

## RANCANG BANGUN PENDINGIN RUANGAN *PORTABLE* DENGAN MEMANFAATKAN EFEK PERBEDAAN SUHU PADA *THERMO ELECTRIC COOLER (TEC)*

**Munib Ahsani**

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
munifahsani92@yahoo.co.id

**Agung Prijo Budijono**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
agung\_pbudiono@yahoo.co.id

### Abstrak

Sistem pendingin ruangan yang umum digunakan sekarang adalah *Air Conditioner (AC)*, yang mana penggunaan zat kimia seperti gas freon atau zat refrigran tidak ramah lingkungan dapat merusak lapisan ozon di atmosfer bumi yang berdampak terhadap pemanasan global. Oleh karena itu, diperlukan alternatif/terobosan baru dari sistem pendingin yang tidak menggunakan zat kimia sehingga ramah lingkungan yaitu menggunakan modul pendingin *Thermo Electric Cooler (TEC)* yang memanfaatkan sisi dingin pada *Thermo Electric Cooler (TEC)*. *Thermo Electric Cooler (TEC)* ketika disupply tegangan DC (arus searah) salah satu sisi akan menjadi panas, sementara sisi satunya akan menjadi dingin, untuk memaksimalkan proses pendinginan, maka sisi panas *Thermo Electric Cooler (TEC)* harus diturunkan serendah mungkin dengan menggunakan kipas(*fan*), *heat sink* dan Thermal pasta(*Thermal grease*). Dimensi ruangan yang didinginkan Panjang 55 cm, Lebar 45 cm dan Tinggi 40 cm. Jumlah *Thermo Electric Cooler (TEC)* 8 buah bertegangan 12 volt, arus 6 Ampere, dimensi 40 x 40 mm dan tebal 4 mm. *Thermo Electric Cooler (TEC)* disusun secara paralel dan kelistrikan disusun secara seri. Jumlah kipas(*fan*) 3 buah (2 buah kipas sisi panas dan 1 buah kipas sisi dingin) dan komponen sistem pendingin ruangan ini meliputi *Power supply*, *Thermo Electric Cooler (TEC)*, *Heat sink*, Kipas(*fan*), *Junction terminal*, Sterofoam/Isolator dan Thermal pasta(*Thermal grease*). Sistem pendingin ini membutuhkan daya 277,2 Watt. Pengerjaan pada sistem pendingin ruangan ini meliputi proses perancangan desain alat, pemilihan material, perakitan komponen, perakitan kelistrikan dan memasang unit sistem pendingin dengan ruang pendingin. Setelah tahap pemasangan komponen selesai maka dilakukan tahap pengujian. Pengujian variabel tahap pertama dilakukan dengan kedua kipas menghembuskan udara ke arah *heat sink* sisi panas didapat hasil 24,6°C dan pengujian variabel tahap kedua dilakukan kedua kipas menarik udara panas dari *heat sink* sisi panas didapat hasil 24,8°C pengujian dilakukan selama 30 menit dengan temperatur awal ruangan 30,8°C, semakin lama proses pendinginan, maka semakin optimal suhu ruangan yang didinginkan, untuk pengembangan *Thermo Electric Cooler (TEC)* pada sistem pendingin ruangan selanjutnya bisa difokuskan menurunkan panas serendah mungkin pada *heat sink* sisi panas. Hasil pengujian menghasilkan suhu ruangan sesuai dengan yang diinginkan, maka pembuatan alat sistem pendingin berhasil dibuat dan siap digunakan sebagai alat pendingin ruangan yang efektif, efisien dan ramah lingkungan.

**Kata Kunci:** *Air Conditioner (AC)*, *Thermo Electric Cooler (TEC)*, komponen sistem pendingin.

### Abstract

Air conditioning systems commonly used today is the Air Conditioning (AC), in which the use of chemical substances such as freon gas or environmentally unfriendly substances refrigran can damage the ozone layer in the earth's atmosphere that have an impact on global warming. Therefore, needed alternative/new breakthrough of the cooling system that does not use chemicals that are environmentally friendly using cooling module Thermo Electric Cooler (TEC) which utilizes the cold side of the Thermo Electric Cooler (TEC). Thermo Electric Cooler (TEC) when the supply voltage of the DC (direct current) one side will be hot, while the other side would be cool, to maximize the cooling process, the hot side Thermo Electric Cooler (TEC) should be lowered as low as possible by using a fan, heat sink and thermal paste (thermal grease). A refrigerated room dimensions Length 55 cm, width 45 cm and 40 cm High. Number of Thermo Electric Cooler (TEC) 8 pieces of voltage 12 volt, 6 Ampere current, dimensions 40 x 40 mm and 4 mm thick. Thermo Electric Cooler (TEC) are arranged in parallel and electricity are arranged in series. Number of fan 3 pieces (2 pieces fan hot side and 1 fan cool side) and components of air conditioning systems include power supply, Thermo Electric Cooler (TEC), heat sink, fan, Junction terminal, Sterofoam/isolator and Thermal paste (thermal grease). This cooling system requires power 277.2 Watt. Work on this air conditioning system includes process design tool design, material selection,

component assembly, electrical assembly and mounting the cooling system with a cooling chamber. Having completed the installation phase component conducted testing phase. Testing variable first stage performed with both fans blowing air toward the hot side heat sink results obtained 24.6°C and testing of the second stage second variable fan draws hot air from the hot side heat sink 24.8°C obtained results of testing carried out for 30 minutes with the initial temperature of 30.8°C room, the longer the cooling process, the more optimal temperature refrigerated room, for the development of Thermo Electric Cooler (TEC) in the air conditioning system can then be focused on lowering the heat as low as possible on the hot side of the heat sink. The test results produce in accordance with the room temperature is desired, then the manufacturing tool cooling system successfully created and is ready for use as an air conditioner which is effective, efficient and environmentally friendly.

**Keywords:** Air Conditioner (AC), Thermo Electric Cooler (TEC), components of the cooling system.

## PENDAHULUAN

Pendingin merupakan suatu kebutuhan bagi manusia, sebagai pendingin ruangan, penggunaan AC (*Air Conditioner*) mulai meningkat secara signifikan. Ini merupakan salah satu dampak yang dirasakan oleh negara Indonesia karena memiliki iklim tropis. Sistem pendingin yang umum digunakan sekarang menggunakan sistem kompresor dan gas *freon* yang mana penggunaan zat kimia dapat merusak lapisan ozon di atmosfer bumi yang berdampak terhadap pemanasan global. Semakin tipisnya lapisan ozon bumi menyebabkan semakin meningkatnya suhu di bumi sehingga berakibat semakin meningkatnya kebutuhan akan suatu sistem pendingin. Selain itu, AC (*Air Conditioner*) juga memerlukan daya listrik yang tinggi. Ini menimbulkan pemborosan dari energi listrik itu sendiri.

Mengacu pada penelitian terdahulu yaitu Skripsi Mangsur FT UI, 2010 yang berjudul pengembangan cool box tipe cb-02 multi fungsi ramah lingkungan berbasis termoelektrik untuk kendaraan roda dua. Pengembangan termoelektrik yang diterapkan pada box motor. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi pada box motor yang sudah ada dipasaran dengan volume 30 Liter menjadi suatu alat pendingin yang dinamakan *cool box*. *Cool box* ini memakai tegangan aki sepeda motor sebesar 12 VDC dengan menggunakan elemen peltier ganda, fan dan heatsink yang penempatannya berada di bawah box motor. *Cool box* tersebut menggunakan termoelektrik berupa 4 elemen peltier ganda untuk sisi pendinginannya. Hal ini bertujuan meningkatkan fungsi sistem pendingin pada box motor agar mencapai suhu kabin sebesar  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  serta diperoleh kapasitas beban maksimal 5 liter dan ramah terhadap lingkungan ketika digunakan.

Oleh karena itu, diperlukan alternatif/terobosan baru untuk membuat alat pendingin ruangan yang lebih mudah dibuat serta tidak menggunakan zat kimia sehingga ramah lingkungan dan mudah perawatannya yaitu menggunakan modul *Thermo Electric Cooler (TEC)*. Modul *Thermo Electric Cooler (TEC)* ini mempunyai tegangan kerja 12 volt DC dengan arus

yang dapat mencapai 6 Ampere. Modul *Thermo Electric Cooler (TEC)* ini mempunyai 2 sisi elemen, yaitu sisi elemen panas dan sisi elemen dingin.

Dalam tugas akhir ini akan dibuat alat pendingin dengan memanfaatkan sisi dingin *Thermo Electric Cooler (TEC)*. Untuk memaksimalkan sisi dingin *Thermo Electric Cooler (TEC)* maka pada sistem pendingin ini dilakukan pendinginan menggunakan kipas(*fan*) sebagai alat bantu pendinginan *heat sink* sisi panas. Pada penelitian ini bertujuan untuk memperoleh suhu dingin yang optimal pada sistem pendingin.

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, maka perkembangan teknologi dibidang teknik pendingin menjadi semakin pesat. Sesuai dengan uraian di atas, penulis selaku penyusun mengangkat judul Tugas Akhir “Rancang Bangun Pendingin Ruangan Portable Dengan Memanfaatkan Efek Perbedaan Suhu Pada *Thermo Electric Cooler (TEC)*”.

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, masalah yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Bagaimanakah rancang bangun pendingin ruangan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)*, Bagaimanakah cara kerja sistem pendingin ruangan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)* ?
- Komponen apa saja yang dibutuhkan untuk membuat rancang bangun pendingin ruangan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)* ?
- Bagaimanakah desain dan susunan komponen yang digunakan untuk membuat rancang bangun pendingin ruangan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)*?

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini antara lain adalah:

- Rancang bangun pendingin ruangan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)*.

- Menghasilkan udara dingin dengan pemanfaatan teknologi *thermo electric cooler (TEC)* yang jika mendapatkan sumber listrik, maka permukaannya akan menjadi dingin kemudian disebarkan keseluruhan ruangan dengan bantuan kipas(*fan*).
- Rancang bangun pendingin ruangan *portable* memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)* membutuhkan komponen peltier, heat sink, power supply dan kipas.
- Desain dan susunan komponen alat pendingin ini lebih mudah dibuat yang memiliki nilai estetika, hemat energi dan menguji kinerja sistem pendingin ruangan yang memakai elemen peltier, heat sink dan kipas(*fan*).

Manfaat yang diharapkan dalam penulisan ini adalah:

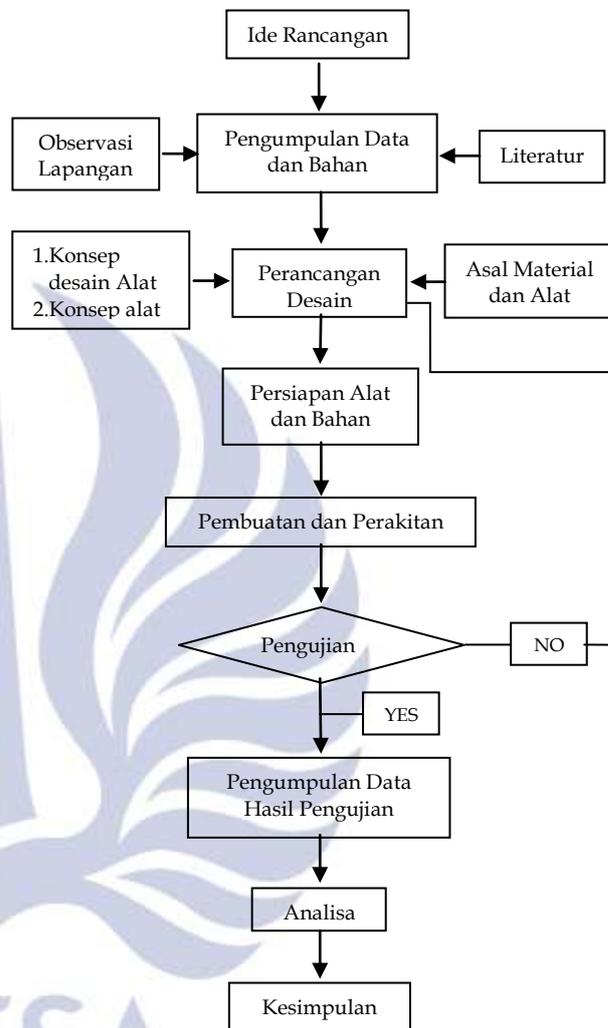
- Bagi penulis :  
Pengalaman penulis untuk merancang bangun pendingin ruangan portable dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)* dan Menerapkan teori yang didapat dalam suatu alat sistem pendingin.
- Bagi masyarakat dan lingkungan :  
Masyarakat dapat menjangkau pemakaian pendingin ruangan yang efektif, efisien dan ramah lingkungan dan Kepedulian terhadap lingkungan yaitu mengurangi efek samping yang mengakibatkan penipisan lapisan ozon yang berdampak pada global warming.
- Bagi jurusan :  
Menambah referensi untuk jurusan dalam mengembangkan peralatan sistem pendingin ruangan dan Meningkatkan kreatifitas mahasiswa dalam merancang dan membuat peralatan sistem pendingin ruangan *Portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)* yang berbasis ramah lingkungan.

**METODE**

Metode yang digunakan penulis ini adalah eksperimen (*experimental research*). Penulisan ini berusaha untuk menghasilkan suatu rancang bangun pendingin ruangan portable dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)* yang sederhana dan mudah dibuat serta tidak menggunakan zat kimia sehingga ramah terhadap lingkungan. Kegiatan perancangan dan perakitan dimulai pada bulan Agustus 2015 di bengkel Garnesa Racing Team dan di Laboratorium Mekatronika Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unesa selama pembuatan rangka dan perakitan komponen dilakukan.

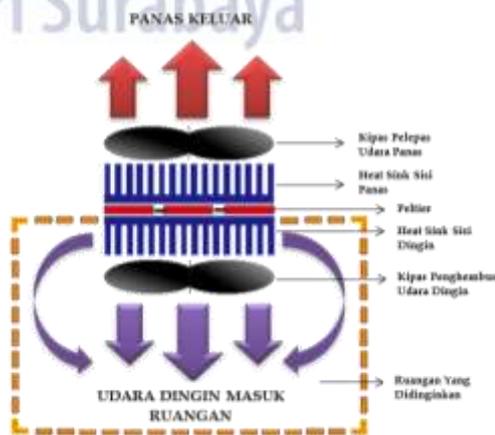
**Rancangan Penulisan**

Bagan dari rencana kegiatan pembuatan alat rancang bangun pendingin ruangan portable dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)* adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Perencanaan Kegiatan

**Langkah Kerja**



Gambar 2. Mekanisme Langkah Kerja Sistem Pendingin

Langkah kerja dari sistem pendingin adalah sebagai berikut :

Pada saat power supply dihubungkan ke sumber arus listrik, maka mengoperasikan 8 *Thermo Electric Cooler (TEC)* yang terpasang melekat di *heat sink* disusun secara paralel. *Thermo Electric Cooler (TEC)* akan mengakibatkan salah satu sisi menjadi dingin (kalor diserap) dan sisi lainnya menjadi panas (kalor dilepas). Hal yang mengakibatkan sisi dingin *Thermo Electric Cooler (TEC)* menjadi dingin adalah mengalir elektron dari tingkat energi yang lebih tinggi ke tingkat energi yang lebih rendah dan ketiga kipas akan menyala yaitu dua kipas yang melekat pada *heat sink* sisi panas akan melepas panas yang dihasilkan *Thermo Electric Cooler (TEC)* sisi panas dan satu kipas lagi yang melekat pada *heat sink* sisi dingin. Pada proses ini tunggu beberapa menit di dalam ruangan mulai dapat dirasakan menghasilkan suhu dingin yang dihembuskan oleh kipas(*fan*) sisi dingin ke dalam ruangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### • Proses Pengerjaan Alat Sistem Pendingin Ruang

Urutan pengerjaan rancang bangun pendingin ruangan meliputi :

- Pengerjaan ruangan yang didinginkan.
- Pembuatan besi penjepit antara *heat sink* sisi panas, *Thermo Electric Cooler (TEC)* dan *heat sink* sisi dingin.
- Pengerjaan dudukan kipas(*fan*) sisi panas.
- Pembuatan snei/drat menggunakan tap/*hand tap* pada *heat sink* sisi panas.
- Pengerjaan tutup bodi (*casing*) sistem pendingin ruangan.
- Perakitan komponen dan kelistrikan sistem pendingin ruangan.
- Memasang unit sistem pendingin dengan ruang pendingin.

Tahapan pengerjaan sistem pendingin ruangan adalah sebagai berikut :

- Persiapan bahan

Persiapan bahan yang akan digunakan yaitu dengan menggunakan papan plastik/akrilik lebar 1 m x 1 m dan tebal 2 mm, pelat almini lebar 1 m x 1 m dan tebal 2 mm, Pelat besi berbentuk L panjang 50 cm sebagai pintu jalur pengetesan dan besi siku dengan ukuran panjang 6 m, lebar 4 cm, tebal 2 mm sebagai kerangka ruang yang didinginkan.

- Penandaan material(*marking*)

Proses penandaan material(*marking*) merupakan hal yang sangat penting mengingat ukuran yang diberikan harus sesuai dengan

spesifikasi peralatan dan komponen yang digunakan. Proses penandaan material(*marking*) dilakukan dengan menggunakan alat ukur meteran(*mistar*). Panjang papan plastik/akrilik yang digunakan sebelum pemotongan adalah 1 m, panjang pelat almini akrilik yang digunakan sebelum pemotongan adalah 1 m, panjang pelat besi berbentuk L yang digunakan sebelum pemotongan adalah 50 cm dan besi siku yang digunakan sebelum pemotongan 6 m.

- Pemotongan material

Setelah material ditandai, maka langkah selanjutnya adalah memotong material tersebut. Alat yang digunakan untuk memotong material bisa menggunakan gergaji besi, gerinda potong atau mesin pemotong pelat. Hal yang harus diperhatikan saat melakukan pemotongan adalah dengan melebihkan ukuran 2 sampai 3 mm untuk celah pemotongan. Maksudnya adalah pada saat terjadi pemotongan dengan menggunakan gergaji atau gerinda potong jalur pemotongan akan menggerus sebagian material. Maka ukuran yang dilebihkan akan termakan oleh gergaji. Diharapkan setelah material dipotong maka ukuran yang sesungguhnya tidak terpotong.

- Penghalusan material

Setelah semua proses pemotongan selesai, maka selanjutnya adalah melakukan proses penghalusan permukaan material yang sudah dipotong. Penghalusan permukaan ini adalah dengan menggunakan kikir. Pekerjaan ini dilakukan secara manual dengan cara menggerakkan kikir maju mundur sesuai tingkat kehalusan yang diinginkan. Pada saat melakukan penghalusan material tidak boleh melebihi ukuran benda kerja.

- Pemberian lubang

Proses selanjutnya adalah pemberian lubang pada benda kerja. Alat yang digunakan adalah bor listrik. Ukuran mata bor yang digunakan adalah 3.0 mm. Pemberian lubang ini dimaksudkan untuk lubang baut pada saat melakukan penyambungan bodi dan rangka.

- Perakitan

Setelah pemberian lubang pada benda sudah selesai dikerjakan, maka proses selanjutnya merakit atau menghubungkan semua komponen dalam satu perencanaan rancang bangun sistem pendingin ruangan.

### • Pengerjaan Sistem Pendingin Ruang

- Pengerjaan ruangan yang didinginkan

Pengerjaan ruangan yang didinginkan dengan membuat rangka sistem pendingin, bahan yang

digunakan adalah besi siku dengan ukuran panjang 6 m, lebar 3 cm, tebal 2 mm



Gambar 3. Rangka Sistem Pendingin Selesai Dibuat

- Pembuatan besi penjepit antara heat sink sisi panas, *Thermo Electric Cooler (TEC)*, *styrofoam blocks* dan *heat sink* sisi dingin.

Pelat besi dengan panjang 1 m, lebar 2.5 cm dan tebal 3 mm. Ditandai dengan panjang 30 cm dipotong menggunakan mesin potong sebanyak 3 buah sama panjang.



Gambar 4. Memotong Pelat Besi Menggunakan Mesin Potong

Langkah berikutnya adalah proses pembengkokkan dan memberi lubang dengan cara mengebor menggunakan mesin bor berdiameter mata bor 12 mm. Lubang ini digunakan untuk tempat baut yang menjepit antara *heat sink* sisi dingin, *Thermo Electric Cooler (TEC)* dan *heat sink* sisi panas.



Gambar 5. Proses Pengeboran Dan Hasil Besi Penjepit

- Pengerjaan dudukan kipas(*fan*) sisi panas. Langkah-langkah pengerjaan dudukan kipas(*fan*) sisi panas sebagai berikut :

Material yang dipakai untuk membuat dudukan kipas(*fan*) sisi panas menggunakan pelat almini lebar 1 m x 1 m dan tebal 2 mm. Memotong pelat almini menggunakan gerinda potong. Pelat almini setelah ditandai kemudian dipotong dengan menggunakan gerinda potong sesuai dengan ukuran *heat sink* sisi panas yaitu panjang 48 cm, lebar 26 cm dan tebal 7,5 cm.



Gambar 6. Memotong Pelat Almini Menggunakan Gerinda Potong

Proses selanjutnya adalah proses menandai, proses pelubangan dan proses penghalusan. Pemberian lubang baut menggunakan mesin bor pada dudukan kipas(*fan*).



Gambar 7. Proses Penghalusan Dan Hasil Dudukan Kipas(*fan*)

- Membuat snei/drat menggunakan *tap/hand tap* pada *heat sink* sisi panas.

*Heat sink* sisi panas

*Heat sink* yang digunakan pada sisi panas ini mempunyai dimensi panjang 48 cm, lebar 26 cm dan tebal 7,5 cm. Pada permukaan *heat sink* yang halus di beri baut tanam sebanyak 6 buah dengan ukuran baut berdiameter 12 mm dengan panjang 3 cm, dengan cara mengebor pada permukaan *heat sink* yang halus menggunakan mata bor diameter 10 mm panjang 6 cm kemudian menggunakan *tap/hand tap* untuk membuat snei/drat yang bertujuan untuk menanamkan baut yang nantinya digunakan untuk menggabungkan besi penjepit antara *heat sink* sisi panas, *Thermo Electric Cooler (TEC)*, *styrofoam blocks* dan *heat sink* sisi dingin.



Gambar 8. Membuat Snei/Drat Menggunakan Tap/Hand Tap Pada *Heat Sink* Sisi Panas

*Heat sink* sisi dingin

*Heat sink* yang digunakan pada sisi dingin ini mempunyai dimensi panjang 36.5 cm, lebar 15 cm dan tebal 3 cm lebih kecil ukurannya dari pada *heat sink* sisi panas.

- Pengerjaan tutup bodi (*casing*) sistem pendingin ruangan.

Material yang digunakan papan plastik/akrilik karena papan plastik/ akrilik dengan ukuran 1 m<sup>3</sup> dan tebal 2 mm. Pembuatan tutup bodi sistem pendingin ruangan (*casing*) ini meliputi semua keliling bagian panjang dan lebar heat sink sisi panas.



Gambar 9. Pengeboran Papan Plastik/Akrilik Dan Hasil Tutup Bodi (*Casing*) Sistem Pendingin Ruang

- Perakitan komponen dan kelistrikan sistem pendingin ruangan.

Perakitan rangkaian komponen dan kelistrikan sistem pendingin ruangan meliputi :

- Memasang *Thermo Electric Cooler (TEC)*.
- Merangkai kelistrikan *Thermo Electric Cooler (TEC)*.
- Menggabungkan heat sink sisi panas, *Thermo Electric Cooler (TEC)*, penyekat dan heat sink sisi dingin menggunakan penjepit.
- Memasang dudukan kipas(*fan*) sisi panas.
- Memasang kipas(*fan*) sisi dingin.

Langkah-langkah perakitan rangkaian komponen dan kelistrikan sistem pendingin ruangan adalah sebagai berikut :

Langkah awal menandai *heat sink* sisi panas dan *heat sink* sisi dingin menggunakan spidol untuk pemasangan *Thermo Electric Cooler (TEC)* biar tersusun secara paralel



Gambar 10. Penandaan Pada *Heat Sink* Sisi Dingin Dan *Heat Sink* Sisi Panas

Mengoleskan *thermal pasta grease* HT-WT 160 secara merata di permukaan sisi dingin dan sisi panas *Thermo Electric Cooler (TEC)* berjumlah 8 buah. Sisi dingin ditunjukkan yang ada tulisannya.



Gambar 11. Mengoleskan *Thermal Pasta Grease* HT-WT 160 Pada Permukaan Sisi Dingin Dan Sisi Panas *Thermo Electric Cooler (TEC)*

Di permukaan *heat sink* sisi panas diberi lapisan *styrofoam blocks* dan tutup bodi (*casing*) yang bertujuan untuk menghambat keluar dan masuk udara luar.



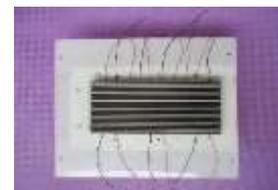
Gambar 12. Lapisan *Styrofoam Blocks* Pada Permukaan *Heat Sink* Sisi Dingin

Memasang 8 buah *Thermo Electric Cooler (TEC)* yang sudah diolesi *thermal pasta grease* HT-WT 160 pada *heat sink* sisi panas yang sudah dilapisi *styrofoam blocks* dan tutup bodi (*casing*).



Gambar 13. Memasang *Thermo Electric Cooler (TEC)* Sisi Panas Pada *Heat Sink* Sisi Panas Yang Sudah Dilapisi *Styrofoam Blocks* Dan Tutup Bodi (*Casing*)

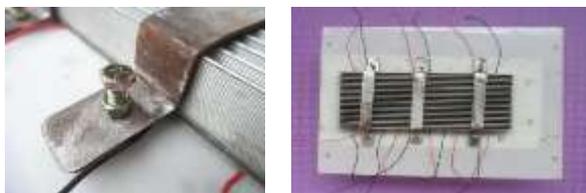
Susun *heat sink* sisi dingin di atas *heat sink* sisi panas yang sudah terpasang *Thermo Electric Cooler (TEC)* yang sudah dilapisi *styrofoam blocks* dan tutup bodi (*casing*).



Gambar 14. Menyusun *Heat Sink* Sisi Dingin Di Atas *Heat Sink* Sisi Panas

Proses akhir yaitu menggabungkan *heat sink* sisi panas dengan *heat sink* sisi dingin yang sudah dilekatkan dengan 8 buah *Thermo Electric Cooler*

(TEC) menggunakan *thermal pasta grease* HT-WT 160, lapisan *styrofoam blocks* dan tutup bodi (*casing*) kemudian susun menjadi satu rangkaian menggunakan 3 buah besi penjepit dan memasang 6 buah baut berdiameter 10 mm untuk pengikat *heat sink* sisi panas biar rangkaian komponen tersusun dengan baik dan kuat.



Gambar 15. Menjepit Antara *Heat Sink* Sisi Panas, *Thermo Electric Cooler (TEC)* Lapisan *Styrofoam Blocks*, Tutup Bodi (*Casing*) Dan *Heat Sink* Sisi Dingin

Memasang kipas (*fan*) menggunakan baut berdiameter 8 mm sebanyak 2 buah yang tertanam di *heat sink* sisi panas.



Gambar 16. Memasang Kipas (*Fan*) Penghembus Udara Dingin

Setelah semua rangkaian komponen tersusun dengan baik dan kuat. Langkah selanjutnya adalah merangkai rangkaian kelistrikan *Thermo Electric Cooler (TEC)* secara seri, gabungkan kabel sesuai dengan warna merah(+) dan warna hitam(-) rangkai terminal menjadi satu rangkaian seri menggunakan *Junction terminal*. Setelah kabet sudah terpasang di *Junction terminal* yang nantinya dihubungkan ke *power supply*.



Gambar 17. Rangkaian Seri Pada Kelistrikan *Thermo Electric Cooler (TEC)*

- Memasang unit sistem pendingin dengan ruang pendingin.

Setelah komponen terpasang semua dan berfungsi dengan baik langkah selanjutnya tahap menggabungkan unit sistem pendingin dengan ruang pendingin.

Langkah-langkah penggabungan unit sistem pendingin dengan ruang pendingin adalah sebagai berikut :

Siapkan ruang yang didinginkan, lalu susun unit sistem pendingin di atas ruang pendingin dengan cara meluruskan lubang di tutup bodi (*casing*) dengan lubang ruang pendingin yang memiliki ukuran baut berdiameter 12 mm sebanyak 4 buah baut. Kemudian pasang baut dan mur lalu keraskan ke empat baut menggunakan kunci pas ukuran 12 mm.



Gambar 18. Memasang Unit Sistem Pendingin Dengan Ruang Pendingin

#### Daya Pada Sistem Pendingin Ruang.

##### • Data perhitungan

Daya total *Thermo Electric Cooler (TEC)* :

$$\begin{aligned} W &= V \cdot i \\ &= 12 \text{ Volt} \cdot 17 \text{ A} \\ &= 204 \text{ Watt} \end{aligned} \quad (1)$$

Daya kipas sisi panas :

$$\begin{aligned} W &= (V \cdot i) \cdot 2 \\ &= (12 \text{ Volt} \cdot 1,7 \text{ A}) \cdot 2 \\ &= 40,8 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Daya kipas sisi dingin :

$$\begin{aligned} W &= V \cdot i \\ &= 12 \text{ Volt} \cdot 0,5 \text{ A} \\ &= 6 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Daya total :

$$204 \text{ Watt} + 40,8 \text{ Watt} + 6 \text{ Watt} = 250,8 \text{ Watt}$$

Kapasitas power supply : 252 Watt

Daya power supply tanpa beban :

$$0,04 \text{ A} \cdot 220 \text{ Watt} = 8,8 \text{ Watt}$$

Efisiensi daya hasil pengukuran :

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} &: V = 220 \text{ Volt} \\ &: i = 1,26 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\text{Ditanya} : W = \dots?$$

$$\begin{aligned} \text{Jawab} &: W = V \cdot i \\ &= 220 \text{ Volt} \cdot 1,26 \text{ A} \\ &= 277,2 \text{ Watt} \end{aligned}$$

##### • Konsumsi Daya

$$\text{Diketahui} : W = 277,2 \text{ Watt}$$

$$t = 3 \text{ Jam}$$

$$\text{harga TDL } 900 \text{ VA} = \text{Rp. } 604,- \text{ per kwh}$$

$$\text{Ditanya} : \text{Konsumsi daya} = \dots?$$

$$\text{Jawab} : \text{Konsumsi daya} = W \cdot t \quad (2)$$

Pemakaian perhari (3 Jam) :

$$= \{ [277,2 \text{ Watt} : 1000] \times 3 \text{ Jam} \} \times \text{Rp. } 604,-$$

$$= \{ 0,2772 \text{ kwh} \times 3 \text{ jam} \} \times \text{Rp. } 604,-$$

$$= 0,8316 \text{ kwh} \times \text{Rp. } 604,-$$

$$= \text{Rp. } 502.29,-$$

Pemakaian perbulan (30 hari) :

$$= 0,8316 \text{ kwh} \times \text{Rp. } 604,- \times 30 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp. } 502.29,- \times 30 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp. } 15.068,59,-$$

Jadi pemakaian sistem pendingin ruangan ini perhari (3 Jam) terkena tarif = Rp. 502.29,- dan pemakaian sistem pendingin ruangan ini perbulan (30 hari) terkena tarif = Rp. 15.068,59,-

#### • Pengujian Sistem Pendingin Ruangan

Tujuan dari pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui *performance* atau unjuk kerja dan mengetahui suhu dingin yang optimal pada sistem pendingin ruangan. Komponen atau peralatan pendukung diperlukan agar pengujian dapat dilakukan, peralatan tersebut berupa *Anemometer*.

Dalam pengujian sistem pendingin ruangan ini dilakukan dengan 2 variabel posisi kipas(*fan*) yang melekat pada heat sink yang berfungsi untuk mendinginkan heat sink sisi panas, variasi peletakan posisi kipas(*fan*) ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari titik optimal mendinginkan heat sink sisi panas serendah mungkin.

Variabel pengujian yang dilakukan ini adalah :

- 2 buah kipas sama-sama menghembuskan udara ke arah *heat sink* sisi panas.
- 2 buah kipas sama-sama menarik panas dari *heat sink* sisi panas.

Untuk menjamin keakuratan pengujian, *Anemometer* diletakkan pada posisi yang tepat, untuk mengukur temperatur suhu di dalam ruangan pendingin, *Sensor Anemometer* diletakkan di dalam ruangan yang didinginkan.

#### • Instalasi Pengujian Sisten Pendingin Ruangan



Gambar 19. Skema Alur Pengujian Sistem Pendingin Ruangan

- Cara pengujian dan hasil pengujian sistem pendingin ruangan :  
Setelah komponen dan sistem kelistrikan telah terhubung semua, pengujian siap dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Sebelum mengoperasikan *Power supply*, langkah awal menyalakan *Anemometer* dan memasukkan *sensor Anemometer* ke dalam ruang pendingin, lalu *Power supply* dihubungkan ke sumber listrik, maka *power supply* mensupply arus DC ke semua komponen sistem pendingin seperti menyalakan kipas pelepas udara panas, kipas penghembus udara dingin dan mengoperasikan *Thermo Electric Cooler (TEC)*. Pada proses ini semua komponen sistem pendingin bekerja untuk mendinginkan ruangan yang didinginkan, setelah sistem pendingin mulai bekerja, proses pengambilan data siap dimulai, pendinginan selama 30 menit yang nantinya setiap menit akan di ambil data berapa suhu di dalam ruangan. kemudian liat hasil temperatur di layar *Anemometer* yang ditunjukkan dengan angka. Ukur sampai waktu 30 menit. Semakin lama proses pendinginan maka semakin maksimal suhu dihasilkan di dalam ruangan yang didinginkan.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui posisi kipas mana yang memiliki proses pendinginan yang paling cepat/optimal mendinginkan *heat sink* sisi panas. Untuk mengetahui seberapa pengaruh posisi kipas. Berikut ini data-data dan analisa hasil pengujian yang didapat dalam bentuk tabel. Pengujian variabel tahap pertama yang dilakukan yaitu 2 buah kipas sama-sama menghembuskan udara ke arah *heat sink* sisi panas dan 2 buah kipas sama-sama menarik udara panas dari heat sink sisi panas.

Berikut ini pengujian selama 30 menit dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Variabel Tahap Pertama

No.	Menit ke-	Temperatur (C°)
1.	0	30,8
2.	1	30,1
3.	2	29,6
4.	3	29
5.	4	28,3
6.	5	27,8
7.	6	27,3
8.	7	26,7
9.	8	26,40
10.	9	26,2
11.	10	25,9
12.	11	25,7
13.	12	25,5
14.	13	25,4
15.	14	25,2
16.	15	25,1
17.	16	25,0
18.	17	24,9
19.	18	24,9
20.	19	24,9
21.	20	24,8
22.	21	24,8
23.	22	24,8
24.	23	24,7
25.	24	24,7
26.	25	24,7
27.	26	24,6
28.	27	24,6
29.	28	24,6
30.	29	24,6
31.	30	24,6

Pengujian variabel tahap kedua yang dilakukan yaitu 2 buah kipas sama-sama menarik udara panas dari heat sink sisi panas. Berikut ini pengujian selama 30 menit dengan hasil sebagai berikut :

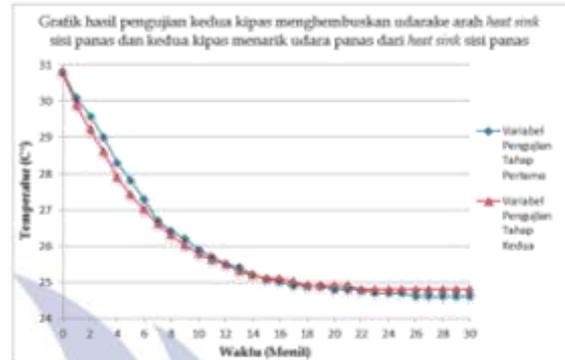
Tabel 2. Hasil Pengujian Variabel Tahap Kedua

No.	Menit ke-	Temperatur (C°)
1.	0	30,8
2.	1	29,9
3.	2	29,2
4.	3	28,6
5.	4	27,9
6.	5	27,4
7.	6	27
8.	7	26,6
9.	8	26,3
10.	9	26
11.	10	25,8
12.	11	25,6
13.	12	25,5
14.	13	25,3
15.	14	25,2
16.	15	25,1
17.	16	25,1
18.	17	25
19.	18	24,9
20.	19	24,9
21.	20	24,9
22.	21	24,9
23.	22	24,8
24.	23	24,8
25.	24	24,8
26.	25	24,8
27.	26	24,8
28.	27	24,8
29.	28	24,8
30.	29	24,8
31.	30	24,8

Hasil pengujian pada dua variabel yaitu 2 buah kipas sama-sama menghembuskan udara ke arah heat sink sisi panas didapat hasil 24,6°C dan 2 buah kipas

sama-sama menarik panas dari heat sink sisi panas didapat hasil 24,8 °C. Dari hasil kedua variabel tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa posisi arah kipas sedikit mempengaruhi hasil pengujian atau relatif sama.

#### • Analisa Grafik Temperatur Pengujian.



Gambar 20. Grafik Hasil Pengujian Variabel Tahap Pertama Dan Tahap Kedua

Dari grafik di atas dapat dilihat semua titik pengujian memperlihatkan trend kenaikan dan penurunan temperatur di dalam ruangan relatif sama terhadap waktu pendinginan. Pengujian terdiri dari dua variabel pengujian yaitu pada garis warna biru menunjukkan pengujian variabel pengujian tahap pertama yaitu kedua kipas menghembuskan udara ke arah *heat sink* sisi panas dan pada garis warna merah menunjukkan pengujian variabel pengujian tahap kedua yaitu kedua kipas menarik udara panas dari *heat sink* sisi panas.

Pengujian masing-masing dimulai dari menit 0 dengan temperatur awal ruangan 30,8°C pengujian selama 30 menit. Pada variabel pengujian tahap pertama yang ditunjukkan pada garis warna biru menunjukkan hasil dari menit 0 sampai menit ke-15 penurunan temperatur di dalam ruangan sangat signifikan dari temperatur awal 30,8°C menjadi 25,1°C dan hasil dari menit ke-15 sampai batas waktu pengujian yaitu menit ke-30 penurunan temperatur di dalam ruangan cenderung lambat dari temperatur 25,1°C menjadi 24,6°C, bahkan pada menit ke-26 sampai menit ke-30 temperatur di dalam ruangan konstan tidak mengalami perubahan yaitu temperatur di dalam ruangan 24,6°C.

Pada variabel pengujian tahap kedua yang ditunjukkan pada garis warna merah menunjukkan penurunan temperatur di dalam ruangan dari menit 0 sampai menit ke-7 lebih cepat turun dibandingkan dengan variabel pengujian tahap pertama dari temperatur awal 30,8°C menjadi 26,6°C. Tetapi pada menit ke-22 sampai menit ke-30 temperatur di dalam ruangan konstan tidak mengalami perubahan yaitu temperatur di dalam ruangan 24,8°C.

Jadi hasil dari kedua variabel pengujian yaitu pada garis warna biru menunjukkan pengujian variabel pengujian tahap pertama yaitu kedua kipas menghembuskan udara ke arah *heat sink* sisi panas yang dimulai dari menit ke-0 sampai menit ke-30 dengan temperatur awal ruangan 30,8°C didapat hasil temperatur 24,6°C di dalam ruangan dan pada garis warna merah menunjukkan pengujian variabel pengujian tahap kedua yaitu kedua kipas menarik udara panas dari *heat sink* sisi panas yang dimulai dari menit 0 sampai menit ke-30 dengan temperatur awal ruangan 30,8°C didapat hasil temperatur 24,8°C di dalam ruangan.

Dari pengujian kedua variabel tersebut didapat selisih temperatur antara variabel pengujian tahap pertama dan variabel pengujian tahap kedua adalah 0,2°C. Pada garis warna biru menunjukkan pengujian variabel pengujian tahap pertama yaitu kedua kipas menghembuskan udara ke arah *heat sink* sisi panas menghasilkan temperatur di dalam ruangan yang lebih rendah selisih 0,2°C dari pada garis warna merah menunjukkan pengujian variabel pengujian tahap kedua yaitu kedua kipas menarik udara panas dari *heat sink* sisi panas.

## PENUTUP

### Simpulan

Dari pelaksanaan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Pendingin Ruangan *Portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)*” diperoleh beberapa kesimpulan antara lain :

- Proses perencanaan sistem pendingin ruangan berhasil dikerjakan dengan detail, semua komponen dapat terpasang dan terhubung dengan baik dan bekerja secara maksimal.
- Pengujian yang dilakukan menggunakan alat ukur *Anemometer* dilihat dari hasil pengujian pada dua variabel yaitu 2 buah kipas sama-sama menghembuskan udara ke arah *heat sink* sisi panas didapat hasil 24,6°C dan 2 buah kipas sama-sama menarik panas dari *heat sink* sisi panas didapat hasil 24,8°C . Dari hasil kedua variabel tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa posisi arah kipas sedikit mempengaruhi hasil pengujian atau relatif sama.
- Dibandingkan dengan teknologi pendingin refrigeran, *Thermo Electric Cooler (TEC)* memiliki banyak kelebihan seperti: pendingin dapat diatur dengan mengubah arah arus listrik, sangat ringkas, tidak ada getaran, tidak ada perawatan khusus, dan tidak membutuhkan refrigeran. Namun, kekurangan

dari pendingin termoelektrik adalah koefisien kinerjanya relatif sangat rendah.

- Semakin menekan/membuang panas pada *heat sink* sisi panas, maka semakin maksimal dingin yang dihasilkan oleh *Thermo Electric Cooler (TEC)*.

## Saran

Pada akhir laporan ini penulis ingin menyampaikan beberapa saran bagi pembaca tentang rancang bangun pendingin ruangan *portable* dengan memanfaatkan efek perbedaan suhu pada *Thermo Electric Cooler (TEC)* yaitu :

- Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang sistem pendingin ruangan ini, pengembangan dan pemahaman tentang sistem pendingin ruangan harus dilakukan agar tercipta teknologi yang tepat guna, efisien dan ramah lingkungan.
- Pengembangan sistem pendingin ruangan selanjutnya bisa difokuskan pada perbaikan isolator untuk meminimalkan kebocoran termal. Semua komponen sistem pendingin ruangan seperti *heat sink* sisi panas, *heat sink* sisi dingin, *Thermo Electric Cooler (TEC)* dan kipas(*fan*) harus dipasang dengan hati-hati agar kerja sistem pendingin ruangan dapat maksimal dan sesuai dengan perencanaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajiwiguna, Ayodha Tri. 2014. *Teknik Sederhana Pemasangan Modul Termoelektrik / Peltier* (Online) <http://catatan-teknik.blogspot.co.id/2014/11/teknik-sederhana-pemasangan-modul.html> diunduh pada tanggal 02 Maret 2015
- Darusman, Alan. *MAKALAH AC*(Online) <https://www.scribd.com/doc/74893410/MAKALAH-AC> diunduh pada tanggal 18 Februari 2015
- MANGSUR. 2010. *PENGEMBANGAN COOLBOX TIPE CB-02 MULTI FUNGSI RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS TERMoeLEKTRIK UNTUK KENDARAAN RODA DUA*(Online) <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20284342-S1047-Mangsur.pdf> diunduh pada tanggal 02 Maret 2015.
- Santosa, Budi Nurhadi. 2015. *MENGENAL THERMO-ELECTRIC(PELTIER)*(Online) [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:YVjThgaN5AJ:www.vedcmalang.com/pppptkb\\_oemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1292-mengenal-thermo-electric\\_peltier+&cd=2&hl=id&ct=clnk](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:YVjThgaN5AJ:www.vedcmalang.com/pppptkb_oemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1292-mengenal-thermo-electric_peltier+&cd=2&hl=id&ct=clnk) diunduh pada tanggal 18 Februari 2015.