

**RANCANG BANGUN PENDINGIN BUAH DAN SAYUR BERBASIS
PELTIER TEC1-12706**

SKRIPSI

Oleh:
WASIUL FIKRI
NIM. 15640081



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

HALAMAN PENGAJUAN

**RANCANG BANGUN PENDINGIN BUAH DAN SAYUR
BERBASIS PELTIER TEC1-12706**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh :
WASIUL FIKRI
NIM. 15640081**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN PENDINGIN BUAH DAN SAYUR
BERBASIS PELTIER TEC1-12706

SKRIPSI

Oleh :
Wasiul Fikri
NIM. 15640081

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Pada tanggal: 3 Februari 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Farid Samsu Hananto, M.T
NIP. 19740513 200312 1 001



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003



Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Jintan Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN PENDINGIN BUAH DAN SAYUR
BERBASIS PELTIER TEC1-12706

SKRIPSI

Oleh:
Wasiul Fikri
NIM. 15640081

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 23 Februari 2022

Penguji Utama	<u>Dr. Imam Tazi, M. Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Ketua Penguji	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah, M. Si</u> NIDT.19870215 20180201 2 233	
Sekretaris Penguji	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota Penguji	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Imam Tazi, M. Si
NIP. 19740730 200312 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wasil Fikri

NIM : 15640081

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Rancang Bangun Pendingin Buah dan Sayur Berbasis Peltier
TEC1-12706

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, Kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 30 Maret 2022

Yang membuat pernyataan,



WASIL FIKRI
NIM.15640081

MOTTO

Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya.”-Ali bin Abi Thalib.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama saya ucapkan terimakasih kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatnya sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir saya dengan baik, karya ini saya persembahkan untuk:

Kedua orang tua yang selalu mendukung pendidikan saya sehingga bisa sampai sarjana.

Kakak dan **adikku** yang selalu mendukung dan menyemangati untuk menyelesaikan sarjana.

Sahabat-sahabat Elins yang selalu berbagi ilmu

Ibu **Erna Hastuti, M.Si** (Dosen Wali), **Pak Farid Samsu Hananto, M.T** (Dosen Pembimbing I), **Drs.Abdul Basid, M.Si** (Dosen Pembimbing II), **Dr. Imam Tazi, M.Si** (Dosen Penguji I), **Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si** (Dosen Penguji II), dan segenap dosen-dosen fisika. Terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang sangat bermanfaat yang senantiasa diberikan kepada saya.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kekuatan dan kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Rancang Bangun Pendingin Buah dan Sayur Berbasis Peltier TEC1-12706**” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar S1 di Program Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda Rasullah SAW.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini tidak terlepas dari doa, bimbingan, motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, M.A. selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang memberikan arahan untuk penulis sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Farid Samsu Hananto, M.T selaku dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus pembimbing skripsi yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan skripsi.
5. Drs, Abdul Basid M.Si selaku Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus dosen pembimbing yang telah membantu dan mengarahkan penulis dengan sabar dalam penulisan skripsi.
6. Segenap dosen, Laboran dan Admin Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
7. Dr. Imam Tazi, M.Si dan Wiwis Sasmitaninghidayah, M.Si selaku Dosen Penguji Skripsi.

8. Segenap Keluarga Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu dan senantiasa memberikan semangat.
9. Kepada kedua orangtua dan keluarga yang selalu memberi semangat dan dukungan dalam penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi yang ditulis ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang dapat melengkapi skripsi sangat diharapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 7 Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Efek Termoelektrik	5
2.2 Elemen Peltier	6
2.3 Prinsip Kerja Termoelektrik	10
2.4 Heatsink	14
2.5 Styrofoam	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian	16
3.3 Rancangan Penelitian	17
3.4 Rancangan Alat Penelitian Sebelumnya	17
3.5 Rancangan Rangkaian Pada Kotak Pendingin	18
3.6 Pengambilan Data	19
3.7 Pengolahan Data	19
3.8 Pengujian Sampel Pada Kotak Pendingin Berbasis Peltier	22
3.9 Analisis Hasil Uji	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Penelitian	23
4.2 Pembuatan Kotak Pendingin Termoelektrik Buah dan Sayur	23
4.3 Unjuk Kerja Alat	24
4.4 Pengambilan Data	25
4.4.1 Hasil Pengujian Kotak Pendingin Rangkaian 3 Seri 2 Pararel	26
4.4.2 Hasil Pengujian Kotak Pendingin Rangkaian 2 Seri 3 Pararel	27
4.5 Pembahasan	29
BAB V PENUTUP	34

5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Eksperimen Yang Menunjukkan Efek Seebeck Dan Peltier	5
Gambar 2.2	Elemen Peltier	8
Gambar 2.3	Struktur Elemen Peltier	10
Gambar 2.4	Model Rangkaian Modul Termoelektrik	10
Gambar 2.5	Skema Siklus Ideal Kompresi Uap.....	11
Gambar 2.6	Rangkaian Mesin Pendingin Termoelektrik.....	12
Gambar 2.7	Modul Termoelektrik Semikonduktor Ganda	12
Gambar 2.8	Rangkaian Seri Modul Termoelektrik Semikonduktor Ganda.....	13
Gambar 2.9	Heatsink.....	14
Gambar 2.10	Styrofoam	15
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3.2	Bentuk Bagian Luar Dan Dalam Dari Sistem Kotak Pendingin ...	17
Gambar 3.3	Rangkaian Peltier TEC1-12706 3 Seri 2 Pararel.....	18
Gambar 3.4	Rangkaian Peltier TEC1-12706 2 Seri 3 Pararel.....	18
Gambar 4.1	Rancangan Kotak Pendingin Termoelektrik Buah dan Sayur.....	24
Gambar 4.2	Grafik Suhu dengan Waktu 3 Seri 2 Pararel	27
Gambar 4.3	Grafik Suhu dengan Waktu 3 Seri 2 Pararel	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Bagian Peltier TEC1-12706	9
Tabel 2.2	Spesifikasi Kinerja Peltier TEC1-12706.....	9
Tabel 3.1	Spesifikasi Instalasi Sistem Kotak Pendingin.....	17
Tabel 3.2	Data Pengujian Suhu Didalam Box	19
Tabel 4.1	Pengambilan Data Kotak Pendingin Rangkaian 3 Seri 2 Pararel ..	26
Tabel 4.2	Perhitungan Nilai Efisiensi Rangkaian 3 Seri dan 2 Pararel.....	26
Tabel 4.3	Pengambilan Data Kotak Pendingin Rangkaian 2 Seri 3 Pararel ..	27
Tabel 4.4	Perhitungan Nilai Efisiensi Rangkaian 2 Seri dan 3 Pararel.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto Hasil Pembuatan Kotak Pendingin	37
---	----

ABSTRAK

Wasiul Fikri. 2022. **Rancang Bangun Pendingin Buah dan Sayur Berbasis Peltier TEC1-12706**. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) Farid Samsu Hananto, M.T (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Kata kunci: Pendingin Buah dan Sayur, Peltier, Efisiensi, Termoelektrik.

Sistem pendingin buah dan sayur berbasis peltier TEC1-12706 merupakan pendingin termoelektrik yang memanfaatkan sisi dingin peltier. Kemajuan teknologi menghasilkan alat termoelektrik terbuat dari bahan semikonduktor bentuknya kecil tahan lama berkisar 100.000 jam. Penelitian ini bertujuan mengetahui efisiensi pendingin dan daya kotak pendingin buah dan sayur berbasis peltier TEC1-12706. Penelitian ini menggunakan Peltier TEC1-12706 bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja kotak pendingin. Metode penelitian ini dilakukan secara eksperimental, yaitu untuk menguji kotak pendingin dengan 2 rangkaian (3 seri 2 paralel dan 2 seri 3 paralel). Hasil penelitian menunjukkan Efisiensi kotak pendingin sayur dan buah pada rangkaian 3 seri 2 paralel nilai efisiensi tertinggi didapat 8.09 % dan terendahnya didapat 1.32% sedangkan nilai rata-rata sebesar 3.26%. Efisiensi kotak pendingin sayur dan buah pada rangkaian 2 seri 3 paralel efisiensi tertinggi didapat 16.70 % dan terendahnya didapat 3.64% sedangkan nilai rata-rata sebesar 6.64%. Hasil pengujian kotak pendingin sayur dan buah berbasis peltier suhu terbaik yang dapat dicapai terdapat dirancangan 2 seri 3 paralel dengan suhu terendah yang dapat mencapai 21.5 derajat Celsius. referensi untuk menjaga kesegaran sayur dan buah lebih kecil dari suhu 25 °C. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa dari sistem pendingin peltier yang diuji dapat digunakan untuk menjaga kesegaran dari sayur dan buah. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa rangkaian 2 seri 3 paralel memiliki penurunan suhu terbaik dan memiliki efisiensi yang tinggi dengan nilai efisiensi rata-rata 6.64%.

ABSTRACT

Fikri, Wasiul. 2022. **Design of Peltier-Based Fruit and Vegetable Cooler TEC1-12706**. Essay. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisors: (I) Farid Samsu Hananto, M.T (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Keywords : Fruit and Vegetable Cooler,Peltier,Efficiency,Thermoelectric.

Peltier-based fruit and vegetable cooling system TEC1-12706 is a thermoelectric cooler that utilizes the cold side of the peltier. Technological advances produce thermoelectric devices made of small semiconductor materials that last around 100,000 hours. This study aims to determine the cooling efficiency and power of fruit and vegetable coolers based on Peltier TEC1-12706. This study uses Peltier TEC1-12706 aims to determine the performance of the cooler box. This research method was carried out experimentally, namely to test the cooler with 2 circuits (3 series 2 parallel and 2 series 3 parallel). The results showed that the efficiency of the vegetable and fruit cooler in a series of 3 series 2 parallel the highest efficiency value was 8.09% and the lowest was 1.32% while the average value was 3.26%. The efficiency of the vegetable and fruit cooler in a series of 2 series 3 parallel, the highest efficiency is 16.70% and the lowest is 3.64%, while the average value is 6.64%. The results of testing the Peltier-based vegetable and fruit cooler box, the best temperature that can be achieved is the 2 series 3 parallel design with the lowest temperature reaching 21.5 degrees Celsius. reference to keep the freshness of vegetables and fruit lower than 25 °C. The results of this test indicate that the tested Peltier cooling system can be used to maintain the freshness of vegetables and fruit. From these results it can be concluded that a series of 2 series 3 parallel has the best temperature drop and has high efficiency with an average efficiency value of 6.64%.

الملخص

فكري ، وسيول. ٢٠٢٢. تصميم تبريد للخضروات والفواكه يعتمد على بلتيير **TEC1-12706**.

. البحث الجامعي. قسم الفيزياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، الجامعة الحكومية الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج.

المشرف : (الاول) فريد سيامسو هانانتو الماجستير, (الثنية) عبد البصيد الماجستي

الكلمات المفتاحية: تبريد فواكه وخضروات ، بلتيير ، كفاءة ، كهروحراري.

هو تبريد حراري يستخدم الجانب البارد من بلتيير. تنتج **TEC1-12706** نظام تبريد الخضار والفواكه القائم على بلتيير التطورات التكنولوجية أجهزة كهروحرارية مصنوعة من مواد صغيرة شبه موصلة تدوم حوالي ١٠٠٠٠٠ ساعة. تهدف هذه الدراسة تستخدم هذه الدراسة بلتيير **Peltier TEC1-12706** إلى تحديد كفاءة التبريد وقوة تبريد الفاكهة والخضروات بناءً على الذي يهدف إلى تحديد أداء صندوق التبريد. تم إجراء هذا البحث بشكل تجريبي لاختبار المبرد بدائرتين (٣) **TEC1-12706** سلسلة ٢ متوازية و ٢ سلسلة ٣ متوازية). أظهرت النتائج أن كفاءة تبريد الخضار والفواكه في سلسلة ٣ متوازية أعلى قيمة كفاءة كانت ٨,٠٩٪ وأقلها ١,٣٢٪. بينما كانت القيمة المتوسطة ٣,٢٦٪. كفاءة تبريد الخضار والفاكهة في سلسلة ٢ متوازية ٣ القيمة ٦,٦٤٪. نتائج اختبار صندوق تبريد الخضار والفواكه القائم متوازية ، أعلى كفاءة ١٦,٧٠٪ وأدنى ٣,٦٤٪ ، بينما متوسط مع أدنى درجة حرارة تصل إلى ٢١,٥ درجة **series 3** على بلتيير ، أفضل درجة حرارة يمكن تحقيقها هي التصميم المتوازي ٢ مئوية. مرجع للحفاظ على نضارة الخضار والفاكهة أقل من ٢٥ درجة مئوية. تشير نتائج هذا الاختبار إلى أنه يمكن استخدام نظام التبريد بلتيير المختبر للحفاظ على نضارة الخضار والفاكهة. من هذه النتائج يمكن استنتاج أن سلسلة ٢ متوازية لديها . كفاءة ٦,٦٤٪ أفضل انخفاض في درجة الحرارة ولها كفاءة عالية بمتوسط

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pendingin memiliki peranan penting terhadap kehidupan masyarakat. Iklim Indonesia yang tropis, di setiap rumah masyarakat hampir ditemui peralatan yang menggunakan sistem pendingin. Seperti AC, Kulkas, Freezer dan Dispenser atau biasa disebut dengan household appliances. Peralatan ini berfungsi sebagai penyimpan makanan, minuman, sayuran dan buah-buahan agar lebih tahan lama dan makanan tetap segar.

Proses pendinginan menjadi kebutuhan penting manusia di era modern dan dibarengi dengan meningkatnya kemajuan teknologi. Pendinginan dibutuhkan untuk menjaga kualitas makanan, minuman sayur dan buah-buahan saat dikonsumsi kembali dalam waktu yang lama. Pendinginan makanan dan minuman dapat menggunakan refrigerasi/ Freon sebagai refrigeran (media pendingin) yang memiliki ukuran cukup besar. Kebutuhan manusia yang terus-menerus bertambah menginginkan proses pendinginan yang praktis dan mudah dibawa. Misalnya ketika perjalanan jauh, atau jika bekerja di kantor yang tidak memiliki kulkas.

Saat ini penggunaan sistem pendingin yang menggunakan Freon sebagai refrigeran (media pendingin) mulai dikurangi, karena menyebabkan penipisan lapisan ozon. Dewasa ini mulai dikembangkan sistem pendinginan yang lebih baik dari bahan Freon sebagai refrigeran, salah satunya ialah penggunaan elemen peltier atau pendingin termoelektrik. Disamping relatif lebih ramah lingkungan, pendingin termoelektrik ini lebih tahan lama dan fleksibel.

Sebuah modul termoelektrik terdiri dari dua pelat keramik dengan elemen-elemen dari bahan semikonduktor tipe P dan N (paduan bismuth telluride) diantara kedua pelat. Efek termoelektrik dikembangkan dalam suatu alat yang dinamakan elemen peltier. Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik), sebaliknya, listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Kerja pendingin termoelektrik, material termoelektrik dialiri listrik panas yang ada disekitarnya kemudian terserap.

Seiring dengan kemajuan teknologi, maka diperlukannya alat pendingin ramah lingkungan, hemat energi dan mudah dibawah, seperti material termoelektrik yang dibuat dari bahan semikonduktor. Secara umum kelebihan dari sistem pendingin peltier adalah praktis karena bentuknya yang kecil, tidak mudah rusak diprediksi mampu untuk digunakan berkisar 100.000 jam.

Pada penelitian kali ini sistem kotak pendingin sayur dan buah menggunakan Elemen Peltier TEC1-12706 efektif sebagai media pendingin. Sehingga Perlu direlisasikan Kotak pendingin yang tidak menggunakan bahan Freon, berukuran ringan, hemat energi dan ramah lingkungan.

Adapun pandangan Islam terhadap wujud dan jenis benda ini terdapat dalam ayat Al-Quran yaitu pada Q.S An Nahl (16 : 13) yang berbunyi:

﴿ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَّتَذَكَّرُونَ وَمَا ذَرَأْنَا لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانَهُ ﴾

Artinya: “Dan (Dia juga mengendalikan) apa yang Dia ciptakan untukmu di bumi ini dengan berbagai jenis dan macam warnanya. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran.” (Q.S An Nahl (16:13)).

Penelitian Sembiring dkk (2018) Menjelaskan Kotak Pendingin Menggunakan Peltir Menunjukkan bahwa temperatur minimum yang dapat dicapai pada objek yang didinginkan yaitu sayuran dan buah-buahan adalah 17.324 C. Temperatur rata –rata sayuran dan buah-buahan selama pengujian berkisar 22 C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kotak pendingin peltir dapat digunakan untuk menjaga kesegaran sayuran dan buah-buahan. Nilai COP maksimum dari sistem pendingin peltier yang diuji adalah 0.0670 dan nilai COP minimum adalah 0.0428.

Penting dilakukan pembuatan Kotak Pendingin Sayur dan Buah, agar dapat digunakan sebagai media penyimpanan. Penelitian ini digunakan Pendingin Termoelektrik berbasis Peltier TEC1-12706 sebagai media pendingin yang dapat menghasilkan suhu rendah dan tinggi dengan daya kecil sekaligus pengganti Freon.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- 1 Bagaimana efisiensi pendinginan dan daya kotak pendingin buah dan sayur berbasis peltier TEC1-12706?
- 2 Bagaimana unjuk kerja dari kotak pendingin berbasis peltier TEC1-12706?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui efisiensi pendinginan dan daya kotak pendingin buah dan sayur berbasis peltier TEC1-12706.
2. Untuk unjuk kerja dari kotak pendingin berbasis peltier TEC1-12706.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan agar dapat membuat prototype kotak pendingin pengganti Freon yang hemat energi dan ramah lingkungan yang dapat menyimpan sayur dan buah.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

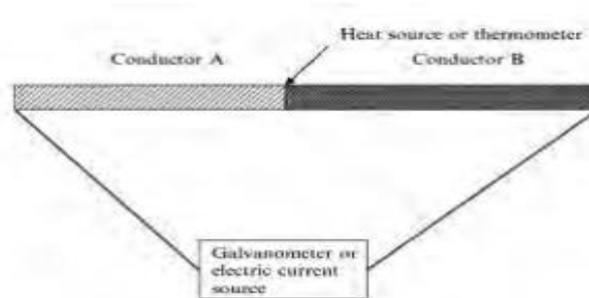
1. Menggunakan pendingin termoelektrik peltier TEC1-12706.
2. Data yang diambil dari proses pendinginan dalam Kotak Pendingin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Efek Termoelektrik

Efek Termoelektrik ditemukan pada tahun 1821 oleh T. J. Seebeck. Ia menunjukkan bahwa gaya gerak listrik (ggl) dapat dihasilkan dengan memanaskan titik sambung antara dua penghantar listrik yang berbeda. Efek Seebeck dapat didemonstrasikan dengan membuat sambungan antara dua kawat dari jenis logam yang berbeda (tembaga dan besi). Ujung kawat dihubungkan ke galvanometer atau voltmeter yang sensitif. Jika sambungan antara kawat dipanaskan, maka alat ukur akan membaca adanya sejumlah kecil tegangan. Susunan Efek Seebeck ditunjukkan pada gambar 2.1. dua kawat dapat dikatakan sebuah termokopel. Didapati juga bahwa besar tegangan termokopel dan koneksinya pada alat ukur. Tiga belas tahun setelah Seebeck melakukan penemuannya, J. Peltier, seorang pembuat jam tangan peneliti efek termoelektrik yang kedua (Andriboko dkk, 2015):



Gambar 2. 1 Eksperimen Yang Menunjukkan Efek Seebeck Dan Peltier

Mendapati dimana arus listrik yang melalui suatu termokopel akan menghasilkan efek pemansan atau pendinginan bergantung pada arah aliran arus

listrik tersebut. Efek peltier cukup sulit untuk didemonstrasikan menggunakan termokopel karena selalu terdapat efek pemanasan Joule yang juga muncul. Jika digunakan susunan seperti ditunjukkan gambar 2.1 barulah efek peltier dapat didemonstrasikan, prinsipnya, mengganti meter dengan sumber arus searah dan menempatkan termometer kecil pada titik sambungan termokopel (Priyono A. Dan Keith F, 1998):

2.2 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, hal ini semikonduktor. Pada gambar 2.2 ditunjukkan bentuk fisik elemen peltier. Dalam refrigasi, keuntungan utama dari elemen peltier adalah tidak adanya bagian yang bergerak atau cairan yang bersirkulasi, ukurannya kecil serta bentuknya mudah direkayasa. Sedangkan kekurangannya terletak pada faktor efisiensi daya yang rendah dan biaya perancangan sistem yang relatif mahal (Budijono A. P. Dan Munib Ahsani, 2015):

Modul termoelektrik berukuran 40mm x 40mm atau lebih kecil dan memiliki tebal kurang lebih 4 mm. Umur dari sebuah modul termoelektrik yang sesuai dengan standar industri adalah sekitar 100.000-200.000 jam dan lebih dari 20 tahun jika digunakan sebagai pendingin dan dengan jumlah tegangan sesuai karakteristik dari setiap modulnya (Ferry Sembiring dkk, 2018):

Elemen peltier memiliki dua sisi yang terbuat dari keramik memiliki fungsi sebagai sisi panas dan sisi dingin yang kemudian menghasilkan arus positif dan

negative. Jika nilai tegangan (V) dan arus (I) telah didapatkan, besar daya peltier dapat dihitung berdasarkan persamaan (Tipler, 2001):

$$P = I \times V \quad (2.1)$$

Dimana P adalah daya (Watt), dan I adalah arus (Ampere) dan V adalah tegangan (Volt). Energi listrik adalah energi yang mampu menggerakkan muatan-muatan listrik pada suatu beda potensial tertentu. Energi listrik dirumuskan dengan persamaan:

$$W = V \times I \times t \quad (2.2)$$

Keterangan :

W = Energi Listrik (J)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

t = Waktu (detik)

Sedangkan Kalor atau energi kalor adalah energi panas yang berpindah dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Energi kalor dirumuskan dengan persamaan:

$$Q = mc\Delta T \quad (2.3)$$

Keterangan :

Q = Energi Kalor (J)

m = massa (kg)

c = Panas jenis udara (kg °C)

ΔT = Perubahan suhu (suhu awal-suhu akhir)

Jika tidak ada energi yang hilang, maka kalor yang diterima benda akan sama dengan energi listrik yang digunakan.

Untuk menghitung efisiensi maka dibandingkan antara output dan input. Pada penggunaan peltier maka, efisiensi dapat dihitung dengan persamaan :

$$\frac{E_{out}}{E_{in}} \times 100 \% \quad (2.4)$$

Keterangan :

E_{out} = Energi Kalor (J)

E_{in} = Energi Listrik (J)

atau

$$\frac{Q}{W} \times 100 \% = \frac{Q}{V \times I \times t} \times 100\% \quad (2.5)$$

Keterangan :

Q = Energi Kalor (J)

W = Energi Listrik (J)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

t = Waktu (detik)



Gambar 2. 2 Elemen Peltier

Gambar 2.2 menunjukkan bentuk fisik elemen peltier. Keuntungan dari elemen peltier adalah adanya bagian yang bergerak atau cairan yang bersikulasi,

dan ukurannya kecil serta bentuknya mudah direkayasa. Sedangkan kekurangannya terletak pada faktor efisiensi daya yang rendah dan biaya perancangan sistem sangat mahal. Tetapi, kini banyak peneliti yang sedang mencoba mengembangkan elemen peltier yang murah dan efisien (Heri Haryanto Dan Nurul Iman, 2018):

Spesifikasi bagian peltier TEC1-12706 dijelaskan pada table berikut ini:

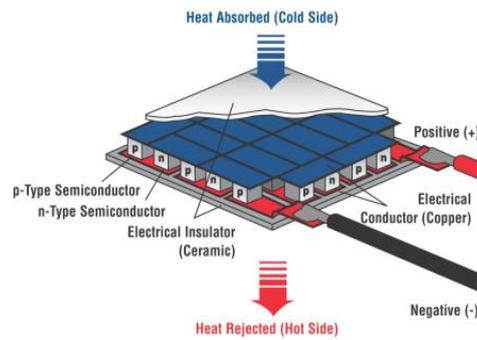
Tabel 2. 1 Spesifikasi Bagian Peltier TEC1-12706

No	Spesifikasi	Nilai
1	Model	TEC1-12706
2	Ukuran	40x40 mm
3	Operasi tegangan dan arus	0-15.2 V dan 0-6 A
4	Operasi suhu	(-30)-70 °C
5	Konsumsi daya maksimal	60 Watt

Spesifikasi kinerja peltier TEC1-12706 dijelaskan pada table berikut ini:

Tabel 2. 2 Spesifikasi Kinerja Peltier TEC1-12706

No	Kinerja Spesifikasi sisi suhu panas (°C)	25°C	50°C
1	Qmax (watt)	50	57
2	Delta Tmax(°C)	66	75
3	Imax (Ampere)	6,4	6,4
4	Vmax (volt)	14,4	16,4
5	Modul resistansi (Ohm)	1,98	2,30

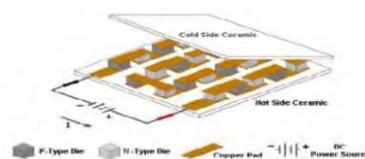


Gambar 2. 3 Struktur Elemen Peltier

Gambar 2.3 menunjukkan elemen peltier serangkaian dua tipe semikonduktor (tipe yang dihubungkan secara seri). Pada setiap sambungan antara dua tipe semikonduktor tersebut dihubungkan dengan konduktor yang terbuat dari tembaga interkoneksi konduktor tersebut diletakkan masing-masing dibagian atas dan dibagian bawah semikonduktor. Konduktor bagian atas ditunjukkan untuk membuang kalor dan konduktor bagian bawah ditunjukkan untuk menyerap kalor. Pada kedua bagian interkoneksi ditempelkan pelat yang terbuat dari keramik bertujuan untuk memusatkan kalor yang berasal dari konduktor (Karsid dkk, 2017):

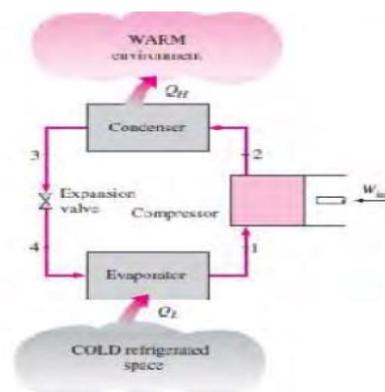
2.3 Prinsip Kerja Termoelektrik

Berdasarkan efek seebeck yaitu jika 2 buah logam yang berbeda disambungkan salah satu ujungnya, kemudian diberikan suhu yang berbeda pada sambungan, maka akan terjadi perbedaan tegangan pada ujung yang satu dengan ujung yang lain (Sembiring F.P, 2018):



Gambar 2. 4 Model Rangkaian Modul Termoelektrik

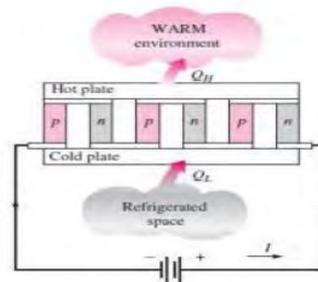
Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik). Atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik diletakkan dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Rangkaian yang ditunjukkan pada gambar 2.4, menghasilkan sejumlah listrik sesuai jenis bahan yang dipakai. Kerja pendingin termoelektrik tidak jauh berbeda. Jika material termoelektrik dialiri listrik, panas disekitarnya akan diserap. Dengan demikian, mendinginkan udara, tidak diperlukan kompresor pendingin seperti mesin-mesin pendingin konvensional yang siklusnya ditunjukkan gambar 2.5 (Ruhut Amiru dkk, 2017):



Gambar 2. 5 Skema Siklus Ideal Kompresi Uap

Rangkaian pendingin termoelektrik sederhana menggunakan bahan semikonduktor ditunjukkan pada gambar 2.5. Kalor yang diserap dari daerah dingin sebesar Q_L dan kalor yang dilepas ke lingkungan sebesar Q_H . Perbedaan antara besar Q_H dan Q_L adalah besarnya daya listrik bersih yang perlu diberikan pada termoelektrik. Mesin pendingin termoelektrik saat ini tidak bersaing dengan sistem pendingin kompresi uap karena COP yang rendah, tetapi termoelektrik banyak tersedia dipasaran dan bagaimanapun lebih disukai dalam beberapa

aplikasi karena memiliki ukuran kecil, simple, tidak berisik, dan sudah teruji (Sitorus T. B. dkk, 2016):



Gambar 2. 6 Rangkaian Mesin Pendingin Termoelektrik

Keuntungan termoelektrik dibanding teknologi pendingin aktif yang lain:

1. Biaya yang murah dan jangka waktu service panjang.
2. Konsumsi energi yang rendah.
3. Tidak dibutuhkan skill khusus untuk instalasi dan service.
4. Ramah lingkungan dan aman.
5. Daya pendingin dapat dikontrol dengan sangat baik.

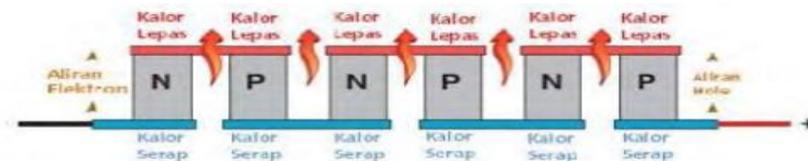
Kelebihan diatas ada yang bisa tidak tercapai tergantung pada situasinya.

Dengan desain sistem yang bagus, kemampuan pendingin TEC dapat meningkat dua kali lipat. Penyusunan semikonduktor tipe-N dan P yang membentuk junction dan dihubungkan dengan tembaga, merupakan rangkaian modul termoelektrik saat ini (Sitorus T. B. dkk, 2016):



Gambar 2. 7 Modul Termoelektrik Semikonduktor Ganda

Dengan semikonduktor tipe-P yang terhubung dengan sumber tegangan positif dan bagian akhir dari semikonduktor tipe-N terhubung dengan sumber tegangan negative, terjadi fenomena menarik. Dimana holes yang dihasilkan semikonduktor tipe-P ditarik oleh kutub negative, dan juga kebalikannya electron yang dihasilkan oleh semikonduktor tipe-N ditarik oleh kutub positif dari sumber tegangan (Yudhi Anggani dkk, 2019):



Gambar 2. 8 Rangkaian Seri Modul Termoelektrik Semikonduktor Ganda

Demikian berlangsung terus menerus pada saat diberikan arus, beban pembawa dan kalor yang dihasilkan akan mengalir dengan arah yang sama seperti apada gambar 2.7 dan 2.8, dengan menggunakan sifat-sifat khusus dari termoelektrik couple memungkinkan menggabungkan banyak pellet ke dalam sebuah susunan persegi untuk membentuk sebuah modul termoelektrik (Yudhi Anggani dkk, 2019):

Modul ini dapat menghasilkan kalor dalam jumlah yang dapat diterima, tetapi dengan hubungan kelistrikan yang disusun secara seri, DC power suply dapat digunakan, modul termoelektrik yang sekarang umum digunakan tersusun dari 254 pellet semikonduktor tipe-N dan P yang dapat dioperasikan pada 12-16 VDC dan hanya menggunakan arus sebesar 4-5 ampere (Yudhi Anggani dkk, 2019):

2.4 Heatsink

Heatsink terbuat dari aluminium, berada dalam kontak dengan sisi panas dari modul termoelektrik. Ketika positif dan negatif dari modul termoelektrik dihubungkan ke terminal positif dan negatif masing-masing dari sumber daya DC, panas akan dilepaskan oleh modul termoelektrik sisi panas, heatsink melancarkan pembuangan panas. Heatsink biasanya adalah tahap peralihan pada proses pemindahan panas dimana panas mengalir ke dalam heatsink dan kemudian di transfer ke media eksternal. Heatsink termasuk konveksi bebas, konveksi paksa dan cairan dingin, tergantung ukuran kulkas (Sitorus T. B. dkk, 2016):



Gambar 2. 9 Heatsink

2.5 Styrofoam

Styrofoam adalah material yang terbuat ekspansi polystyrene beads (butir polistiren) yang dibuat dengan cara dicetak (moulding). Styrofoam dikenal dengan istilah styropor. Istilah expandable polystyrene sering kali disamakan dengan extruded polystyrene. Kedua material ini berbeda, Expandable polystyrene terbuat dari polystyrene beads (butir) sedangkan extruded polystyrene terbuat dari polystyrene foam (busa). Expandable polystyrene dibuat oleh BSF (sebuah pabrik kimia) pada tahun 1952 dan sekarang EPS diproduksi dari bahan mentah dengan biaya seefektif mungkin sebagai produk pembungkus (packaging) yang efisien (Sitorus T. B. dkk, 2016):



Gambar 2. 10 Styrofoam

Pada umumnya Styrofoam (EPS) digunakan sebagai bahan kerajinan tangan, pelapis kemasan barang elektronik, kemasan makan dan minuman, kemasan buah dan sayuran. Setelah digunakan untuk keperluan tersebut biasa Styrofoam dibuang, Styrofoam membutuhkan waktu lebih dari 1 juta tahun supaya bisa terurai sempurna. Perlu sebuah solusi untuk supaya sampah Styrofoam tidak dibuang begitu saja. Salah satunya dengan digunakan kembali sebagai alat penyimpan (Sitorus T. B. dkk, 2016):

Kemampuan Styrofoam dalam menginsulasi panas dapat diuji coba dengan cara menyinari Styrofoam dengan lampu sorot atau menghadapkannya pada sumber panas sebagai pengganti panas matahari dengan jarak tertentu. Dan sisi yang berlawanan diukur suhunya. Suhu ini dibandingkan dengan mengukur suhu udara dekat sumber paas dengan jarak yang sama tanpa Styrofoam. Dengan begitu akan didapat seberapa efektif Styrofoam menghambat laju panas (Sitorus T. B. dkk, 2016):

BAB III

METODE PENELITIAN

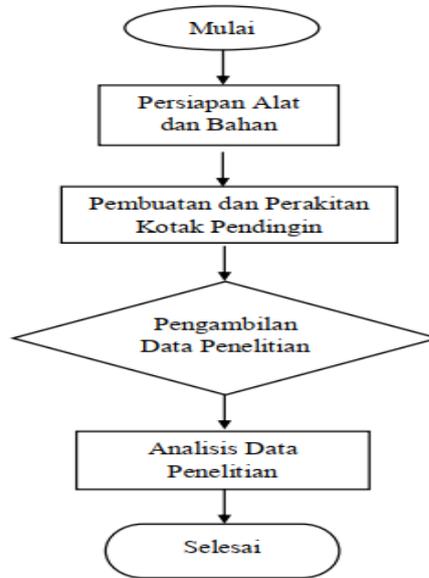
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian mengenai rancang bangun kotak pendingin buah dan sayur berbasis peltier TEC1-12706 dimulai pada bulan Februari 2021 sampai selesai bertempat di Laboratorium Elektronika Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.

3.2 Alat Dan Bahan Penelitian

1. Kotak Sterofoam
2. Peltier TEC1-12706
3. Heatsink & Fan
4. Power supply
5. Kabel penghubung
6. Multimeter
7. Stopwatch
8. Buah & Sayuran

3.3 Rancangan Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Rancangan Alat Penelitian Sebelumnya

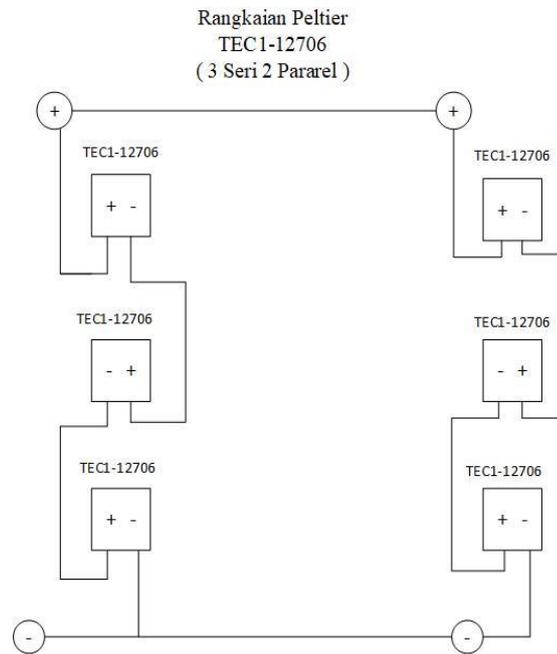


Gambar 3. 2 Bentuk Bagian Luar Dan Dalam Dari Sistem Kotak Pendingin

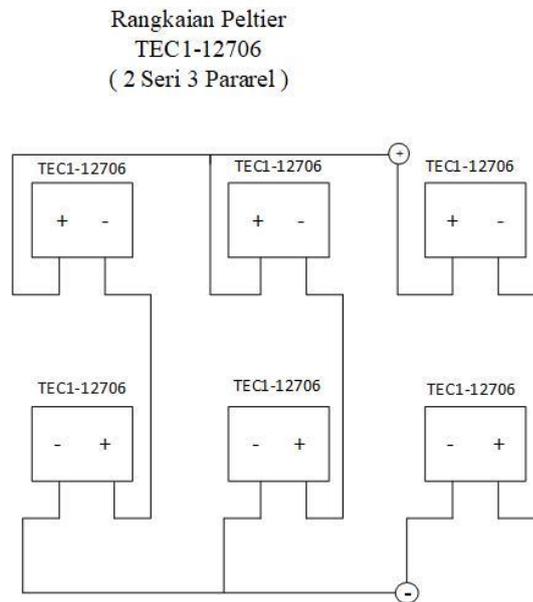
Tabel 3. 1 Spesifikasi Instalasi Sistem Kotak Pendingin

No	Data	Keterangan
1	Dimensi Kotak Pendingin	Panjang 36 cm, lebar 28 cm, tinggi 26 cm
2	Tipe / jumlah peltier	TEC1-12706 / 4 buah @ 72 watt
3	Jumlah heat sink / cold sink	Masing-masing 4 buah
4	Jumlah kipas pendingin	4 buah @ 1,8 watt
5	Jumlah sel panel surya	2 buah @ 100 watt
6	Media yang didinginkan	Sayur dan buah
7	Bahan kotak pendingin	Triplek, styrofoam, stainless steel, aluminium foil

3.5 Rancangan Rangkaian Pada Kotak Pendingin



Gambar 3.3 Rangkaian Peltier TEC1-12706 3 Seri 2 Pararel



Gambar 3.4 Rangkaian Peltier TEC1-12706 2 Seri 3 Pararel

3.6 Pengambilan Data

Teknik pengambilan data pada penelitian adalah dengan cara menggunakan multimeter yang beserta sensor suhu dan menggunakan Stopwatch untuk mengambil waktu. Dalam pengambilan data diklasifikasikan seperti pada gambar dibawah ini :

Tabel 3. 2 Data pengujian suhu didalam box

Waktu	Suhu awal (°C)	Suhu akhir (°C)	Arus (A)	Tegangan (Volt)

3.7 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini yaitu dilakukan secara manual dimana untuk menghitung *output* daya yang dihasilkan oleh tiap rancang dan menganalisa rancangan dari bahan mana yang memiliki efesiensi yang tinggi. Untuk menghitung daya (P) yang dihasilkan oleh rancangan generator termoelektrik dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P=V \times I \quad (3.1)$$

Dengan P adalah daya (Watt), V adalah tegangan keluaran (volt). Energi listrik adalah energi yang mampu menggerakkan muatan-muatan listrik pada suatu beda potensial tertentu. Energi listrik dirumuskan dengan persamaan:

$$W = V \times I \times t \quad (3.2)$$

Keterangan :

W = Energi Listrik (J)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

t = Waktu (detik)

Sedangkan Kalor atau energi kalor adalah energi panas yang berpindah dari benda yang bersuhu lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Energi kalor dirumuskan dengan persamaan:

$$Q = mc\Delta T \quad (3.3)$$

Keterangan :

Q = Energi Kalor (J)

m = massa (kg)

c = Panas jenis udara (kg °C)

ΔT = Perubahan suhu (suhu awal-suhu akhir)

Jika tidak ada energi yang hilang, maka kalor yang diterima benda akan sama dengan energi listrik yang digunakan.

Untuk menghitung efisiensi maka dibandingkan antara output dan input.

Pada penggunaan peltier maka, efisiensi dapat dihitung dengan persamaan :

$$\frac{E_{out}}{E_{in}} \times 100 \% \quad (3.4)$$

Atau

$$\frac{Q}{W} \times 100 \% = \frac{Q}{V \times I \times t} \times 100\% \quad (3.5)$$

Keterangan :

Q = Energi Kalor (J)

W = Energi Listrik (J)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

t = Waktu (detik)

Menjadi

$$\text{Perhitungan Efisiensi} = \frac{\text{Energi Kalor}}{\text{Energi Listrik}} \times 100\% = \frac{mc\Delta T}{V \cdot I \cdot t} \times 100\% \quad (3.6)$$

Keterangan :

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

t = Waktu (detik)

m = Massa (kg)

c = Panas jenis udara (kg °C)

ΔT = Perubahan suhu (suhu awal-suhu akhir)

Dimana perhitungan efisiensi energi kotak pendingin termoelektrik V tegangan (V) yang didapat terhadap 6 termoelektrik, I arus (A) yang diberikan terhadap 6 termoelektrik, t waktu (detik) yang didapat dari kotak pendingin ketika dinyalakan sampai menghasilkan suhu yang diinginkan, m massa (udara) didapat dari udara saat di tempat praktek, C panas jenis udara didapat dari perubahan suhu kotak pendingin, ΔT perubahan suhu (suhu awal – suhu akhir).

3.8 Pengujian Sampel Pada Kotak Pendingin Berbasis Peltier

Termoelektrik peltier TEC1-12706 adalah sebuah alat multifungsi alternatif sebagai pengganti gas Freon untuk menghasilkan Suhu rendah yang dapat dimanfaatkan sebagai pendingin. Pada penelitian ini termoelektrik peltier TEC1-12706 digunakan sebagai kotak pendingin untuk menjaga kualitas buah dan sayur tetap segar sampai jangka waktu tertentu.

1. Disiapkan sampel yang akan digunakan berupa sayur dan buah-buahan.
2. Digunakan rancang bangun kotak pendingin termoelektrik peltier TEC1-12706 yang telah dirangkai untuk menyimpan sayur dan buah-buahan.
3. Dilakukan pengukuran waktu, suhu dan arus untuk mengetahui kinerja kotak pendingin.
4. Apabila dalam waktu yang ditentukan kotak pendingin menghasilkan suhu rendah dan memiliki arus yang stabil maka kotak pendingin dapat digunakan sebagai penyimpan sayur dan buah-buahan.
5. Selesai.

3.9 Analisis Hasil Uji

Analisa dilakukan apabila sudah didapat data yang diperoleh pada pengujian Kotak Pendingin melalui multimeter dan stopwatch dengan cara sebagai berikut:

1. Dilakukan pendataan dari data yang diperoleh.
2. Dicatat pada microsoft excel sekaligus dikelompokkan sesuai dengan table penelitian.
3. Dianalisis menggunakan grafik sesuai dengan kebutuhan.
4. Selesai.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

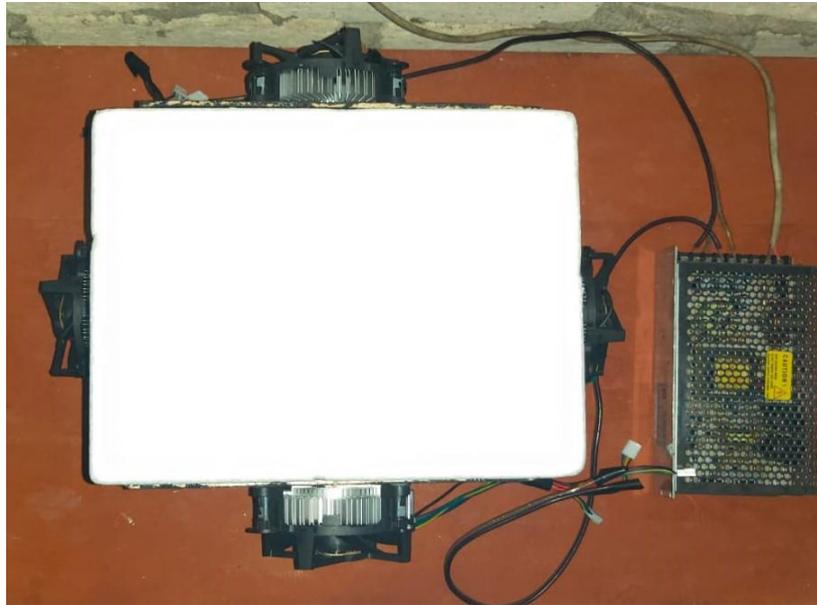
4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan menciptakan salah satu alat alternatif pendingin dengan memanfaatkan sisi dingin Peltier TEC1-12706 sebagai pengganti freon refrigeran berupa zat kimia yang dapat menghasilkan suhu dingin apabila diberi tegangan. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Efisiensi pendinginan dan daya kotak pendingin buah dan sayur berbasis peltier TEC1-12706, dan mengetahui lamanya waktu kotak pendingin dapat mempertahankan temperatur dingin. Parameter yang diukur pada penelitian ini meliputi suhu dingin awal dan akhir kotak pendingin, arus dan tegangan yang dikeluarkan oleh sistem kotak pendingin termoelektrik.

4.2 Pembuatan Kotak Pendingin Termoelektrik Buah dan Sayur

Pembuatan kotak pendingin termoelektrik buah dan sayur ini merupakan rangkaian utama yang digunakan mengawetkan buah dengan memanfaatkan sisi dingin Peltier TEC1-12706. Dalam pembuatan ada beberapa bahan yang digunakan sebagai rancangan kotak pendingin Peltier TEC1-12706, Hetsing dan kipas, Power Suply, kotak Strerofoam berukuran (24 mm x 19 mm x 18 mm) dan triplek. Rangkaian kotak pendingin termoelektrik Buah dan Sayur terdiri dari 4 sisi pendingin dimana terdapat 6 buah Peltier TEC1-12706 dengan penempatan masing-masing 2 buah disisi depan dan belakang serta 1 buah disisi kanan dan kiri. Bagian sisi dingin peltier dihadapkan ke dalam kotak sterofom dan sisi panas dihadapkan ke hetsink dan kipas supaya sisi panas menjadi dingin dan mempercepat menurunkan suhu didalam kotak sterofom. Gambar 4.1

menjelaskan hasil rancangan Kotak Pendingin termoelektrik Buah dan Sayur yang sudah siap digunakan.



Gambar 4.1 Rancangan Kotak Pendingin Termoelektrik Buah dan Sayur

4.3 Unjuk Kerja Alat

Desain alat ini dirancang dengan memanfaatkan sisi dingin peltier dengan memberi tegangan dari power supply dan dengan bantuan kipas untuk mendinginkan sisi panas. Jumlah peltier TEC1-12706 berjumlah 6 buah dan kipas pendingin berjumlah 6 buah masing –masing ditaruh dibagian sisi kanan dan kiri 1 buah dan depan belakang 2 buah serta power supply 1 buah memiliki output 40 A. Kotak pendingin termoelektrik dinyalakan sampai waktu tertentu hingga didapat tingkat pendinginan maksimal sehingga dapat dipakai untuk menyimpan buah dan sayur.

Pengukuran suhu kotak pendingin termoelektrik digunakan termometer digital, dimana termometer dimasukkan didalam kotak pendingin termoelektrik kemudian suhu akan ditampilkan di LCD. Rancangan kotak pendingin

termoelektrik akan mengeluarkan arus dan tegangan. Pengukuran nilai arus dan tegangan digunakan multimeter digital. Kotak pendingin termoelektrik bekerja berdasarkan sisi dingin peltier TEC1-12706 dan kipas yang mendinginkan sisi panasnya. Semakin dingin sisi panas peltier TEC1-12706.

4.4 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan variasi rangkaian 3 seri 2 paralel dan 2 seri 3 paralel kotak pendingin termoelektrik dinyalakan selama waktu tigapuluh menit pengukuran setiap rentang waktu lima menit perubahan suhu, tegangan dan arus tiap pengukuran. Dengan dua variasi rangkaian 3 seri 2 paralel dan 2 seri 3 paralel dua rangkaian variasi didalam satu kotak pendingin jadi rangkaian di uji bergantian. Pengukuran penurunan suhu di ukur tiap pertambahan waktu selama lima menit awal sampai menit ke tigapuluh sehingga terdapat 7 hasil data pengukuran, untuk menghitung waktu menggunakan stopwact android. Sebelum pengukuran, pastikan semua alat baik dari, kipas bisa berputar heatsink menempel Peltier serta diberi pasta prosesor dibagian peltir yang panas dan power suply yang ada pengukur tegangan dan arus dalam keadaan siap, dan sensor suhu. Sensor suhu diatur pada nilai suhu ruangan kemudian sensor dimasukan ke dalam kotak pendingin untuk mengetahui suhu awal pada sistem yang ditambah kipas prosesor supaya suhu cepat merata didalam. Setelah sensor mendapat suhu awal, dimulai menyalakan power suply serta menyalakan semua alat pada kotak pendingin, kemudian didata nilai keluaran dari sensor yang ditampilkan pada LCD sensor suhu, dan nilai tegangan serta arus yang ditampilkan di power suply setiap 5 menit pengukuran selama 30 menit.

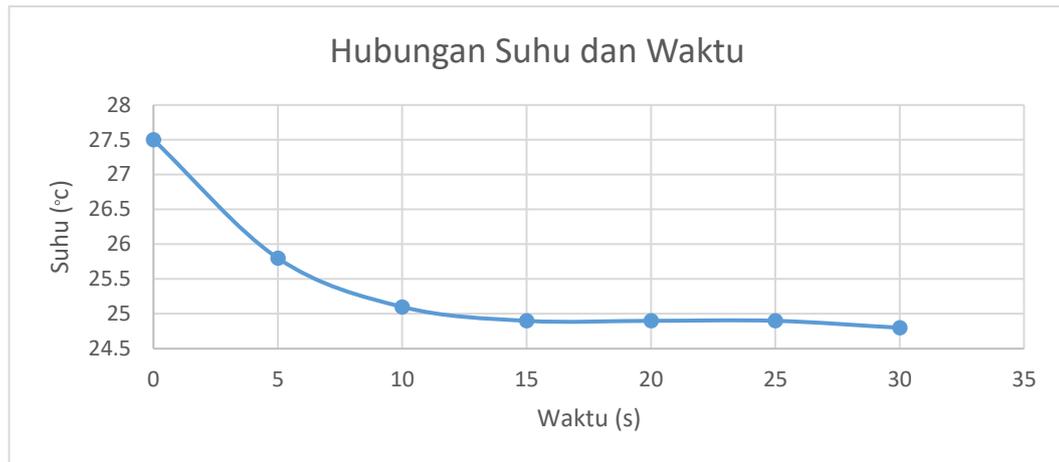
4.4.1 Hasil Pengujian Kotak Pendingin Rangkaian 3 Seri 2 Pararel

Tabel 4.1 Pengambilan Data Kotak Pendingin Rangkaian 3 Seri 2 Pararel

No	Waktu(s)	Suhu awal (°C)	Suhu akhir (°C)	Arus (A)	Tegangan (V)
1	0	27.5	25.8	4.54	30.5
2	5	25.8	25.1	4.53	30.5
3	10	25.1	24.9	4.53	30.5
4	15	24.9	24.9	4.53	30.5
5	20	24.9	24.9	4.53	30.5
6	25	24.9	24.9	4.53	30.5
7	30	24.8	24.8	4.52	30.5

Tabel 4.2 Perhitungan Nilai Efisiensi Rangkaian 3 Seri dan 2 Pararel

Berikut adalah perhitungan nilai efisiensi dengan :						
$C = 1000 \text{ Joule/kg } ^\circ\text{C}$						
$m = 0.012 \text{ kg/cm}^{-3}$						
$V = 30.5 \text{ V}$						
No	Waktu (s)	Perubahan Suhu (°K)	Arus (A)	Energi listrik (Joule)	Energi kalor (Joule)	Efisiensi (%)
1	0	290.15	4.54	0	3.481	0%
2	300	280.15	4.53	41.541	3.361	8.09%
3	600	275.15	4.53	82.899	3.301	3.98%
4	900	273.15	4.53	124.348	3.277	2.63%
5	1200	273.15	4.53	165.798	3.277	1.97%
6	1500	273.15	4.53	207.247	3.277	1.58%
7	1800	274.15	4.52	248.148	3.289	1.32%
Nilai Rata – Rata Efisiensi						3.26%



Gambar 4.2 Grafik Suhu dengan Waktu 3 Seri 2 Pararel

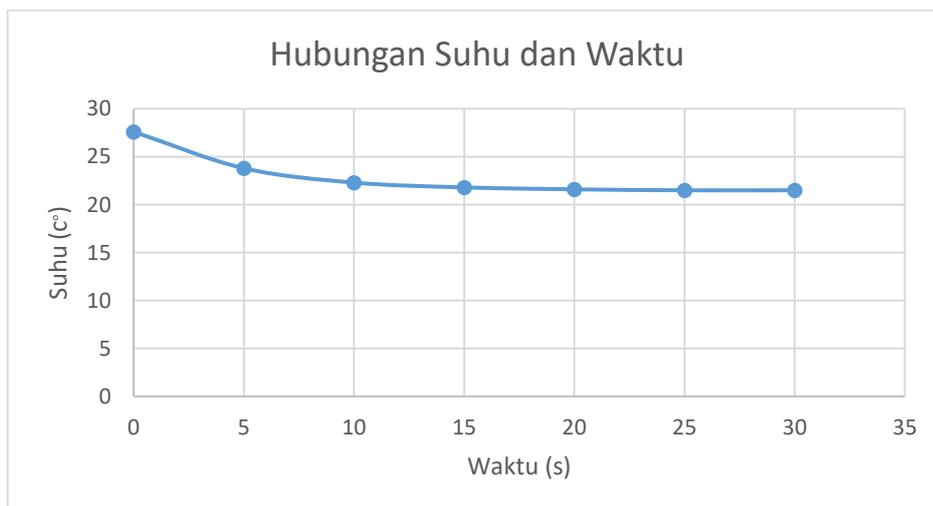
4.4.2 Hasil Pengujian Kotak Pendingin Rangkaian 2 Seri 3 Pararel

Tabel 4.3 Pengambilan Data Kotak Pendingin Rangkaian 2 Seri 3 Pararel

No	Waktu(s)	Suhu awal (°C)	Suhu akhir (°C)	Arus (A)	Tegangan (V)
1	0	27.6	23.8	5.02	13.8
2	5	23.8	22.3	5.00	13.8
3	10	22.3	21.8	5.02	13.9
4	15	21.8	21.6	4.95	13.8
5	20	21.6	21.5	4.98	13.8
6	25	21.5	21.5	4.98	13.8
7	30	21.5	21.5	4.98	13.8

Tabel 4.4 Perhitungan Nilai Efisiensi Rangkaian 2 Seri dan 3 Pararel

Berikut adalah perhitungan nilai efisiensi dengan :						
$C = 1000 \text{ Joule/kg } ^\circ\text{C}$						
$m = 0.012 \text{ kg/cm}^{-3}$						
$V = 13.8 \text{ V}$						
No	Waktu (s)	Perubahan Suhu ($^\circ\text{K}$)	Arus (A)	Energi listrik (Joule)	Energi Kalor (Joule)	Efisiensi (%)
1	0	311.15	5.02	0	3.733	0%
2	300	288.15	5.00	20.700	3.457	16.70 %
3	600	278.15	5.02	41.565	3.337	8.03%
4	900	275.15	4.95	61.479	3.301	5.37%
5	1200	274.15	4.98	82.468	3.289	3.98%
6	1500	273.15	4.98	103.086	3.277	3.17%
7	1800	273.15	4.98	124.703	3.277	2.64%
Nilai Rata – Rata Efisiensi						6.64%



Gambar 4.3 Grafik Suhu dengan Waktu 2 Seri 3 Pararel

4.5 Pembahasan

Hasil pengambilan data pada rancang bangun kotak pendingin sayur dan buah berbasis peltier dengan rangkaian 3 seri dan 2 paralel dapat dilihat di tabel 4.1 untuk hasil perhitungan nilai efisiensi rangkaian 3 seri dan 2 paralel di tabel 4.2 dan grafik hubungan T suhu dan t waktu di gambar 4.2. Hasil pengambilan data rangkaian 2 seri dan 3 paralel terdapat di tabel 4.3 untuk hasil perhitungan nilai efisiensi di tabel 4.4 dan grafik hubungan T suhu dan t waktu di gambar 4.3.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan, Pendingin buah dan sayur berbasis peltier TEC1-12706 dengan rancangan 2 seri 3 paralel dapat mencapai temperature dan efisiensi. Dapat dilihat pada analisis menggunakan grafik untuk suhu dan tabel untuk efisiensi bahwa Pendingin buah dan sayur berbasis peltier TEC1-12706 dengan rancangan 2 seri 3 paralel mendapatkan hasil rata – rata efisiensi lebih tinggi dibandingkan rangkaian 3 seri 2 paralel.

Hasil grafik hubungan T suhu dan t waktu yang dapat dihasilkan oleh kotak pendingin sayur dan buah berbasis peltier dengan rangkaian 3 seri dan 2 paralel di gambar 4.2 ketika T waktu 0 t suhu di angka 27.5 derajat celsius ketika T waktu 5 menit t suhu di angka 25.8 derajat celsius ketika T waktu 10 menit t suhu 25.1 derajat celsius ketika T waktu 15 menit t suhu 24.9 derajat celsius ketika T waktu 20 menit t suhu di 24.9 derajat celsius ketika T waktu 25 menit t suhu 24.9 derajat celsius ketika T waktu 30 menit t suhu 24.8 derajat celsius. Arus dan tegangan yang dihasilkan di rangkaian 3 seri dan 2 paralel terdapat di tabel 4.1 ketika kotak pendingin mencapai suhu 27.5 derajat celsius didapat arus 4.54 A dan tegangan 30.5 V ketika kotak pendingin mencapai suhu 25.8 derajat celsius didapat arus 4.53 A dan tegangan 30.5 V ketika kotak pendingin mencapai suhu 25.1 derajat celsius didapat arus 4.53 A dan tegangan 30.5 V ketika kotak pendingin mencapai

suhu 24.9 derajat celsius didapat arus 4.53 A dan 30.5 V ketika kotak pendingin mencapai 24.8 derajat celsius didapat arus 4.52 A dan tegangan 30.5 V.

Hasil grafik hubungan T suhu dan t waktu yang dapat dihasilkan oleh kotak pendingin sayur dan buah berbasis peltier dengan rangkaian 2 seri dan 3 paralel di gambar 4.3 ketika T waktu 0 t suhu diangka 27.6 derajat celsius ketika T waktu 5 menit t suhu di angka 23.8 derajat celsius ketika T waktu 10 menit didapat 22.3 derajat ketika T waktu 15 menit t suhu 21.8 derajat celsius ketika T waktu 20 menit t suhu 21.6 derajat celsius ketika T waktu 25 menit t suhu 21.5 derajat celsius ketika T waktu 30 menit t suhu 21.5 derajat celsius. Arus dan tegangan yang dihasilkan di rangkaian 2 seri dan 3 paralel terdapat di tabel 4.3 ketika kotak pendingin mencapai suhu 27.6 derajat celsius didapat arus 5.02 A dan tegangan 13.8 V ketika suhu 23.8 derajat celsius didapat arus 5.00 A dan tegangan 13.8 V ketika suhu 22.3 derajat celsius didapat arus 5.02 A dan tegangan 13.9 V ketika suhu 21.8 derajat celsius didapat arus 4.95 A dan tegangan 13.8 V ketika suhu 21.6 derajat celsius didapat arus 4.98 A dan tegangan 13.8 V ketika suhu 21.5 derajat celsius didapat arus 4.98 A dan tegangan 13.8 V.

Efisiensi kotak pendingin sayur dan buah pada rangkaian 3 seri 2 paralel nilai efisiensi tertinggi didapat 8.09 % dan terendahnya didapat 1.32% sedangkan nilai rata-rata sebesar 3.26%. Efisiensi kotak pendingin sayur dan buah pada rangkaian 2 seri 3 paralel efisiensi tertinggi didapat 16.70 % dan terendahnya didapat 3.64% sedangkan nilai rata-rata sebesar 6.64%.

Hasil pengujian kotak pendingin sayur dan buah berbasis peltier suhu terbaik yang dapat dicapai terdapat dirancangan 2 seri 3 paralel dengan suhu terendah yang dapat mencapai 21.5 derajat celsius. Dalam penelitian ferry sembiring

(2018) temperatur rata-rata agar sayur dan buah tetap segar disimpan di suhu ruang lebih kecil dari 25 derajat celcius agar kondisi buah dan sayur tetap segar sedangkan Karsid (2017) penyimpanan buah dan sayuran dapat dilakukan dengan menjaga suhu kabin pada 4-21 derajat celsius. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa dari sistem pendingin peltier yang diuji dapat digunakan untuk menjaga kesegaran dari sayur dan buah.

Analisa dari hasil efisiensi yang didapat sangat kecil karena pengaruh perubahan temperatur udara luar yang turut mempengaruhi kondisi distribusi temperature didalam kotak pendingin. Karena kotak pendingin masih ada celah tidak rapat sehingga udara luar mempengaruhi suhu didalam kotak pendingin.

Termodinamika adalah ilmu tentang energi, yang secara spesifik membahas tentang hubungan energi panas dengan kerja. Energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain, baik secara alami maupun hasil rekayasa teknologi (Giancoli,2001). Hukum kedua termodinamika menyatakan kalor mengalir secara spontan ke benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah dan tidak pernah mengalir secara spontan dalam arah kebalikanya (Halliday,1991). Hukum kedua termodinamika memberikan batasan dasar pada efisiensi sebuah mesin. Hukum ini juga memebrikan batasan energi masukan minimum yang dibutuhkan untuk menjalankan sebuah sistem pendingin (Halliday, 1991). Pada mesin pendingin terjadi aliran kalor dari resevoir bersuhu rendah ke reservoir bersuhu tinggi dengan melakukan usaha pada sistem (Giancoli,2001). Ukuran kinerja mesin pendingin yang dinyatakan dengan koefisien daya guna (koefisien prestasi) merupakan hasil bagi kalor yang dipindahkan dari reservoir bersuhu rendah terhadap usaha yang dibutuhkan. Jadi untuk meminimalisir kebocoran suhu dalam

sistem pendingin buah dan sayur dapat digunakan benda berupa malam untuk menutup lubang ditempat peltier diletakkan dan tutup pendingin buah dan sayur.

Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai referensi untuk merancang sebuah alat yang dapat dijadikan sebagai penyimpanan sayur dan buah secara portabel dan ramah lingkungan, dengan bahan – bahan yang mudah dijangkau oleh semua orang. Manusia memiliki akal untuk mengembangkan potensi yang ada dalam dirinya potensi alam yang ada disekitarnya dapat dikembangkan, dapat dimanfaatkan menjadi sebuah alat yang sangat fungsional bagi manusia lainnya. Allah SWT berfirman dalam Surat al-Baqarah ayat 269:

يُؤْتِي الْحِكْمَةَ مَنْ يَشَاءُ ۚ وَمَنْ يُؤْتَ الْحِكْمَةَ فَقَدْ أُوتِيَ خَيْرًا كَثِيرًا ۗ وَمَا يَذَّكَّرُ إِلَّا أُولُو الْأَلْبَابِ

“Dia memberikan hikmah kepada siapa yang Dia kehendaki. Barangsiapa diberi hikmah, sesungguhnya dia telah diberi kebaikan yang banyak. Dan tidak ada yang dapat mengambil pelajaran kecuali orang-orang yang mempunyai akal sehat.” (Q.S al-Baqarah: 269)

Dalam Tafsir Ibnu Katsir, ayat diatas dijelaskan perkalimat, diantaranya: *Yu'til hikmata may yasyā-u* (Allah Menganugrahkan hikmah kepada siapa yang Dikehendaki-Nya), yakni Menganugrahkan kenabian kepada Muhammad saw. Ada yang berpendapat, menganugrahkan penafsiran al-Quran. Menurut pendapat yang lain, kesesuaian antara perkataan, perbuatan, dan pemikiran. *Wa may yu'tal hikmata* (dan barangsiapa yang dianugrahi hikmah), yakni kesesuaian antara perkataan, perbuatan, dan pemikiran. *Fa qad ūtiya* (berarti ia benar-benar telah dianugrahi) dan dikaruniai. *Khairang katsīrā, wa mā yadz-dzakkaru* (karunia yang banyak. Dan tiada yang dapat mengambil pelajaran), yakni tak ada yang dapat mengambil pelajaran dari perumpamaan-perumpamaan al-Qur'an. Menurut

pendapat yang lain, tidak ada yang dapat mengambil pelajaran dari hikmah itu. *Illā ulul albāb* (kecuali orang-orang yang berakal), yakni orang-orang yang mempunyai nalar.

Dari ayat tersebut Allah menunjukkan bahwa menganugrahkan hikmah kepada siapapun yang dikehendaki-Nya. Barang siapa yang dianugrahi hikmah, benar-benar ia telah dianugrahi karunia yang banyak. Dan tiada yang dapat mengambil pelajaran kecuali orang-orang yang berakal.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian tentang rancang bangun pendingin buah dan sayur berbasis peltier TEC1-12706 ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Efisiensi pendingin terbaik yang dapat dicapai terdapat dirancangan 2 seri 3 paralel dengan efisiensi nilai rata-rata 6.64%, karena semakin banyak peltier yang di paralelkan maka pengaruh beban tegangan semakin kecil sehingga arus yang digunakan semakin besar.
2. Unjuk kerja dari pendingin buah dan sayur berbasis peltier TEC1-12706 dapat melihat data yang dihasilkan rancangan 2 seri 3 paralel memiliki suhu terbaik dapat mencapai 21.5 derajat Celsius dan memiliki nilai efisiensi rata-rata 6.64%, dapat dilihat gambar rancangan pendingin di lampiran.

5.2 Saran

Nilai efisiensi yang didapat pendingin berbasis peltier TEC1-12706 masih kecil nilai rata-rata 6.64%. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menaikkan nilai efisiensi, selain itu, penelitian selanjutnya dapat menambah jumlah peltier dan merancang kotak semakin rapat sehingga didapat rancangan lebih baik lagi.

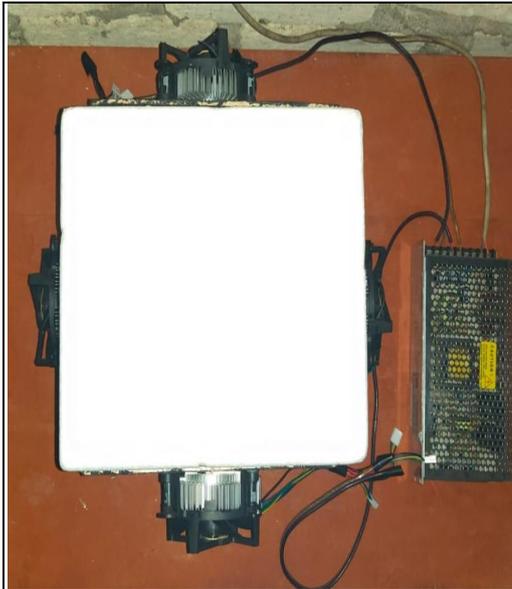
DAFTAR PUSTAKA

- Al-qur'an Dan Terjemahan. 2013. Jakarta: Pustaka Al-Mubin.
- Andriboko, Armansyah, dkk 2015. Peningkatan Kinerja Komputer Dengan Kestabilan Temperatur Terkendali Berbasis Mikrokontroler. Manado: Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT.
- B. Y. Prasetyo & W. S. Ayu (2021). Kaji Eksperimental Termoelektrik Sebagai Sistem Pendingin Alternatif. Jurusan Teknik Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung.
- Budijono A. P. Dan Munib Ahsani, 2015. Rancang Bangun Pendingin Ruangan Cooler (TEC). J. Teknik Mesin. Vol. 03, No. 01 100-109.Erlangga.
- Ferry Sembiring dkk, 2018. Kinerja Sistem Kotak Pendingin Peltier Tenaga Surya
- Giancoli, Douglas C. 2001. Fisika Jilid I (Terjemahan).Jakarta : Penerbit Erlangga
- Halliday, dan Resnick. 1991. Fisika Jilid I (Tejemahan).Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Hengki dkk. (2020). Analisa Efisiensi Energi Alat Pendingin Portable Di Sepeda Motor. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor. Vol.1 No.2.
- I.M.S Utama, N.S., “Antara, *Pasca Panen Tanaman Tropika: Buah Dan Sayur*”, Tropical Plant Curriculum Project, Udayana University. 2013.J. Teknik Mesin. Vol. 10, No.1 pp.1-8.Jakarta Erlangga.
- Karsid dkk, 2017. Sistem Kontrol Suhu Penyimpan Buah-Sayur Pada Mesin Pendingin Termoelektrik. J. Teknik Pendingin Dan Tata Udara. Vol.3, No.2 Hal 32 – 36.
- M.N Sasongko dkk. (2017). Pengaruh Jumlah TEC terhadap Unjuk Kerja Mesin Pendingin Termoelektrik. Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya-Malang.Hal 29-33.
- Oktorina, D. H., 2006. Kaji Karakteristik Modul Termoelektrik Untuk Sistem Penyimpanan Dingin. *Skripsi*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.Portable Dengan Memanfaatkan Efek Perbedaan Suhu Pada Thermo Elektric.
- Priyono A. Dan Keith F, 1998. Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas, edisi ke-3.
- R. Aziz & Karsid (2015). Uji Performansi Kontrol Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Variasi Kontrol Digital Dan Kontrol Scheduling Untuk Pengawetan Buah Dan Sayuran. Jurusan Teknik Pendinginan dan Tata Udara, Politeknik Negeri Indramayu. Vol.4 No.2 : 2302-2949.

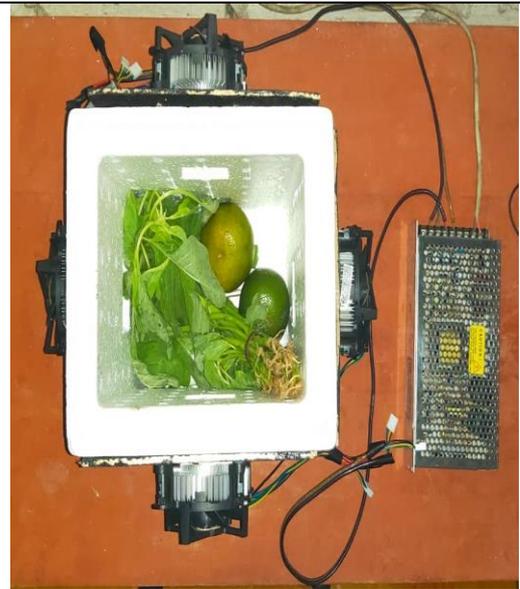
- Ruhut Amiru dkk, 2017. Rancang Bangun Pendingin Media Kalibrasi Thermohyrometer Berbasis Peltier. Balai Besar Logam dan Mesin (BBLM). Vol. 39, No.2.
- Sembiring F.P, 2018. (“Rancang Bangun Kotak Pendingin Peltier Penyimpanan Buah Dan Sayur Dengan Sumber Energi Tenaga Surya”) Skripsi, Fakultas Teknik, Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Tippler, Paul A, 2001. Fisika Untuk Sain Dan Teknik Edisi ke-3 jilid 2. Jakarta:Unit Pembuang Panas Heat Sink Fin-Fan Dan Single Fan Heat Pipe. Untuk Penyimpan Sayur Dan Buah. D. Teknik Mesin. Vol. 20, No. 4 Hal. 214-220.
- Yudhi Anggani dkk, 2019. Unjuk Kerja Kotak Pendingin Peltier Dengan Unit Pembuang Panas Heat Sink Fin-Fan dan Single Fan Heat Pipe. Jurusan Teknik Mesin Univesitas Mataram. Vol.10 No.1.

Lampiran 1

Foto Hasil Pembuatan Kotak Pendingin



Tampak Luar Kotak Pendingin



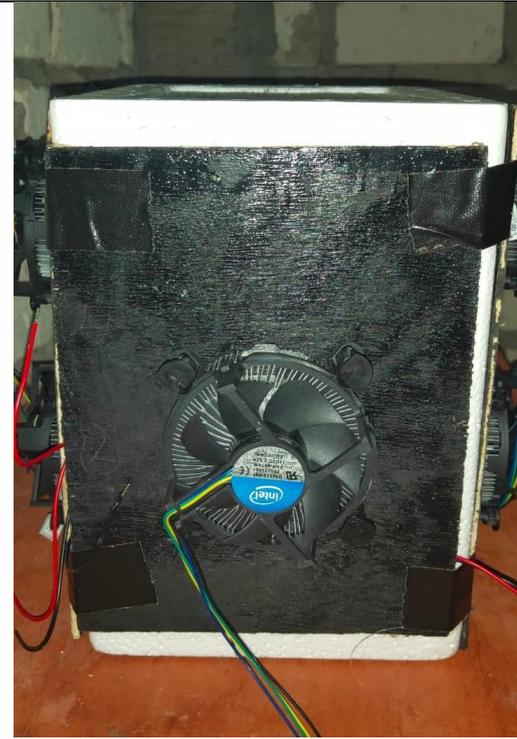
Tampak Dalam Kotak Pendingin



Tampak Depan Kotak Pendingin



Tampak Belakang Kotak Pendingin



Tampak Samping Kanan Kotak Pendingin



Tampak Samping Kiri Kotak Pendingin



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

JURUSAN FISIKA

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933
Website: <http://fiska.uin-malang.ac.id> e-mail: fiskad@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Wasil Fibr
NIM : 18640081
Fakultas/Program Studi : Sains Dan Teknologi / Fisika
Judul Skripsi : Rancang Bangun Pendingin Ruah dan Sagar Berbasis Peltier Tec1-0706
Pembimbing 1 : Farid Samir Husanto, M.T
Pembimbing 2 : Drs. Abdul Basid, M.Si

• Konsultasi Fisika

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	2 Juli 2021	Konsultasi Bab 1, II, III	
2.	4 Juli 2021	konsultasi Bab 1, II, III dan IV	
3.	23 Oktober 2021	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
4.	25 Januari 2022	Konsultasi Bab IV	
5.	30 Januari 2022	Konsultasi Bab IV dan V	
6.	21 Februari 2022	Konsultasi Bab IV	
7.	23 Februari 2022	Konsultasi Bab IV dan V	

• Konsultasi Integrasi

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	4 Juli 2021	Konsultasi Integrasi Agama	
2.	09 Januari 2022	Konsultasi Integrasi Agama	
3.	3 Februari 2022	Konsultasi Integrasi Agama	
4.	21 Februari 2022	Konsultasi Integrasi Agama	

Malang, 03 Februari 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan,

Dr. Idris Tazi, M.Si