



## Rancang Bangun *Cooler Box Portable* Menggunakan *Peltier*

Renita Comalasari Dewi Simanjuntak<sup>1</sup>, Diana Alia<sup>2</sup>, Henna Nurdiansari<sup>3</sup>, Elly Kusumawati<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

**Abstract.** *Technological developments and modern industrial needs increasingly demand high energy efficiency in refrigeration machine operations. In this context, the development of a more efficient cooling machine control system is very necessary. Portable cooler boxes using Thermoelectric Cooler (TEC) technology are an innovation to improve the quality and durability of fish caught by fishermen in Surabaya. This research aims to design and test a cooler box that can maintain low temperatures for a long time. This research method uses experimental methods, a series of tools and uses two test plans, namely: static and dynamic testing. The components used are three Peltier elements supported by a 12V 54A power supply, a 10K NTC temperature sensor, and a passive thermal regulator heatsink with fan. Precision testing data on the comparison sensor (thermodigital), obtained an average value of 3.75%. The error value is still categorized as a safe difference value and the tool works according to its function. Test data shows that the Cooler box can maintain a temperature between 5°C to 10°C, this temperature is ideal for slowing down the process of fish spoilage. Testing was carried out by integrating an Arduino Nano for real-time temperature monitoring which is displayed on the LCD and stored on a MicroSD. Test results show that this cooling system is effective in maintaining a stable temperature under various conditions of use, with an electrical energy consumption of 3111.38Wh per 6 hours.*

**Keywords:** *Peltier, Sensor NTC 10K, System Thermoelectric.*

**Abstrak.** Perkembangan teknologi dan kebutuhan industri modern semakin menuntut efisiensi energi yang tinggi dalam operasional mesin pendingin. Dalam konteks ini, pengembangan sistem kontrol mesin pendingin yang lebih efisien sangat diperlukan. *Cooler box* portable menggunakan teknologi *Thermoelectric Cooler* (TEC) merupakan inovasi untuk meningkatkan kualitas dan keawetan ikan hasil tangkapan nelayan di Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji *Cooler box* yang dapat menjaga suhu rendah dalam waktu yang lama. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen, rangkaian alat dan menggunakan dua rencana pengujian yaitu: pengujian statis dan dinamis. Komponen yang digunakan tiga elemen *Peltier* yang didukung oleh *power supply* 12V 54A, sensor suhu NTC 10K, dan pengatur termal pasif heatsink dengan kipas. Data pengujian presisi pada sensor pembanding (*thermodigital*), mendapatkan rata-rata nilai sebesar 3,75%. Nilai *error* masih di kategorikan nilai selisih aman dan alat bekerja sesuai dengan fungsinya. Data pengujian menunjukkan bahwa *Cooler box* dapat mempertahankan suhu antara 5°C hingga 10°C, suhu ini ideal untuk memperlambat proses pembusukan ikan. Pengujian dilakukan dengan mengintegrasikan Arduino Nano untuk monitoring suhu secara real-time yang ditampilkan pada LCD dan disimpan dalam MicroSD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pendingin ini efektif dalam menjaga suhu stabil dalam berbagai kondisi penggunaan, dengan konsumsi energi listrik sebesar 3111,38Wh per 6 jam.

**Kata Kunci:** *Peltier, Sensor NTC 10K, Sistem Thermoelectric.*

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, dengan 2/3 dari wilayahnya berupa perairan yang lebih luas dibandingkan dengan daratannya. Dengan keadaan pulau dan laut yang luas di Indonesia, sektor perikanan memiliki potensi yang sangat besar bagi pembangunan nasional. Salah satu contoh di wilayah Surabaya sebagian besar wilayahnya ditutupi oleh laut, luasnya laut di daerah Surabaya membuat sebagian penduduknya berprofesi sebagai nelayan, karena wilayahnya memiliki potensi perikanan yang sangat menjanjikan.

Sehingga sektor perikanan menjadi mata pencaharian utama bagi para nelayan di Surabaya.

Mayoritas nelayan yang ada di Surabaya adalah nelayan dengan kapal kecil yang masih memanfaatkan penangkapan serta penanganan dengan cara sederhana. Salah satu permasalahan yang masih terjadi pada nelayan sampai saat ini adalah proses pengawetan pasca penangkapan ikan. Untuk meningkatkan pendapatan para nelayan hasil tangkapan harus dijaga pada suhu rendah untuk mempertahankan kualitas ikan yang baik. Faktor utama yang membuat nilai jual ikan tinggi adalah kesegaran ikan tersebut. Spesifikasi ikan segar adalah ikan yang memiliki ciri yang sama dengan ikan hidup, memiliki kenampakan yang baik (mata, insang, lendir permukaan tubuh), serta memiliki kondisi daging, bau dan tekstur yang sesuai (SNI 2729:2013). Namun, ikan juga merupakan bahan pangan yang sangat mudah rusak karena mengandung banyak air dan protein.

Pembusukan ikan terjadi akibat degradasi daging ikan yang disebabkan oleh aktivitas enzim, perubahan biokimia, dan pertumbuhan mikroorganisme. Hal inilah yang menjadi tantangan para nelayan untuk membawa hasil tangkapan ikan sampai ke tangan konsumen dengan keadaan ikan yang masih segar.

Hasil tangkapan ikan harus dalam keadaan segar saat dijual dipasaran oleh karena itu, proses pendinginan sangat diperlukan oleh nelayan untuk mempertahankan mutu dari hasil tangkapan ikan. Sampai saat ini proses pendinginan atau teknik refrigerasi yang dilakukan para nelayan di Surabaya untuk pengawetan hasil tangkapan masih manual menggunakan *box* berlapis styrofoam dengan bantuan es batu dalam proses pendinginannya. Dalam menjaga kestabilan suhu di dalam *box* para nelayan harus mengganti es batu yang sudah mencair berulang kali. Pendinginan atau *chilling* ikan secara sederhana murah serta praktis dapat dilakukan dengan menggunakan es saja. Hanya penerapannya sering tidak efisien. Faktor penyebabnya antara lain suhu udara yang panas di daerah tropis seperti Indonesia dapat mengakibatkan es cepat mencair (Moeljanto, 1982). Sehingga, hal ini dinilai kurang efektif, karena selain sifat es batu yang mudah mencair, melakukan pergantian es batu berulang kali juga dapat merusak bagian tubuh ikan karena tertindih, sehingga hal ini menjadikan nilai jual ikan menjadi rendah di pasaran.

Suatu inovasi baru sangat dibutuhkan para nelayan, yang mana di era perkembangan teknologi sekarang ini manusia mampu mengembangkan teknologi yang dapat memudahkan suatu pekerjaan dengan cepat. Salah satu teknologi yang dapat memecahkan masalah kualitas produk ikan laut ini dengan membuat sebuah alat yaitu *Cooler box portable* dimana dapat meningkatkan kualitas ikan dengan cara mempertahankan suhu dingin di dalam *box* lebih lama. Selain itu juga alat ini dalam penggunaannya sangat praktis dan dapat dibawa kemana saja

sehingga memudahkan para nelayan saat berlayar dalam waktu yang lama. Salah satu metode pendinginan yang dikembangkan untuk menggantikan siklus kompresi uap adalah memanfaatkan prinsip *Thermo Electric Cooler (TEC)*, Salah satu komponen pendingin termoelektrik adalah *heatsink*. Penggunaan *heatsink* sebagai alat pengatur termal pasif untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh komponen elektronik kemudian dipindahkan ke media fluida sekitarnya, dapat berupa udara atau cairan.

*Thermo Electric Cooler (TEC)* memiliki dua sisi elemen, sisi elemen panas dan dingin. Dalam tugas akhir ini penulis akan membuat alat pendingin dengan memanfaatkan sisi dingin dari *TEC*. *Cooler box Portable* ini menggunakan *power supply* 12V 54A dan menggunakan sensor suhu NTC 10K sebagai alat pendeteksi suhu dalam *box* serta menggunakan 2 buah elemen *peltier* untuk sisi pendinginannya, hal tersebut dilakukan agar sistem pendingin pada *box* mencapai suhu 5°C - 10°C. Kemudian untuk memanfaatkan sisi dingin pada *Thermo Electric Cooler (TEC)* secara maksimal, maka pada sistem pendingin tersebut dilakukan pendinginan menggunakan kipas (*fan*) sebagai alat pendingin *heatsink* pada sisi panas. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh suhu yang optimal pada sistem pendingin *Cooler box*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### *Coolstorage*

*Coolstorage* merupakan komponen penting bagi nelayan karena fungsinya menyimpan dan menjaga kualitas ikan hasil tangkapannya sebelum akhirnya didistribusikan ke konsumen. Selain itu, bagi para nelayan kecil *coolstorage* sangat bermanfaat karena berimbas langsung pada pendapatan nelayan. Beragam kekhawatiran kerugian para nelayan, salah satunya pada nilai jual hasil tangkapannya.

### *Thermo Electric Cooler (TEC)*

Komponen elektronik yang menggunakan efek *peltier* untuk membuat aliran panas pada sambungan antara dua jenis material yang berbeda. *Thermo Electric* dibangun oleh dua buah semikonduktor dengan tipe yang berbeda, satu tipe N dan yang lainnya tipe P. Kedua semikonduktor diposisikan paralel secara termal dan ujungnya digabungkan dengan lempeng pendingin biasanya lempeng tembaga atau aluminium. Ini adalah pendingin elektronik yang memanfaatkan efek *peltier*, alat yang mengubah energi listrik menjadi energi panas. Terdiri dari dua komponen, dingin (panas yang diserap) dan panas (panas yang dikeluarkan) di satu sisi.

### ***Peltier***

Komponen yang digunakan dalam *Thermo Electric Cooler* adalah *peltier*. *Peltier* merupakan modul *Thermo Electric* yang terdiri dari dua buah pelat keramik pada setiap sisinya, dan dibagian tengahnya ada batang yang terbuat *bismuth telluride*. Pada saat *peltier* diberi tegangan sebesar 12V DC, satu sisi akan menghasilkan panas dan pada sisi lainnya akan menghasilkan udara dingin. Aliran arus DC yang melewati dua semikonduktor tersebut menciptakan perbedaan suhu. Sebagai akibat perbedaan suhu ini, *peltier* pendingin menyebabkan panas yang diserap dari sekitar pelat pendingin akan pindah ke pelat lain (*heatsink*).

### ***Heatsink***

Heatsink merupakan perangkat kontrol termal penyerap panas yang dipancarkan oleh komponen elektronik dan mentransfernya ke media fluida ke sekitarnya yang dapat berupa udara ataupun cairan.

### ***Kipas (fan) DC 12V***

Menurut F. Fery Yudisworo (2014). *Fan* adalah peralatan yang menyebabkan aliran suatu fluida gas dengan cara menciptakan sebuah bedatekan melalui pertukaran momentum dari bilah *fan* ke partikel-partikel fluida gas. *Impeller fan* mengubah energi mekanik rotasional menjadi energikinetik maupun tekanan dalam fluida gas.

### ***Arduino Nano***

Arduino Nano adalah papan pengembangan mikrokontroler yang populer dengan berbasis chip ATmega328P dan ukuran serta bentuknya sangat kecil.

Arduino Nano melibatkan konsep dasar pemrograman mikrokontroler, penggunaan pin input/output, serta pemahaman tentang bahasa pemrograman Arduino yang berbasis C/C++. Perbedaannya dengan Arduino Uno ialah terletak pada konektor Mini-B USB dan tidak adanya konektor *power supply*.

### ***Sensor Suhu NTC 10K***

Sensor suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah termistor NTC 10K. Alasan pemilihan sensor ini termasuk ukurannya yang kecil, yaitu 5 x 25 mm, dan kemampuannya yang tahan air.

*Thermistor NTC (Negative Temperature Coefficient)* paling cocok digunakan pada pengukuran temperatur yang membutuhkan presisi. Karakteristik *NTC* membuatnya sensitif terhadap perubahan temperatur, dengan resistansinya yang berkurang saat suhu meningkat. Ini membuatnya sangat berguna untuk aplikasi pengukuran suhu yang memerlukan akurasi tinggi. Di sisi lain, *thermistor PTC (Positive Temperature Coefficient)* lebih cocok digunakan sebagai saklar elektronik yang peka terhadap perubahan temperatur. *PTC* memiliki karakteristik resistansi yang meningkat saat suhu naik, yang bisa dimanfaatkan dalam aplikasi sebagai saklar suhu atau untuk membatasi arus pada suhu tertentu.

## **LCD**

*Liquid Crystal Display* atau yang biasa dikenal dengan disebut LCD merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi menampilkan karakter seperti tulisan, angka dan sebagainya. LCD banyak digunakan dalam bidang elektronika sebagai bahan pembelajaran dan merupakan komponen utama yang dipasang pada suatu alat untuk memberikan tampilan informasi sesuai yang diinginkan. Bentuknya sendiri menyesuaikan dari tipe LCD yang digunakan.

Modul LCD 16x2, setiap karakternya terdiri dari 8 baris dan 5 kolom pixel, dimana satu baris terakhir adalah kursor. Akses data (pembacaan maupun penulisan) pada LCD ini dilakukan melalui register data. (Derek, Allo, & Tulung, 2016)

## **Power Supply 12V**

*Power supply* adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai sumber tenaga untuk menjalankan perangkat lainnya. Perangkat ini memiliki komponen rangkaian yang mengonversi arus listrik AC menjadi arus listrik DC. *DC Power Supply* atau catu daya ini sering disebut juga dengan sebutan "adaptor".

## **Voltmeter Digital**

Voltmeter adalah suatu alat ukur yang digunakan untuk mengukur besaran tegangan atau beda potensial listrik antara dua titik pada suatu rangkaian listrik yang dialiri arus listrik. Alat ini terdiri dari tiga buah lempengan tembaga yang terpasang pada sebuah bakelite yang dirangkai dalam sebuah tabung kaca plastik (Sri, 2008).

## **Relay**

*Relay* adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat diaktifkan atau dinonaktifkan oleh arus listrik. Prinsip kerja relay didasarkan pada adanya solenoid, yaitu lilitan kawat pada inti besi, di sekitar tuas saklar. Ketika solenoid menerima arus listrik, ia menghasilkan medan magnet yang menarik tuas saklar, sehingga kontak saklar tertutup. Ketika arus listrik dihentikan, medan magnet solenoid hilang, dan tuas saklar kembali ke posisi awal sehingga kontak saklar terbuka kembali. *Relay* umumnya digunakan untuk mengendalikan aliran arus atau tegangan yang besar (seperti peralatan listrik dengan arus 4A pada tegangan AC 220V) dengan menggunakan arus atau tegangan yang jauh lebih kecil (misalnya 0,1A pada 12VDC). Dibawah ini adalah gambar bentuk fisik *relay*.

### **3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **Jenis Penelitian**

Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini, penulis menggunakan metode penelitian eksperimen. Menurut Hadi (1985), esensi dari penelitian eksperimen adalah untuk menyelidiki dampak perlakuan tertentu terhadap perilaku yang timbul sebagai hasil dari perlakuan tersebut. Dalam konteks ini, penelitian eksperimen dirancang untuk menguji hubungan sebab-akibat antara variabel independen (perlakuan) dan variabel dependen (perilaku atau respons). Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengendalikan variabel lain yang dapat memengaruhi hasil penelitian, sehingga dapat ditarik kesimpulan yang lebih pasti mengenai pengaruh langsung dari perlakuan yang diberikan.

Metode eksperimen digunakan untuk menguji rancangan sistem yang telah disusun. Rancangan sistem ini direpresentasikan dalam bentuk blok diagram, dan pengujian dilakukan menggunakan metode pengujian statis dan dinamis untuk menguji sistem kerja dari alat yang telah dirancang.

Dari tahap-tahap penelitian ini mendalam pada pengembangan teknologi penyimpanan ikan di kapal, dengan penekanan pada suhu optimal agar keutuhan ikan tetap terjaga. Sistem ini dirancang secara khusus untuk menghadapi tantangan lingkungan maritim, termasuk mengatasi getaran selama pelayaran, guncangan akibat gelombang laut, dan variasi cuaca laut yang dapat mempengaruhi kualitas penyimpanan ikan. Implementasi sistem akan dilakukan dengan membangun *Cooler box* berdasarkan prototipe yang telah diuji dan divalidasi sebelumnya. Data yang diperoleh dari uji tersebut akan dianalisis untuk mengevaluasi keberhasilan sistem. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif pada pengembangan teknologi pengawetan ikan melalui pendekatan rancang bangun *Cooler box*

yang inovatif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *Cooler box* sebagai solusi inovatif untuk pengawetan ikan dengan meningkatkan kualitas penyimpanan. Dalam studi literatur, akan dilakukan tinjauan menyeluruh terhadap teknologi terkini dalam penyimpanan dingin, metode pengawetan ikan, serta perkembangan terkini dalam sistem penyimpanan pendingin. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menitik beratkan pada efisiensi penyimpanan, tetapi juga mempertimbangkan faktor – faktor unik yang terkait dengan operasi kapal nelayan.

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada saat penulis menjalani studi semester VII dan VIII di Politeknik Pelayaran Surabaya untuk membuat proyekdan mengambil data-data penelitian serta melakukan analisis terhadap data yang telah diperoleh. Tempat penelitian sistem Rancang Bangun *Cooler box Portable* di kampus Politeknik Pelayaran Surabaya.

### **Pengujian Alat**

a. Uji statis

Pengujian dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat dari berdasarkan karakteristik *Cooler box* dan fungsi masing-masing *peltier*, *heatsink*, *fan* serta sensor suhu NTC 10K sebagai output untuk menampilkan data suhu ke layar LCD dan mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat dapat bekerja maksimal sesuai dengan fungsinya dan menulis hasilnya pada diagram grafik.

b. Uji Dinamis

Pengujian untuk kerja alat dilakukan di kampus Politeknik Pelayaran Surabaya. Hal-hal yang perlu diamati adalah kerja mikrokontroler arduino nano dalam memproses dan mengolah data dari sensor suhu NTC 10K, Arduino Nano juga harus dipastikan dapat mengontrol LCD dan Modul *microSD* dengan baik, sehingga tidak terjadi kesalahan pada data *output* yang diberikan oleh LCD. Dari pengujian ini akan diketahui kinerja dari alat yang dibuat dan telah disimpan pada *microSD* dan menulis hasil pengukuran pada diagram grafik.

c. Evaluasi

Evaluasi pada kinerja keseluruhan alat untuk mengetahui kerja rancang bangun *Cooler box Portable* ini. Selain itu juga memastikan program yang ditanam pada mikrokontroler arduino nano berjalan dengan baik dan tidak terdapat crash.

## Pengambilan Data

Pengambilan data berupa performa kualitas *box* sesuai dengan suhu yang diinginkan dan memastikan sistem *peltier* bekerja secara otomatis untuk pengawetan ikan, dilakukan dengan mengamati hasil pengukuran yang diperoleh melalui data *thermodigital* sebagai pembanding kemudian akan melakukan penyimpanan data pada *microSD* yang sudah diprogram.

## 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Masing Masing Komponen

Pengujian komponen menyatakan bahwa setiap komponen dalam kondisi baik, berfungsi dengan baik, dan bebas dari kesalahan atau tidak terdapat *error*. Jika komponen - komponen tersebut berfungsi dengan baik, maka dapat memberikan penulis data penelitian yang valid. Data penelitian kemudian diolah dan dianalisis untuk diambil kesimpulan. Pengujian komponen meliputi pengujian pada beberapa komponen sebagai berikut:

#### a. Uji Coba Arduino Nano

Pengujian Arduino Nano ini dijalankan menggunakan USB sebagai sumber listrik yang terhubung ke laptop. LED indikator merah pada papan akan menyala, menandakan bahwa Arduino Nano telah terhubung dan siap untuk digunakan. Kemudian Arduino Nano sudah dapat mengunggah program yang telah dibuat dari aplikasi Arduino IDE. Pengujian Arduino Nano dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

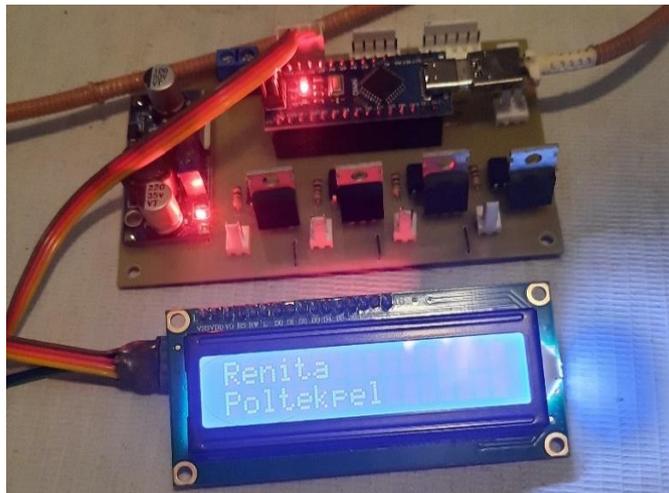
**Gambar 1. Uji Coba Arduino Nano**

#### b. Uji Coba LCD

Pengujian pada LCD ini dilakukan dengan cara menghubungkan Arduino Nano ke LCD dengan menggunakan kabel jumper. Kemudian langkah berikutnya ialah melakukan pemrograman atau *coding* dan selanjutnya proses pengunggahan *coding*.

Jika LCD dapat menampilkan karakter yang diinginkan dan sesuai dengan pemrograman (*coding*), maka LCD dinyatakan dapat bekerja dan berfungsi dengan baik.

Setelah program *coding* yang sudah dibuat kemudian diunggah, LCD akan berfungsi dengan menampilkan karakter “Renita” pada barisan pertama, kemudian pada barisan kedua akan menampilkan karakter “Poltekpel”.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

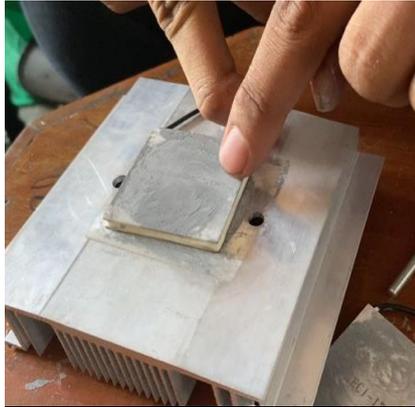
**Gambar 2. Uji Coba LCD**

Gambar 2 menunjukkan dengan tampilan karakter yang sesuai berdasarkan program *coding* yang diunggah, dapat disimpulkan bahwa LCD beroperasi dalam kondisi normal dan menunjukkan kinerja yang baik.

#### c. Uji Coba *Peltier*

Pengujian *peltier* merupakan langkah penting untuk memastikan kualitas dan kinerja Rancang Bangun *Cooler box* karena *peltier* ini adalah pengontrol utama pada perangkat ini, keandalan pada penggunaannya dan stabilitasnya sangat penting.

Pengujian pada *peltier* ini dilakukan dengan cara menghubungkan *power supply* terlebih dahulu ke *peltier* menggunakan kabel jumper kemudian sesuaikan tegangan dan arus yang diperlukan sesuai spesifikasi modul *peltier*. Pada pengujian ini diperlukan termometer untuk mengetahui suhu pada *peltier* mengalami perubahan kenaikan suhu apakah tidak. Pengujian pada *peltier* ini sangat penting guna mengevaluasi kinerja sistem pendingin termoelektrik dalam menjaga kestabilan suhu didalam *box* dan dapat menjaga kesegaran pada bahan makanan.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 3. Uji Coba Peltier**

Berdasarkan gambar 3 dapat disimpulkan bahwa modul *peltier* TEC-12706 dapat berfungsi dengan baik. Pengujian tersebut dilakukan di ruangan terbuka dan hasilnya membuktikan bahwa ketika *peltier* dihubungkan dengan *power supply*, *peltier* tersebut mengalami perubahan suhu dan terdapat bunga es pada modul *peltier*.

d. Uji Coba Sensor Suhu NTC 10K

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan suhu yang akan diukur pada ruangan didalam *box* dan memberikan keluaran atau data yang diperlukan untuk memantau suhu pada *box* pendingin. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan Arduino Nano ke sensor suhu NTC 10K dan LCD menggunakan kabel jumper, kemudian pastikan sensor terletak dengan baik di tempat yang mewakili suhu keseluruhan kotak. Pada saat *box* tertutup dan sistem pada sensor mencatat suhu dalam kotak secara periodik, data atau keluaran yang diambil dari dalam *box* akan ditampilkan di LCD sehingga hal ini memudahkan dalam memonitoring kenaikan suhu yang terjadi pada ruangan didalam *box* tanpa harus membuka *box* secara manual.

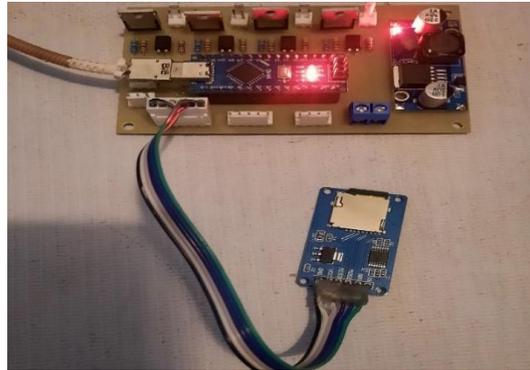


Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 4. Uji Coba Sensor Suhu NTC 10K**

e. Uji Coba *MicroSD Module*

Pengujian modul *MicroSD* dilakukan dengan menghubungkan modul tersebut ke Arduino Nano menggunakan kabel jumper. Kemudian, pemrograman (*coding*) dilakukan dan diunggah ke Arduino untuk mensimulasikan penyimpanan data log dalam format *file.txt*



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 5. Uji Coba MicroSD Module**

Gambar 5 ini adalah tampilan *MicroSD* telah berhasil terdeteksi setelah dihubungkan dengan Arduino Nano menggunakan kabel jumper dan telah mengunggah program (*coding*) yang telah dibuat, sehingga indikator lampu pada Arduino Nano menyala dan *MicroSD* siap digunakan.

f. Uji Coba *Power Supply 12 V*

Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan yang dihasilkan oleh *power supply* pada setiap jalur output yang tersedia. Pastikan tegangan tersebut sesuai dengan spesifikasi komponen. *Power Supply* dinyatakan berfungsi dengan baik jika diberi tegangan listrik maka lampu indikator pada *Power Supply* menyala dan seluruh komponen bekerja sesuai fungsinya.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 6. Uji Coba Power Supply 12 V**

Gambar 6 Menunjukkan bahwa *power supply* bekerja dengan baik dapat dilihat lampu indikator pada *power supply* sudah menyala.

g. Uji Coba Mosfet IRF540

*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* (MOSFET) berfungsi sebagai saklar elektronik atau sebagai pengatur arus dalam rangkaian elektronika. Mosfet dapat mengontrol aliran arus (dari *source* ke *drain*) dengan mengatur tegangan yang diterapkan pada gate. Proses pengujian ini sangat penting untuk mengatur aliran listrik (arus) dan mengontrol suhu pada *peltier*, memverifikasi bahwa perangkat beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dan memenuhi kebutuhan aplikasi secara maksimal. Selain itu, pengujian ini juga krusial untuk menilai kestabilan operasional perangkat dalam berbagai situasi lingkungan dan beban kerja yang beragam.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 7. Uji Coba Mosfet IRF540**

### Penyajian Data

Pengambilan data dilakukan diruangan tertutup, selama 3 – 5 hari berturut – turut. Data yang dikumpulkan kemudian diproses untuk menghasilkan informasi mengenai berbagai aspek, seperti penurunan suhu per satuan waktu, suhu terendah yang dapat dicapai, kecepatan pendinginan, konsumsi energi listrik, dan kinerja perangkat *peltier*. Informasi yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel, dan grafik. Tujuan dari pengambilan data ini adalah untuk memberikan dasar yang kuat dalam melakukan analisis dalam penelitian yang sedang dilakukan oleh penulis. Berikut adalah hasil pengukuran dan data yang telah diperoleh.

#### 1) Pengambilan data Pertama

Pengambilan data pertama dilakukan di ruangan tertutup pada hari Kamis, 18 Juli 2024. Untuk mengetahui tingkat akurasi pada sensor adalah dengan melakukan perbandingan data yang diperoleh dari sensor suhu NTC 10K yang ditampilkan secara

*real-time* pada LCD dengan pengukuran manual oleh sensor suhu *thermodigital*. Setelah data diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat kesalahan menggunakan rumus:

$$\text{Error (\%)} = \frac{(\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Alat Ukur Pembanding})}{\text{Nilai Alat Ukur Pembanding}} \times 100\%$$

#### Nilai Alat Ukur Pembanding

Rumus ini digunakan untuk menentukan persentase kesalahan antara nilai yang diukur oleh sensor dengan nilai yang diukur oleh alat ukur pembanding.

**Tabel 1. Pengambilan Data Pertama**

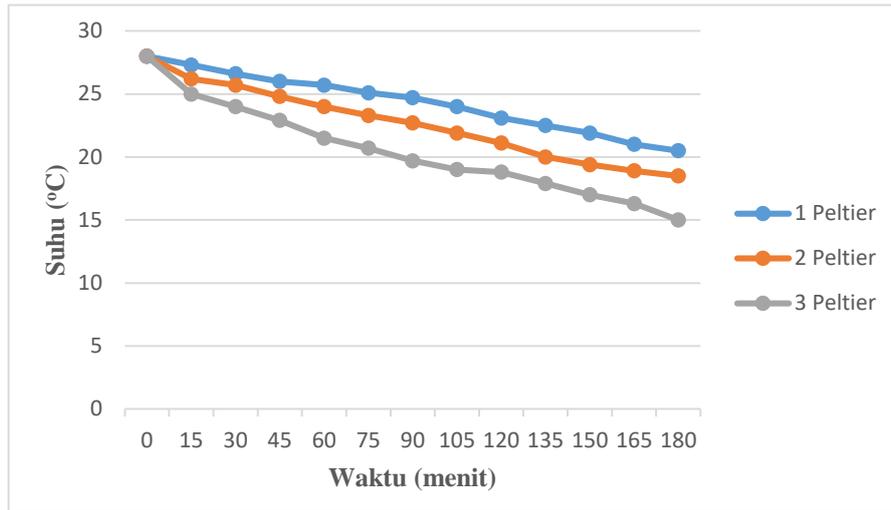
Waktu (Menit)	Suhu °C		Selisih	Error Sensor (%)
	LCD	<i>Thermodigital</i>		
Menit 1	29	29,6	0,6	<b>2,0%</b>
Menit 10	27,2	27,8	0,6	<b>2,15%</b>
Menit 20	24,5	25	0,5	<b>2,0%</b>
Menit 30	22	22,9	0,9	<b>3,9%</b>
Menit 40	20,9	21,4	0,5	<b>2,3%</b>
Menit 50	18,6	19,2	0,6	<b>3,1%</b>
Menit 60	17,3	18,1	0,8	<b>4,4%</b>
Menit 70	16,8	17,6	0,8	<b>4,5%</b>
Menit 80	16	17	1	<b>5,8%</b>
Menit 90	15,4	16	0,6	<b>3,7%</b>
Menit 100	14,7	15,5	0,8	<b>5,1%</b>
Menit 110	13,9	14,6	0,7	<b>4,7%</b>
Menit 120	13	13,7	0,7	<b>5,1%</b>
Rata-Rata				<b>3,75%</b>

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan hasil pengujian terhadap 2 sensor sebagai pembanding selama 120 menit. Diperoleh data rata – rata *error* yang cukup rendah pada sensor pembanding yaitu sebesar 3,75%. Dari hasil pengujian sensor ini dapat dilihat bahwa presisi sensor tidak berbeda jauh dengan sensor *thermodigital* yang digunakan sebagai pembanding dan masih dalam batas toleransi.

## 2) Pengambilan data Kedua

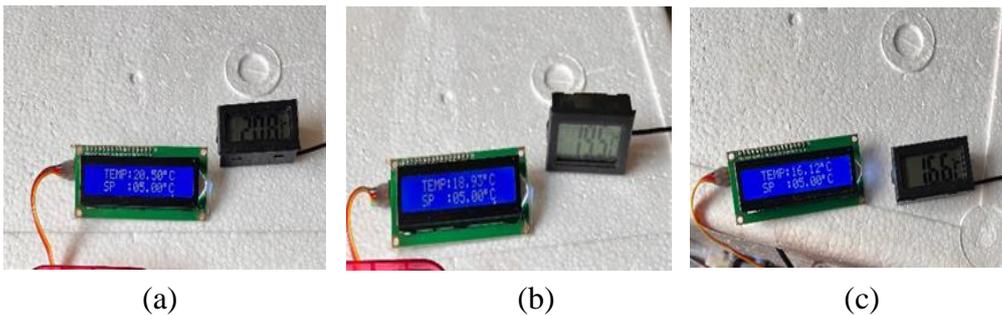
Pengambilan data kedua dilakukan pada hari Kamis 18 Juli 2024 pada ruangan tertutup. Untuk mengetahui kinerja *peltier* dalam memanfaatkan efek *Thermoelectric Cooler (TEC)*, penulis melakukan pengambilan data dengan menguji tiap *peltier* dalam *Cooler box* keadaan kosong atau tidak terisi muatan. Suhu awal pada setiap pengambilan data adalah 28°C. Data tentang penurunan suhu dikumpulkan hingga mencapai titik di mana suhu tidak berubah. Penurunan suhu yang dicapai oleh setiap *peltier* dalam 3 jam setiap interval waktu dapat diamati dalam Gambar 4.13 Dibawah ini:



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 8. Grafik Pengujian Masing-Masing Peltier**

Grafik Penurunan Suhu Pada *Cooler box* Kosong Dapat dilihat dari gambar 4.13 Suhu terlihat turun secara signifikan dimulai dari tingkat yang paling besar pengujian dengan 3 *peltier*, diikuti oleh pengujian dengan 2 *peltier*, dan akhirnya 1 *peltier*. Suhu terus menurun hingga mencapai titik di mana tidak turun lagi, yang dikenal sebagai suhu konstan atau suhu terendah yang dapat dicapai dari masing – masing *peltier*. Suhu awal pada *Cooler box* adalah 29°C, kemudian pada pengujian 1 *peltier* secara bertahap suhu menurun dan mencapai titik konstan 21°C dalam waktu 3 jam dimulai dari jam 09.00 – 11.00, 18.5°C untuk pengujian *dengan* menggunakan 2 *peltier* dan 15°C menggunakan 3 buah *peltier*.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 9. (a) pengujian 1 peltier, Gambar (b) pengujian 2 peltier, Gambar (c) pengujian 3 peltier**

### 3) Pengambilan data Ketiga

Setelah mengetahui kinerja dari masing – masing *peltier* berjalan dengan baik, selanjutnya pengambilan data ketiga yaitu mencari kemampuan pendinginan modul *peltier* yang digunakan dengan membandingkan dengan energi listrik yang digunakan.

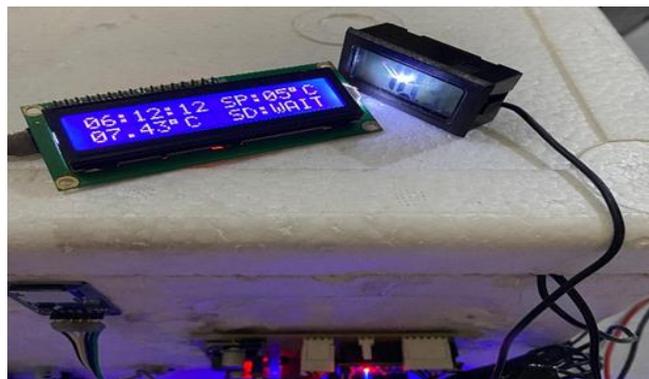
Pengambilan data ketiga dilakukan pada hari Jumat 19 Juli 2024 di ruangan tertutup. Dapat dilihat tabel dibawah ini daya listrik yang digunakan dengan menggunakan 3 *peltier* selama 6 jam dalam keadaan *box* tidak terisi muatan atau kosong.

**Tabel 2. Pengambilan Data Ketiga**

Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Suhu °C LCD
17.00	12,48	42,45	529,776	0	28
18.00	12,13	42,11	510,794	1021,00	17.2
19.00	12,14	41,08	498,711	1496,13	14.1
20.00	11,98	42,23	505,915	2023,66	10.8
21.00	12,09	41,16	497,624	2488,12	8.9
22.00	12,35	40,07	494,864	2969,18	7.4
<b>Rata-Rata</b>	12,20	41,51	506,280		

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Tabel 2 Pada pengambilan data ketiga dengan menggunakan media 3 *peltier*, terlihat suhu dalam *box* turun secara signifikan dalam waktu 6 jam dengan rata – rata daya yang digunakan 506,280 W. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja *peltier* baik dalam memberikan suhu dingin.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 10. Suhu rendah yang dicapai**

#### 4) Pengambilan data Keempat

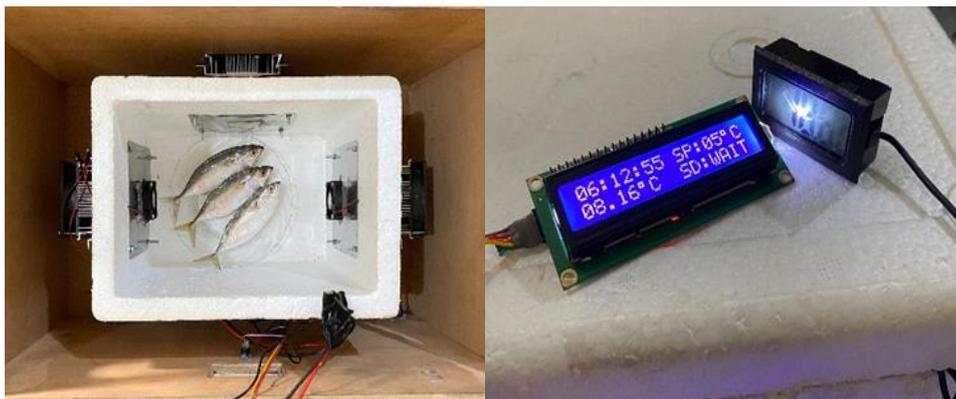
Pengambilan data keempat dilakukan pada hari Sabtu, 20 Juli 2024, di ruangan tertutup. penulis melakukan pengambilan data keempat dengan menggunakan media 3 *peltier*, serta menambahkan 250gr ikan sebagai muatan didalamnya. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui daya yang digunakan selama 6 jam untuk mencapai suhu paling rendah jika *Cooler box* diisi dengan muatan.

**Tabel 2. Pengambilan data Keempat**

Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Suhu °C
					LCD
17.00	12,45	42,44	526,333	0	28
18.00	12,20	42,35	516,670	1033,34	18.5
19.00	11,98	41,72	499,696	1499,08	15.1
20.00	12,00	42,22	506,640	2026,56	10.6
21.00	11,97	41,69	499,451	2497,25	8.9
22.00	11,95	41,77	499,416	2996,50	8.1
<b>Rata-Rata</b>	12.10	42,20	508,034		

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan tabel pengambilan data keempat terlihat suhu awal didalam *box* 28°C kemudian setelah menyalakan seluruh komponen yang ada pada *box*, terlihat suhu terus menurun selama 6 jam dengan rata - rata daya yang digunakan sebesar 508,034 W hingga mencapai suhu konstan pada 8.1°C, suhu rendah yang didapat dengan *box* terisi ikan sudah sesuai dengan *set point*, dan kinerja *peltier* dalam mendinginkan *box* memberikan kinerja yang baik.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 11. Pengujian Menggunakan Ikan Tanpa Pompa**

### 5) Pengambilan Data Kelima

Pengambilan data kelima dilakukan pada hari Minggu, 21 Juli 2024 menggunakan media 3 *peltier*, pompa air serta es batu tanpa menambahkan ikan sebagai muatan dalam *box*. Pengambilan data dengan menambahkan media pendingin lain dilakukan agar mengetahui berapakah suhu yang didapat dan pengaruh pompa air terhadap daya yang digunakan serta pengaruh es batu dan *thermo electric cooler (TEC)* sebagai media pendingin *Cooler box*.

**Tabel 4. Pengambilan Data Kelima**

Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Suhu °C
					LCD
17.00	12,48	43,24	540,307	0	28
18.00	12,32	43,13	531,833	1063,66	12
19.00	12,00	42,97	515,640	1546,92	9.4
20.00	11,96	43,11	515,925	2063,7	6.1
21.00	11,98	43,09	515,969	2579,84	5.9
22.00	11,95	42,98	513,431	3080,58	5.3
Rata-Rata	12,11	43,09	522,185		

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan tabel pengambilan data diatas, terlihat *peltier* bekerja dengan baik dalam memberikan suhu dingin dalam *box* hingga mencapai suhu 5.3°C dengan rata – rata daya yang digunakan sebesar 522,185 W, serta pengaruh media es batu dan pompa air dalam membantu *peltier* dalam menyebarkan dinginnya membuat suhu didalam *box* terus menurun secara signifikan hingga mencapai *set point* yang sudah ditentukan.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 12. Pengujian menggunakan pompa dan es batu**

## 6) Pengambilan Data Keenam

Pengambilan data keenam dilakukan pada hari Senin 22 Juli 2024 setelah pengambilan data keempat. Penulis melakukan pengambilan data dengan menggunakan media 3 *peltier*, pompa air, es batu serta menambahkan 250gr ikan dalam *box*. Hal ini dilakukan agar mengetahui daya listrik yang digunakan jika menambahkan komponen listrik lain serta suhu yang dihasilkan dari pengaruh media pendingin lainnya dalam menghasilkan suhu pada *box*.

**Tabel 3. Pengambilan Data Keenam**

Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Suhu °C
					LCD
17.00	12,60	43,59	549,214	0	28
18.00	12,48	43,35	540,888	1081,78	14
19.00	12,30	42,92	527,076	1581,22	10.4
20.00	12,27	42,98	527,259	2109,04	7.8
21.00	12,19	42,63	518,044	2590,22	6.9
22.00	12,17	42,61	518,564	3111,38	6
Rata-Rata	12,33	43,01	530,174		

Sumber: Dokumentasi Pribadi



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 13. Pengujian Menggunakan Ikan, Pompa, Dan Es Batu**

Berdasarkan table 5 *peltier* mampu memberikan pengaruh kinerja yang baik dalam perannya *thermo electric cooler* yaitu dalam memberikan suhu dingin dengan menambahkan media es batu dan pompa air dalam penerapannya suhu ruang *box* menjadi maksimal dan mampu mencapai set point yang sudah ditentukan pada suhu 6°C dengan rata – rata daya yang digunakan sebesar 529,010W. Penambahan pompa air dan es batu dalam penelitian *Cooler box* ini bertujuan untuk mempercepat pembuangan kalor dalam *box* dan membuat *peltier* berkerja dengan maksimal untuk menghasilkan suhu dingin. Air dan es batu ini dijadikan simulasi bila para nelayan

berlayar menggunakan *Cooler box* dan ingin mempercepat penggunaan untuk mencapai suhu rendah, air dan es batu bisa diganti dengan air laut yang mengalir sehingga dalam penerapannya memudahkan nelayan agar mendapatkan suhu rendah lebih cepat dan stabil.

## Analisis Data

Analisis data menjadi langkah penting dilakukan dalam mengevaluasi sistem *Thermo Electric* pada *peltier* dalam menjaga kekonsistenan suhu pada *Cooler box*, dengan menganalisis kita dapat memahami pola fluktuasi dan respons dari sistem *peltier*, serta dapat mengetahui tingkat keakuratan dari alat yang dibuat oleh penulis yaitu Rancang Bangun *Cooler box* Menggunakan *Peltier*.

### 1) Analisis Pengujian Masing -Masing *Peltier*

Pada pengambilan data pertama dengan menguji masing – masing modul *peltier*, terlihat pola fluktuasi terjadi jika suhu dalam *Cooler box* stabil dan tidak akan turun lebih rendah lagi setelah jumlah kalor yang keluar dari dalam *Cooler box* sebanding dengan jumlah kalor yang masuk. Pada grafik 4.13 terlihat dengan melakukan pengujian 3 *peltier* pada ukuran *box* penulis suhu yang dicapai lebih rendah dari pengujian menggunakan 2 *peltier* dan yang terakhir adalah dengan 1 *peltier*. Ini sesuai dengan penemuan Mainil *et al.* (2015), bahwa semakin banyak modul *peltier* yang digunakan, maka penurunan suhu *Cooler box* akan meningkat secara proporsional.

Dalam proses termal, delta T ( $\Delta T$ ) mengacu pada perbedaan suhu yang digunakan untuk menunjukkan perubahan suhu dalam berbagai aplikasi termal. Untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi selama 3 jam pada pengambilan data pertama dalam pengujian masing – masing *peltier*, penulis menggunakan rumus delta T ( $\Delta T$ ), Rumus umum untuk menghitung  $\Delta T$  adalah:  $\Delta T = T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$ .

#### a. Pengujian Menggunakan 1 *Peltier*

$$\begin{aligned}\Delta T &= |21^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}| \\ &= - 8^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

Pada pengujian 1 *peltier*  $\Delta T$  yang didapat adalah  $-8^{\circ}\text{C}$ , yang menunjukkan penurunan suhu sebesar  $8^{\circ}\text{C}$ .

#### b. Pengujian Menggunakan 2 *Peltier*

$$\begin{aligned}\Delta T &= |18,5^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}| \\ &= -10,5^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

Pada pengujian menggunakan 2 *peltier*  $\Delta T$  yang didapat adalah  $-10,5^{\circ}\text{C}$ , yang menunjukkan penurunan suhu sebesar  $10,5^{\circ}\text{C}$ .

c. Pengujian Menggunakan 3 *Peltier*

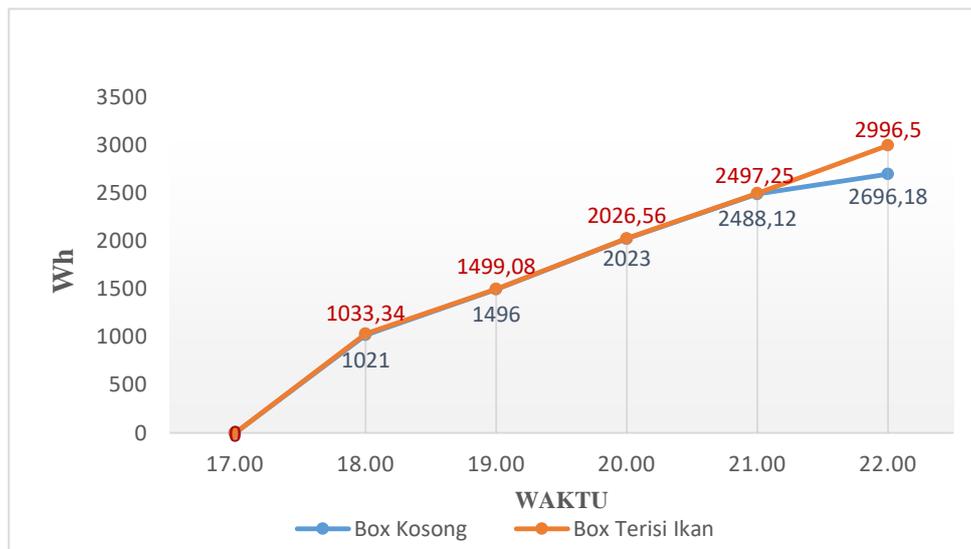
$$\Delta T = |15^{\circ}\text{C} - 29^{\circ}\text{C}|$$

$$= -14^{\circ}\text{C}$$

Pada pengujian menggunakan 2 *peltier*  $\Delta T$  yang didapat adalah  $-14^{\circ}\text{C}$ , yang menunjukkan penurunan suhu sebesar  $14^{\circ}\text{C}$ .

## 2) Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem *Peltier*

Pada pengambilan data pertama dan kedua terlihat bahwa rata – rata daya listrik yang digunakan untuk mendinginkan suhu dalam *box* adalah  $506,280\text{W}$  dengan keadaan *box* kosong dan  $508,034\text{W}$  *box* terisi muatan ikan, dengan total energi (Wh) yang digunakan sebesar  $2996,50$  penggunaan *Cooler box* selama 6 jam. Berikut dibawah ini grafik penggunaan energi listrik terhadap waktu jika *Cooler box* tidak menggunakan pompa.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 14. Gambar Grafik Penggunaan Energi Tanpa Pompa**

Untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi dalam pengujian menggunakan 3 *peltier* dalam *box* keadaan kosong dan berisi muatan sesuai pengambilan data ketiga, penulis melakukan perhitungan menggunakan rumus  $\Delta T$ .

a. Pengambilan data tabel 4.2

$$\Delta T = |7,4^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}|$$

$$= -20,6^{\circ}\text{C}$$

Pada pengujian menggunakan 3 *peltier* dalam *box* keadaan kosong, menunjukkan penurunan suhu sebesar 20,6 °C dalam waktu 6 jam.

b. Pengambilan data tabel 4.3

$$\begin{aligned}\Delta T &= |8.1\text{ }^{\circ}\text{C} - 28\text{ }^{\circ}\text{C}| \\ &= -19.9\text{ }^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

Pada pengujian menggunakan 3 *peltier* dalam *box* keadaan terisi ikan, menunjukkan penurunan suhu sebesar 19.9 °C dalam waktu 6 jam.

Pada pengambilan data kelima dan keenam penulis menambahkan media pompa air dan es batu yang bertujuan untuk mempercepat pembuangan kalor dalam *box* sehingga memaksimalkan kinerja *peltier* dalam menyebarkan suhu dingin ke dalam *box*. Penggunaan pompa dan menjalankan 3 *peltier* membuat energi listrik yang digunakan juga bertambah. Berikut dibawah ini grafik penggunaan energi listrik jika *Cooler box* menggunakan pompa air.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 15. Grafik Penggunaan Energi Dengan Pompa**

Pada grafik penggunaan energi listrik dengan menggunakan pompa air terlihat bahwa total pemakaian energi listrik oleh sistem pendingin *peltier* adalah sebesar 3080,58Wh dalam keadaan *box* kosong dan 3111,38Wh pada saat *box* terisi muatan atau ikan, dengan rata – rata tegangan, arus dan daya saat *box* terisi ikan adalah 12,33V; 43,01A; 530,174W.

Untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi dalam pengujian menggunakan 3 *peltier* dengan menggunakan pompa serta es batu, penulis melakukan perhitungan

menggunakan rumus  $\Delta T$  untuk mengetahui berapa perubahan suhu yang terjadi sebagai berikut:

- a. Pengambilan data tabel 4.4

$$\begin{aligned} \Delta T &= |5,3\text{ }^{\circ}\text{C} - 28\text{ }^{\circ}\text{C}| \\ &= -22,7\text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

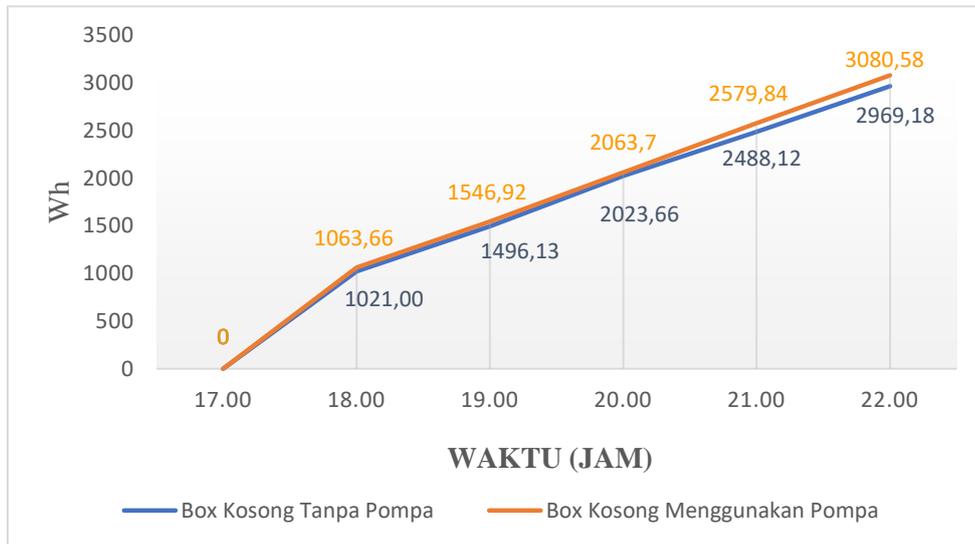
Pada pengujian menggunakan 3 *peltier* menggunakan pompa dan es batu dalam *box* keadaan kosong, menunjukkan penurunan suhu sebesar 22,7 °C dalam waktu 6 jam.

- b. Pengambilan data tabel 4.5

$$\begin{aligned} \Delta T &= |6\text{ }^{\circ}\text{C} - 28\text{ }^{\circ}\text{C}| \\ &= -22\text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

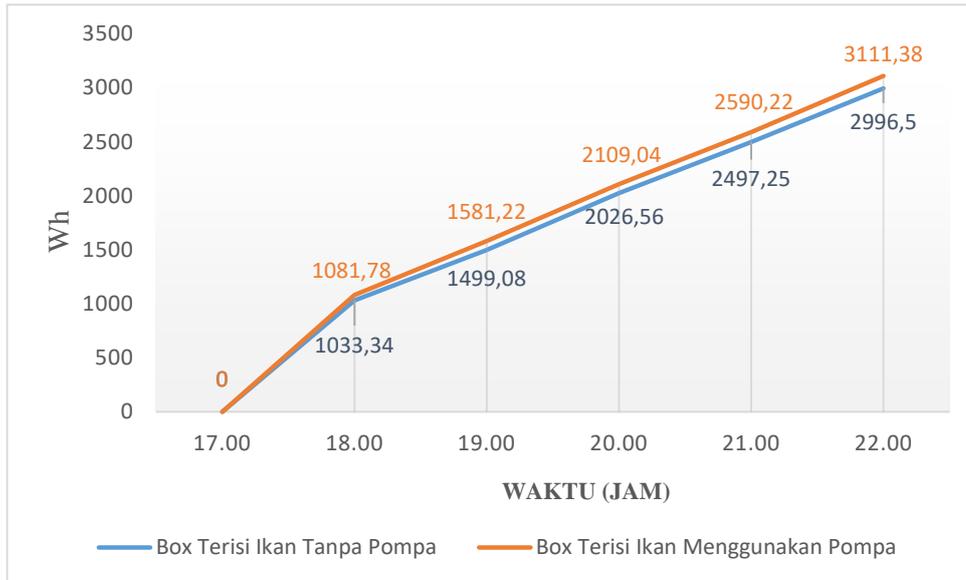
Pada pengujian menggunakan 3 *peltier*, pompa dan es batu dalam *box* keadaan terisi ikan, menunjukkan penurunan suhu sebesar 22°C dalam waktu 6 jam.

Adapun dibawah ini grafik penggunaan energi listrik ketika *box* dalam keadaan kosong dan keadaan *box* terisi muatan ikan dengan menggunakan pompa dan tanpa pompa sebagai berikut:



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 16. Grafik Energi Listrik Box Kosong Tanpa Pompa dan Box Kosong Menggunakan Pompa**



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar 17. Grafik Energi Listrik Box Terisi Ikan Tanpa Pompa dan Menggunakan Pompa**

Berdasarkan grafik penggunaan energi listrik jika *Cooler box* menggunakan pompa dan tidak menggunakan pompa, dapat dilihat bahwa untuk penggunaan *Cooler box* dengan menambahkan pompa, energi yang dibutuhkan untuk membuat *box* dingin dan stabil selama pemakaian 6 jam adalah 3111,38Wh atau 3,111kWh. Spesifikasi sistem tegangan, arus dan daya serta perhitungan energi total pemakaian sesuai dengan perhitungan manual pada rencana pengujian. Data pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang memenuhi spesifikasi kinerja yang telah ditetapkan. Meskipun terdapat perbedaan angka, namun hal tersebut masih berada dalam batas toleransi yang diperbolehkan.

Berdasarkan grafik data dan pengambilan data diatas dinyatakan *peltier* mampu mendinginkan suhu ruang tertutup dalam *box* dengan muatan ikan didalamnya dibawah  $10^{\circ}\text{C}$ . Setelah pemakaian alat selama kurang lebih 3 jam, kondisi ruang tertutup pada *box* dapat dijaga tetap stabil dibawah  $10^{\circ}\text{C}$  selama komponen diberi energi listrik terus menerus, hal ini terjadi dikarenakan penulis melakukan pemrograman pada Arduino Nano untuk proses monitoring dengan mengatur set point, jika *set point* sudah tercapai maka kipas akan berputar dengan kecepatan rendah namun sebaliknya jika *set point* belum tercapai kipas dalam fungsinya mengeluarkan kalor dalam *box* akan berputar dengan kecepatan tinggi.

Suhu maksimal yang didapat dari ke 4 pengambilan data diatas sebesar 5°C untuk suhu ruang tertutup dalam *box*, secara kimiawi dan enzimatik aktivitas pembusukan ikan menerapkan rantai dingin pada suhu 2°C hingga 10°C. Sistem pendingin *peltier* atau *TEC* yang dirancang telah memenuhi kriteria tersebut karena suhu yang dipertahankan berada di bawah 10°C, sesuai dengan target yang ditetapkan untuk memperlambat proses pembusukan ikan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan dari perancangan yang telah penulis buat dan melakukan pengujian pada alat “Rancang Bangun *Cooler Box Portable* Menggunakan *Peltier*”, serta melakukan analisis data pengujian alat tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Pengaruh sistem kinerja pendingin *peltier* atau *Thermo Electric Cooler* yang telah dirancang oleh penulis mampu mendinginkan suhu ruangan didalam *box* sebesar 5°C sesuai dengan *set point* dengan total konsumsi energi listrik sebesar 3111,38 Wh yang sama dengan 3,111 kWh/ 6 jam, dengan menggunakan pompa serta es batu untuk mempercepat pembuangan kalor sehingga proses pendinginan semakin cepat mencapai suhu rendah, namun dengan menggunakan lebih banyak komponen maka energi listrik semakin bertambah.
- 2) Rancang bangun *Cooler box* dapat mempertahankan *temperature* yang lebih lama dengan memastikan energi listrik yang dipakai mencukupi untuk jangka penggunaan *box* pendingin sampai waktu yang diinginkan. Pastikan juga tutup *Cooler box* dapat menutup secara rapat dan kedap udara sehingga mengurangi aliran udara masuk dan keluar dari dalam *box*. Dalam mempertahankan suhu yang lebih lama penulis juga memanfaatkan pengaruh kinerja pada pompa air, es batu, hal ini dilakukan agar sisi dingin *peltier* dapat terus menyebarkan dingin ke dalam *box*.

### Saran

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian tentang “Rancang Bangun *Cooler Box Portable* Menggunakan *Peltier*”, saran yang sesuai untuk meningkatkan tujuan dan manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Diperlukan penelitian lanjutan dengan pengujian yang lebih komprehensif untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap kondisi ikan di dalam *Cooler Box Portable* Menggunakan *Peltier*. Penelitian ini perlu mempertimbangkan parameter

tambahan selain suhu ruang dalam *box*, agar hasilnya lebih akurat dan dapat memberikan informasi yang lebih lengkap.

- 2) Perlu memperhatikan ukuran *box* yang ingin dipakai dengan jumlah *peltier* agar suhu dari *peltier* dapat menyebarkan suhu dingin dengan maksimal, juga diperlukan penelitian lanjutan untuk melakukan pengujian dengan menggunakan lebih banyak ikan di dalam cooler box, agar mengetahui apakah dengan banyaknya ikan mampu mempengaruhi suhu di dalam cooler box.

## REFERENSI

- Ab Rahman, R., Mohamad, M. A. H., Kaamin, M., Batcha, M. F. M., Mazlan, M. D. A., Rosli, M. L., & Aziz, M. A. A. C. (2022). Experimental study of Peltier-based thermoelectric cooling box system. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics*, 94(1), 1-6.
- Ahsani, M. (2015). Rancang bangun pendingin ruangan portable dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada thermo electric cooler (TEC). *Jurnal Rekayasa Mesin*, 3(01).
- Ashari, Y., Widjonarko, W., & Rudianto, B. (2020, December). Rancang bangun coolcase portabel menggunakan modul TEC1-12710. In *Prosiding Seminar Nasional NCIET* (Vol. 1, No. 1, pp. 99-110).
- Bahari, M. C., Suprpto, D., & Hutabarat, S. (2014). Pengaruh suhu dan salinitas terhadap penetasan kista artemia salina skala laboratorium. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(4), 188-194.
- Derek, O., Allo, E. K., & Tulung, N. M. (2016). Rancang bangun alat monitoring kecepatan angin dengan koneksi wireless menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 5(4), 1-7.
- Gunawan, P. N. (2011). Power supply.
- Maulana, T., & Rizal, T. A. (2021). Rancang bangun dan evaluasi kinerja kotak pendingin berbasis termoelektrik. *JURUTERA-Jurnal Umum Teknik Terapan*, 8(01), 1-10.
- Yudisworo, F. F. (2014). Prinsip kerja fan dan impeller dalam sistem pengolahan udara. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 12(3), 45-60.