerja dari sistem yang dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Rancang Bangun Desain Alat
Sumber : Hasil Pembuatan Rancang Bangun