

APLIKASI PENDINGIN ELEKTRIK TEC1-12706 DAN TEC1-12715 DENGAN HEATSINK PADA COOLER BOX SEMI KONDUKTOR

Kukuh Uzia Bramantyo

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: kukuhbramantyo@mhs.unesa.ac.id

I Made Arsana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: madearsana@unesa.ac.id

Abstrak

Cooler box ini dirancang bertujuan untuk membantu manusia dalam mendapatkan minuman dingin karena minuman dingin dapat mempercepat menghilangkan dahaga dan dehidrasi manusia. *Cooler box* semi konduktor ini lebih efisien dibandingkan kulkas dan *cooler box* konvensional karena pengguna alat dapat memperoleh minuman dingin pada saat bepergian jauh menggunakan mobil. Rancang bangun *Cooler Box* Semi Konduktor ini diharapkan dapat membuat minuman menjadi dingin sehingga menjadi alternatif masyarakat untuk mendinginkan minuman pada saat bepergian jauh. Selain itu, dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan umum serta pengetahuan dalam bidang teknik pendinginan. Dalam perancangan ini menggunakan jenis penelitian yang berbentuk rancang bangun berbasis eksperimen. Perancangan ini bertujuan untuk mengetahui perancangan sistem analisis performa pendingin elektrik pada rancang bangun *cooler box* semi konduktor dan untuk meningkatkan performa analisis performa pendingin elektrik pada *cooler box* semi konduktor. Tahap perancangan rangka pada *cooler box* semi konduktor yang berarti setelah penentuan ide kemudian dilanjutkan pembuatan proses perancangan sesuai dengan bagian-bagiannya. Dalam pembuatan *cooler box* semikonduktor ini dapat menghasilkan pembuatan dokumen produk berupa desain gambar kerja, dan langkah terakhir adalah pengujian kinerja alat kemudian menyimpulkan hasil dari alat tersebut. Spesifikasi *cooler box* semikonduktor dapat mencapai suhu terendah 24 °C dalam waktu 60 menit. Ukuran box yaitu 53x31x43 cm, menggunakan TEC jenis TEC1-12706 dan TEC1-12715 dengan pendingin cairan, memiliki tegangan DC 12V.

Kata Kunci : TEC, Cooler Box, Semikonduktor, Termoelektrik

Abstract

This cooler box is designed to help humans get cold drinks because cold drinks can accelerate thirst and dehydrate humans. This semi-conductor box cooler is more efficient than conventional refrigerators and cooler boxes because tool users can get cold drinks while travelling far by car. The design of this cooler box semi-conductor is expected to make the beverage cool so that it becomes an alternative for the community to cooler their drinks while travelling far away. In addition, it can add insight and general knowledge also knowledge in the field of cooling engineering. In this study using the type of research in the form of experimental design. This study aims to determine the design of an electric cooling application system in the design of cooler semi-conductor boxes and to improve the performance of electric cooling applications in cooler semi-conductor boxes. The frame design stage in the semi-conductor cooler box, which means that after determining the idea, it is then continued to make the design process according to its parts. In making the semiconductor cooler box this can produce the manufacture of product documents in the form of engineering design, and the last step is testing the function of the cooler box and then conclude the results of them. The semiconductor cooler box specifications can reach the lowest temperature of 24°C within 60 minutes. Box size is 53x31x43 cm, using TEC type TEC1-12706 and TEC1-12715 with liquid cooling, has a DC voltage of 12V.

Keywords: TEC, Cooler Box, Semiconductor, Thermoelectric

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Semakin berkembangnya teknologi dan perekonomian Indonesia, aktivitas atau kebiasaan masyarakat Indonesia juga mengalami perkembangan. Masyarakat cenderung memiliki kebiasaan sering bepergian ke suatu tempat baik jarak yang dekat maupun jarak yang

jauh. Saat melakukan perjalanan dekat maupun perjalanan jauh jauh, manusia akan merasa dahaga dan membutuhkan minuman, hal ini dikarenakan oleh jumlah air yang terdapat dalam tubuh manusia sebesar 70% dan air menjadi unsur terbanyak dalam tubuh manusia.

Air memiliki beberapa karakteristik yang berdasarkan temperature, yaitu air mendidih (suhu 100 °C) air panas panas (suhu 60-80 C), air hangat (suhu 40-50 C), air dingin (suhu 28-32 C), dan air beku (suhu 0 sampai -48 C). Air panas dan air hangat sangat cocok untuk diminum manusia pada saat musim hujan atau cuaca yang dingin, sedangkan air dingin sangat cocok untuk diminum manusia pada saat musim kemarau. Namun, sebagian besar masyarakat lebih menyukai air dingin daripada air panas dan air hangat, karena air dingin atau minuman dingin dapat mempercepat menghilangkan dahaga dan dehidrasi manusia. Untuk mendapatkan air atau minuman yang dingin, manusia membutuhkan alat pendingin yang mampu mendinginkan minuman tersebut, seperti kulkas, *cooler box* konvensional, dan *cooler box thermo electric* semi konduktor.

Kulkas dapat membuat dan mempertahankan suhu dingin pada minuman. Apabila manusia membawa sebuah kulkas pada saat melakukan perjalanan dekat maupun jauh itu sangat tidak efisien karena kulkas memiliki konstruksi yang besar dan membutuhkan aliran listrik yang cukup banyak. Aliran listrik inilah yang tidak dapat dipenuhi ketika kita berada dalam perjalanan. Selain itu, kulkas juga membutuhkan refrigeran untuk menghasilkan suhu yang dingin. Refrigeran ini dapat merusak lapisan ozon yang menyebabkan global warming atau pemanasan global yang sedang marak saat ini.

Selain kulkas, ada *cooler box* konvensional yang dapat menjadi alternatif pertama untuk mendapatkan minuman dingin apabila tidak terdapat kulkas. *Cooler box* konvensional memiliki bentuk yang lebih kecil dari kulkas dan tidak memerlukan aliran listrik. *Cooler box* konvensional dapat mempertahankan suhu rendah pada minuman dingin selama beberapa jam. Namun *cooler box* konvensional memiliki kelemahan yaitu membutuhkan bantuan es batu untuk menjaga minuman agar tetap dingin. Setelah es batu mencair, beberapa jam kemudian minuman akan tidak dingin lagi. Oleh karena itu, masyarakat cenderung merasa kesulitan untuk membawa sebuah *cooler box* konvensional karena dianggap terlalu memakan tempat, berat dan tidak efektif.

Cooler box thermo electric semi konduktor adalah alternatif kedua yang tepat sebagai pengganti dari kulkas dan juga *cooler box* konvensional. *Cooler box thermo electric* semi konduktor memiliki desain yang kecil dan ringan membuat alat ini dapat dibawa kemana saja. Selain itu, *cooler box* semi konduktor ini tidak membutuhkan refrigeran yang berbahaya bagi lapisan ozon. *Cooler box* semi konduktor ini dapat disuplai

aliran listrik yang berasal dari *lighter* mobil, maka pengguna alat tidak perlu merasa khawatir akan mengalami kesulitan mendapatkan minuman dingin pada saat berpergian jauh menggunakan mobil.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Bagas Permana (2017) adalah merancang alat *cooler box* semi konduktor yang menggunakan TEC1-12706 dengan *water cooling*. *Cooler box* semi konduktor ini dapat mencapai temperatur terendah sebesar 11°C yang dicapai pada waktu 30 menit. Laju perpindahan panas yang dihasilkan oleh *cooler box* semi konduktor dengan *water cooling* lebih besar daripada tanpa menggunakan *water cooling*. Namun, *cooler box* semi konduktor ini masih memiliki desain yang rumit dan performa yang belum optimal, sehingga konsumen kurang tertarik dengan *cooler box* semi konduktor dengan *water cooling*.

Alat *cooler box* semi konduktor yang dirancang menggunakan TEC1-12706 dan TEC1-12715 dengan *heatsink* ini berbeda dengan *cooler box* semi konduktor yang menggunakan TEC1-12706 dengan *water cooling*. *Cooler box* semi konduktor dengan *water cooling* masih menggunakan air, butuh ruangan yang luas, dan desain yang rumit sedangkan *cooler box* semi konduktor yang dirancang ini tidak menggunakan air, desain yang simple, dapat menghemat tempat, dan dapat digunakan untuk bahan percobaan.

Melihat dan meninjau masalah tersebut, peneliti merancang sebuah alat pendingin minuman semi konduktor untuk membantu pengguna alat mendapatkan minuman dingin pada saat berpergian jauh. *Cooler box* ini juga dapat digunakan untuk menyimpan makanan yang mudah rusak jika disimpan dalam suhu ruang.

Identifikasi Masalah

Dari latar belakang diatas, peneliti dapat mengidentifikasi permasalahan yang ada agar pembuatan alat sesuai tujuan dan tepat sasaran. Identifikasi masalah yang ditemukan sebagai berikut:

- Desain *cooler box* semi konduktor yang rumit.
- Cooler box semi konduktor menghasilkan suhu yang belum maksimal.
- Heat sink yang digunakan belum pernah dilakukan uji coba.
- Suhu ruangan mempengaruhi suhu dalam cooler box semi konduktor.
- Pasta Thermal mempengaruhi perpindahan panas dari TEC.
- Material box yang tipis mempengaruhi konduktivitas acrylic.

Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas, maka rancang bangun *cooler box* ini meliputi :

- Komponen yang digunakan adalah TEC1-12706 dan TEC1-12715.
- Box yang digunakan ukuran 57x37x45cm.
- Heatsink yang digunakan adalah heatsink prosesor berbahan tembaga.
- Tegangan yang digunakan sebesar 12V dan 15A.
- Fan yang digunakan adalah delta tegangan 12V dan 1A.
- Box yang digunakan memiliki tebal 100mm dengan bahan acrylic.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan berbagai permasalahan sebagai berikut:

- Bagaimana desain cooler box semi konduktor yang tidak rumit?
- Bagaimana performa cooler box semi konduktor yang dirancang?
- Bagaimana cara perawatan cooler box semi konduktor?

Tujuan Penelitian

Perancangan tugas akhir dari alat *cooler box* semi konduktor ini dibuat dengan tujuan, yaitu:

- Untuk mengetahui desain cooler box semi konduktor yang simple dan mudah dirakit.
- Untuk mengetahui performa cooler box semi konduktor yang dirancang.
- Untuk mengetahui cara perawatan pada rancang bangun cooler box semi konduktor.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penyusunan tugas akhir dan perencanaan rancang bangun adalah sebagai berikut:

- Mendapatkan sebuah alat cooler box semi konduktor yang dapat membantu pengguna untuk memperoleh minuman dingin pada saat bepergian jauh.
- Memberikan kontribusi terhadap masyarakat yang membutuhkan.
- Menambah wawasan ilmu pengetahuan umum dan bidang teknik pendingin pada khususnya.

METODE

Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian yang berbentuk rancang bangun berbasis eksperimen (*experimental research*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perancangan sistem analisis performa pendingin elektrik pada rancang bangun *cooler box* semi konduktor dan untuk meningkatkan performa analisis performa pendingin elektrik pada *cooler box* semi konduktor.

Tahap perancangan rangka pada *cooler box* semi konduktor yang berarti setelah penentuan ide kemudian dilanjutkan pembuatan proses perancangan sesuai dengan bagian-bagiannya agar memudahkan proses perakitan. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kecacauan dalam bekerja dan kesalahan dalam merangkai komponen-komponennya.

Tempat dan Waktu Pekerjaan Alat

Tempat

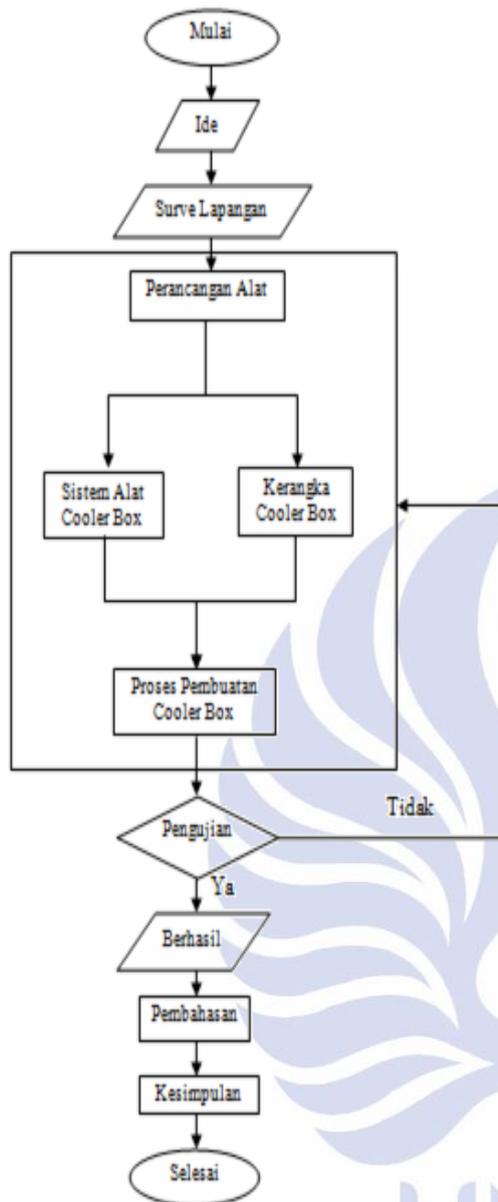
Tempat pembuatan dan perakitan alat ini akan dilaksanakan di Laboratorium Perpindahan Panas Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

Waktu

Proses pembuatan dan perakitan alat ini akan dilaksanakan mulai bulan Mei 2018 sampai dengan bulan Juni 2018.

Skema Rancangan

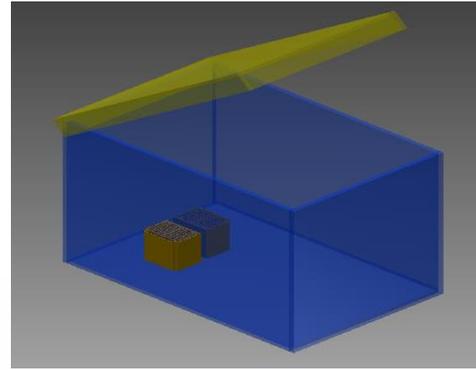
Dalam sebuah perancangan atau pembuatan alat harus dilakukan sesuai dengan skema rancangan. Skema rancangan ini memiliki alur yang tepat dari awal proses sampai akhir proses. Berikut skema rancangan yang dapat dilihat pada diagram alir perancangan dibawah ini:



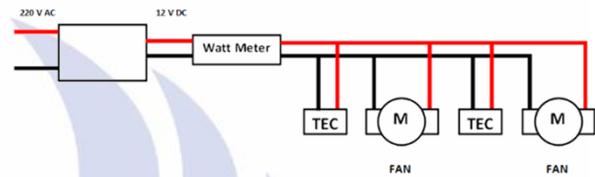
Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

Desain dan Rangkain Kelistrikan Cooler Box Semi Konduktor

Dalam perencanaan mekanisme konsep *cooler box* semi konduktor ini membutuhkan beberapa komponen-komponen utama. Mesin ini terbuat dari beberapa komponen utama yaitu unit pendingin dan unit body. Gambar desain dari *cooler box* semi konduktor ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Desain *Cooler Box* Semi konduktor



Gambar 3. Rangkaian Kelistrikan *Cooler Box* Semi konduktor

Pada *cooler box* semi konduktor ini digunakan pendingin elektrik berupa TEC seri TEC1-12706 TEC1-12715. Semua komponen diatur oleh satu *thermo control* yang berfungsi untuk mengatur seluruh kinerja komponen alat yang menggunakan suhu sebagai variabel pengaturannya.

Cara kerja *Cooler Box* Semi konduktor adalah sebagai berikut:

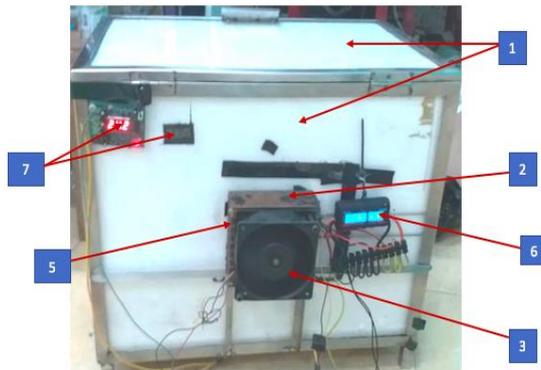
- Masukkan minuman yang akan didinginkan ke dalam *cooler box* dan tutup kembali.
- Pasangkan *power supply* kepada sumber tenaga.
- Atur suhu dengan *thermo control* sebesar
- Nyalakan *power supply* dengan menekan saklar, maka TEC, *Volt indicator* dan *fan* akan menyala. Kemudian TEC akan bereaksi pada kedua sisinya.
- *Fan* pada sisi panas dan dingin menyala sehingga terjadi perpindahan panas dan dingin pada *heatsink*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Unit Rancangan Bangun *Cooler Box* Semi Konduktor

Di dalam rancang bangun *cooler box* semi konduktor ini terdapat dua *Thermo-Electric Cooler* (TEC) yang berbeda yang berfungsi untuk mendinginkan *heatsink* dalam sistem pendingin pada *cooler box* semi konduktor. Selain itu, di dalam rancang bangun *cooler box* semi konduktor ini juga terdapat dua *heatsink* yang berbeda yaitu *heatsink* yang terbuat dari tembaga (pada

bagian luar *box*) dan *heatsink* yang terbuat dari aluminium (pada bagian dalam *box*).



Gambar 4 Cooler Box Semi Konduktor dengan Heatsink

Berikut komponen-komponen Cooler Box Semi Konduktor:

1. Akrilik
2. Heatsink
3. Fan
4. Baut Penahan
5. Thermo-Electric Cooler (TEC)
6. Volt Indicator
7. Thermo Meter

Pengujian Laju Perpindahan Panas Konduktor pada Sistem Pendingin Cooler Box

Pengujian dilakukan selama 1 jam dan dilakukan pencatatan temperatur di dalam *cooler box* setiap 10 menit sekali. Pemilihan waktu selama 1 jam karena waktu tersebut sesuai dengan waktu yang dibutuhkan TEC untuk mencapai suhu terendah sesuai dengan spesifikasi TEC. Suhu awal di dalam *cooler box* sesuai dengan suhu ruangan pada umumnya. Heatsink pertama yang digunakan memiliki dimensi 4 x 8 x 1 cm dan terbuat dari bahan tembaga yang memiliki koefisien konduktivitas thermal bahan sebesar 375 w/mK. Heatsink kedua yang digunakan memiliki dimensi dan terbuat dari bahan aluminium yang memiliki koefisien konduktivitas thermal bahan sebesar 205 w/mK.

Dari hasil pengukuran laju perpindahan panas, didapatkan data yaitu suhu awal *cooler box* semi konduktor sebesar 32°C pada tegangan listrik sebesar 11 W dan arus listrik sebesar 9 A. Pada waktu 10 menit pertama, suhu *cooler box* semi konduktor mengalami penurunan sebesar 5°C sehingga suhu berubah menjadi 27°C. Seperti pada graph 4.1, Pada waktu 10 menit berikutnya, suhu *cooler box* semi konduktor semakin menurun sehingga suhu berubah menjadi 25°C. Pada waktu 30 menit pengujian pada *cooler box* semi

konduktor, arus listrik *cooler box* menurun menjadi 9 A dan suhu akhir menurun menjadi 25°C. Pada 10 menit berikutnya hingga 10 menit terakhir, suhu akhir turun sedikit demi sedikit dan arus listrik *cooler box* tetap stabil yaitu sebesar 9 A. Pada 10 menit terakhir, suhu akhir berubah menjadi 24°C sehingga selama 60 menit pengujian pada *cooler box* semi konduktor dapat disimpulkan bahwa *cooler box* semi konduktor memiliki suhu terdingin sebesar 24°C.

Dengan ukuran yang mempunyai ruang lebih banyak untuk menampung minuman selama berpergian, performa yang dihasilkan oleh cooler box semi konduktor ini sangatlah baik dalam mendinginkan minuman atau air dengan waktu yang dibutuhkan tidak lama. Sehingga cooler box semi konduktor ini juga efisien untuk digunakan dalam berpergian jauh dengan menggunakan mobil pada saat cuaca panas.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil perancangan *cooler box* semi konduktor dengan *heatsink* dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Bahan yang digunakan untuk membuat atau merancang *cooler box* semi konduktor dengan *heatsink* adalah : TEC1-12706 dan TEC1-12715, Box Styrofoam dengan ukuran 53x31x43 cm, Heatsink prosesor berbahan tembaga dan aluminium, Fan dengan tegangan 12V dan 1A, Akrilik, dan Baut Penahan.
- TEC1-12706 dan TEC1-12715 dapat menurunkan suhu dengan baik, sehingga cooler box ini sangat efisien untuk digunakan dalam perjalanan jauh dengan menggunakan mobil pada saat cuaca panas.
- Perawatan untuk cooler box semi konduktor sangatlah mudah yaitu dengan cara tidak boleh menggunakan tegangan yang melebihi dari 12 volt dan tidak diharapkan untuk membongkar rangkaian komponen pendingin yang terdiri dari heatsink dan TEC.

Saran

Dalam alat *cooler box* semi konduktor dengan *heatsink* masih membutuhkan banyak perbaikan, yaitu:

- Menggunakan box yang berukuran lebih kecil.
- Body harus lebih memiliki faktor estetika agar konsumen lebih tertarik untuk menggunakan *cooler box* ini.
- Kondisi *cooler box* harus benar-benar tertutup, karena *cooler box* masih membutuhkan suhu yang lebih dingin lagi agar dapat digunakan sebagai alat untuk menyimpan bahan makanan beku.

- Menghindari kebocoran atau dingin yang keluar dari media atau celah.
- Sirip-sirip *heatsink* diperbanyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsani M. dan Agung P.B. 2015. Rancang Bangun Pendingin Ruangan Portable Dengan Memanfaatkan Efek Perbedaan Suhu Pada ThermoElectric Cooler (TEC), Jurnal Rekayasa Mesin. Vol. 3 No. 1. Hal. 100-109.
- Afendi, dkk. 2012. Perhitungan Beban Pendinginan. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.
- Arismunandar, Wiranto. Saito, Heizo. 1991. Penyegaran Udara. Jakarta : PT. Pradya Paramitha.
- Budi, Nurhadi. 2015. Mengenal Thermo-Electric (Peltier). Malang: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika Malang.
- Delly J., Muhammad Hasbi, dan Indra Fitra. 2016. Studi Penggunaan Modul Termoelektrik Sebagai Sistem Pendingin Portable. *Enthalpy* – Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin. Vol. 1 No.1. Hal. 50-55.
- Electrodragon. 2013. Millions Of Prototyping Components Online. <http://www.electrodragon.com/>. Diakses Pada 2 Februari 2018.
- Fajria A.R., dkk. 2017. Rancang Bangun Penstabil Tegangan pada Pembangkit Termoelektrik Skala Pico Berbasis Boost Converter. *Kinetik*. Vol. 2 No. 2. Hal. 117-124.
- Hendri. 2017. Bab 2. [Repository.umsida.ac.id/bitstream/handle/123456789/12684/BAB%202.pdf](http://repository.umsida.ac.id/bitstream/handle/123456789/12684/BAB%202.pdf). Diakses Pada 14 April 2108.
- Hou, R. Baskaran dan K.F, Bohringer. 2009. Optimization of Microscale Thermoelectric Cooling Element Dimensions for Hotspot Cooling Applications. *Journal of Electronic Materials*. Vol. 38 No. 7. pp 950-953.
- Muttaqin. 2012. Bab_II. http://eprints.undip.ac.id/41578/3/BAB_II.pdf. Diakses Pada 7 Februari 2018.
- Permana, Bagas., Arsana, I. Made. 2017. Aplikasi Pendingin Elektrik TEC1-12706 dengan Water Cooling Pada Cooler Box Semikonduktor. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol.4 No. 2. Hal. 61-66.
- Prasetyo, Agil., Arsana, I. Made. 2017. Perencanaan Sistem Aliran Fluida Pada Rancang Bangun Cooler Box Pendingin Minuman. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol.4 No. 2. Hal. -180.
- Purnamasari, Desi` Kotak Pendingin dan Penghangat Minuman Menggunakan Modul Termoelektrik Peltier TEC1-12706 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Tesis Tidak Diterbitkan. Bandar Lampung.: Universitas Lampung.
- Rifai, Andi. Analisa Kebutuhan Beban Pendingin dan Daya Alat Pendingin AC Untuk Aula Kampus 2 UM Metro. *Metro: Universitas Muhammadiyah Metro*
- Stoecker, W.F. Jones, J.W. 1982. Refrigrasi dan Pengkondisian Udara. Jakarta: Erlangga
- Sungadiyanto. 2006. Studi Eksperimental Performa Mesin Pengkondisian Udara (AC) Mc Quay dengan Refrigeran R-22 pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Widianto T.N. dan Hakim A.R. 2016. Performansi Pendingin Termoelektrik Alat Transportasi Ikan Segar Pada Berbagai Tegangan. *Agritech*. Vol. 36 No. 4. Hal. 485-490.
- Yusfi M., Wilka Putra, dan Derisma. 2015. Rancang Bangun Sistem Kontrol Temperatur Untuk Proses Pendinginan Menggunakan Termoelektrik. *Prosiding Semirata 2015*. Hal.194-203