

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN PROTOTIPE
COOLER BOX MENGGUNAKAN *WATER COOLING BLOCK*
DAN VARIASI JUMLAH *FIN* PADA *COLD SINK***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK SEPTIAN DARMA PUTRA

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN
TATA UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN PROTOTIPE
COOLER BOX MENGGUNAKAN *WATER COOLING BLOCK*
DAN VARIASI JUMLAH *FIN* PADA *COLD SINK***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK SEPTIAN DARMA PUTRA
NIM. 2015223028

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PENDINGIN DAN TATA
UDARA**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN PROTOTYPE *COOLER BOX* MENGGUNAKAN *WATER COOLING BLOCK* DAN VARIASI JUMLAH *FIN* PADA *COLD SINK*

Oleh

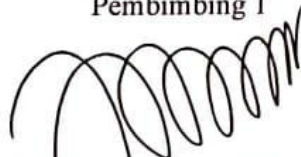
I KADEK SEPTIAN DARMA PUTRA

NIM :2015223028

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing 1



Dr. Adi Winarta, S.T. M.T.
NIP. 197610102008121003

Pembimbing 2



I Wayan Gede Santika, S.T., MSc. Ph.D.
NIP. 197402282005011002

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN PROTOTIPE *COOLER BOX* MENGGUNAKAN *WATER COOLING BLOCK* DAN VARIASI JUMLAH *FIN* PADA *COLD SINK*

Oleh

I KADEK SEPTIAN DARMA PUTRA
NIM. 2015223028

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Proyek Akhir pada hari/tanggal:
2023

Tim Penguji

Penguji I : Dr. Luh Putu Ike Midiani, S.T., M.T.

NIP : 197206021999032002

Penguji II : Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T.

NIP : 196211241990031001

Penguji III : Ir. I Nengah Ludra Antara, M.Si.

NIP : 196204211990031001

Tanda Tangan


(.....)

 21/8/2023
(.....)

 21/8/2023
(.....)

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

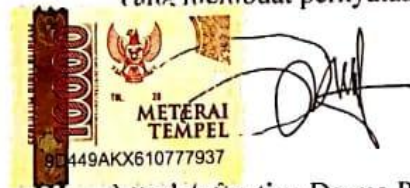
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Kadek Septian Darma Putra
NIM : 2015223028
Program Studi : D3 Teknik Pendingin dan Tata Udara
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun dan Pengujian Prototipe *Cooler Box*
Menggunakan *Water Cooling Block* dan Variasi Jumlah
Fin Pada *Cold Sink*

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 22 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



I Kadek Septian Darma Putra
NIM. 2015223028

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk serta dorongan dan bantuan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanata, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Ir. I Wayan Adi Subagia, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Pendingin dan Taat Udara.
5. Bapak Dr. Adi Winarta, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat diselesaikan.
6. Bapak I Wayan Gede Santika, S.T., MSc.Ph.D, selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Buku Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta I Wayan Widana Yuda dan Ni Nyoman Sun Mahayuni yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terimakasih banyak untuk kakak/adik tercinta yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.
10. Teman – teman seperjuangan dalam menyelesaikan Buku Proyek Akhir yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Terutama pada sahabat penulis I Gede Andika Ary Pratama yang telah memberi bantuan perangkat berupa laptop untuk penulis menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini dan kepada I Nyoman Wiarta sudah memberikan bantuan berupa perkakas tangan selama proses pembuatan Proyek Akhir ini.
12. Sahabat-sahabat terimakasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini.

13. Serta masih banyak lagi pihak – pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Buku Proyek Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 22 Agustus 2023

I Kadek Septian Darma Putra

ABSTRAK

Sistem refrigerasi yang umumnya digunakan saat ini yaitu sistem kompresi uap. Proses refrigerasi yang menggunakan sistem ini memiliki kekurangan yaitu menyebabkan pencemaran lingkungan, penipisan lapisan ozon, pemanasan global yang disebabkan oleh penggunaan *refrigerant* ketika sistem ini mengalami kebocoran.

Tujuan variasi *cold sink* pada prototipe *cooler box* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah sirip terhadap penurunan temperatur kabin dan COP yang dihasilkan dari masing – masing variasi dengan waktu pengujian yang telah ditentukan.

Pada perancangan *cooler box* ini juga untuk mengetahui bagaimana cara pembuatan *cooler box* dan untuk mengetahui sistem monitoring energi menggunakan sensor PZEM-017 yang digunakan untuk memonitoring energi dari termoelektrik.

Kata kunci: termoelektrik, monitoring, variasi *coldsink*

ABSTRACT

The refrigeration system that is generally used today is the vapor compression system. The refrigeration process that uses this system has drawbacks, namely causing environmental pollution, depletion of the ozone layer, global warming caused by the use of refrigerant when this system leaks.

The purpose of this cold sink variation on the cooler box prototype aims to determine the effect of the number of fins on the decrease in cabin temperature and COP resulting from each variation with a predetermined test time.

In designing this cooler box, it is also to find out how to make a cooler box and to find out the energy monitoring system using the PZEM-017 sensor which is used to monitor thermoelectric energy.

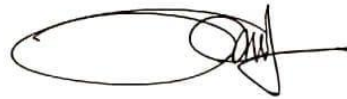
Keywords: thermoelectric, monitoring, coldsink variations

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun dan Pengujian Prototipe *Cooler Box* Menggunakan *Water Cooling Block* Dan Variasi Jumlah *Fin* Pada *Cold Sink*” tepat pada waktunya. Penyusunan Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini jauh dari sempurna dan masih ada kekurangan oleh karena itu penulis mengharapkan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 22 Agustus 2023



I Kadek Septian Darma Putra

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Pengesahan oleh Pembimbing.....	ii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iii
Pernyataan Bebas Plagiat	iv
Ucapan Terimakasih.....	v
Abstrak	vii
Abstract	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumus Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan umum	2
1.4.2 Tujuan khusus	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat bagi penulis	3
1.5.2 Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Manfaat bagi masyarakat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian <i>Thermoelectric</i>	4
2.2 <i>Thermoelectric</i>	5
2.2.1 <i>Thermoelectric Generator</i>	5

2.2.2	<i>Thermoelectric Cooler</i>	7
2.3	Prinsip Kerja <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC).	9
2.4	Kelebihan dan Kekurangan <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC).....	10
2.4.1	Kelebihan <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC).....	10
2.4.2	Kekurangan <i>Thermoelectric Cooler</i> (TEC)	10
2.5	Rumus Perhitungan Data	10
2.6	Komponen Tambahan.....	11
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1	Jenis Penelitian	15
3.1.1	Desain <i>cooler box</i>	15
3.1.2	Skematik pengujian <i>cooler box thermoelectric</i>	16
3.1.3	Penempatan alat ukur pada <i>cooler box thermoelectric</i>	16
3.1.4	Spesifikasi dari <i>thermoelectric</i> TEC1 – 12710.....	17
3.2	Alur Penelitian	18
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	19
3.4	Penentuan Sumber Data.....	20
3.5	Sumber Daya Penelitian	20
3.6	Instrumen Penelitian	21
3.7	Prosedur Penelitian	25
3.7.1	Langkah – langkah penelitian.....	25
3.7.2	Langkah – langkah pengambilan data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Hasil Perancangan	27
4.1.1	Perancangan <i>cooler box</i>	27
4.1.2	Perancangan termoelektrik	29
4.1.3	Perakitan komponen monitoring energi PZEM-017.....	30
4.2.	Pembahasan	31
4.2.1	Hasil pengujian <i>cooler box</i>	32
4.2.2	Hasil pengukuran energi.....	34
4.2.3	Perbandingan temperatur dari tiga variasi	34

4.2.4 Monitoring energi pada termoelektrik	36
4.2.5 Penyimpanan data hasil pengukuran energi	40
4.2.6 Penghitungan COP	42
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pelaksanaan kegiatan	20
Tabel 4.1 Tabel hasil pengukuran energi	40
Tabel 4.2 Tabel hasil perhitungan COP	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema aliran Peltier	5
Gambar 2.2 Skema efek Seebeck.....	6
Gambar 2.3 Penampang <i>thermoelectric</i>	7
Gambar 2.4 Struktur elemen Peltier.....	8
Gambar 2.5 Peltier	8
Gambar 2.6 Prinsip kerja <i>thermoelectric cooler</i>	9
Gambar 2.7 <i>Water pump</i>	11
Gambar 2.8 <i>Water cooling block</i>	11
Gambar 2.9 <i>Cold sink extrude</i>	12
Gambar 2.10 Radiator	13
Gambar 2.11 <i>Fan</i>	13
Gambar 2.12 <i>Recervior tank</i>	14
Gambar 3.1 Desain <i>cooler box</i>	15
Gambar 3.2 Skematik sistem <i>cooler box</i>	16
Gambar 3.3 Bagan tahap pelaksanaan	18
Gambar 3.4 <i>Data logger</i>	21
Gambar 3.5 <i>Power supply</i>	21
Gambar 3.6 <i>Thermocouple</i>	22
Gambar 3.7 Multi meter	22
Gambar 3.8 PZEM – 017	23
Gambar 3.9 NodeMCU Esp8266	24
Gambar 3.10 <i>Flow meter</i>	24
Gambar 3.11 <i>Cooler Box</i>	25
Gambar 4.1 Gambar rancangan <i>cooler box</i>	27

Gambar 4.2 Proses pengukuran <i>poly board</i>	27
Gambar 4.3 Proses pemotongan <i>poly board</i>	28
Gambar 4.4 Hasil perakitan <i>cooler box</i>	28
Gambar 4.5 Hasil perancangan <i>cooler box</i>	29
Gambar 4.6 Perancangan termoelektrik	29
Gambar 4.7 Hasil perakitan termoelektrik	30
Gambar 4.8 Hasil perakitan PZEM-017.....	30
Gambar 4.9 Wiring diagram PZEM-017	31
Gambar 4.10 Grafik hasil uji variasi 8 sirip.....	32
Gambar 4.11 Grafik hasil uji variasi 9 sirip.....	33
Gambar 4.12 Grafik hasil uji variasi 10 sirip.....	33
Gambar 4.13 Grafik hasil pengukuran energi	34
Gambar 4.14 Grafik rata-rata temperatur sisi dingin TEC.....	35
Gambar 4.15 Grafik rata-rata temperatur sisi panas TEC	35
Gambar 4.16 Grafik rata-rata temperatur kabin	36
Gambar 4.17 Pembuatan <i>template</i> pada blynk.....	37
Gambar 4.18 Kode <i>template</i> blynk	37
Gambar 4.19 Memasukan kodingan <i>template</i> blynk pada arduino IDE	38
Gambar 4.20 Proses <i>uploading</i> kodingan	39
Gambar 4.21 Hasil pengukuran pada serial monitor.....	40
Gambar 4.22 Hasil monitoring menggunakan aplikasi blynk.....	40
Gambar 4.23 Penyimpanan hasil pengukuran menggunakan plx.daq	41

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem refrigerasi yang umumnya digunakan saat ini yaitu sistem kompresi uap. Proses refrigerasi yang menggunakan sistem ini memiliki kekurangan yaitu menyebabkan pencemaran lingkungan, penipisan lapisan ozon, pemanasan global yang disebabkan oleh penggunaan *refrigerant* ketika sistem ini mengalami kebocoran.

Sehingga sistem *thermoelectric* bisa dijadikan pilihan untuk menggantikan sistem kompresi uap agar dapat mengurangi pencemaran lingkungan. *Thermoelectric cooler* (TEC) ini adalah suatu sistem pendingin yang berbasis *thermoelectric*. Dimana prinsip kerjanya berdasarkan dari efek Peltier yang ditemukan oleh ilmuwan Prancis yaitu Jean Charles Athanase Peltier pada tahun 1834.

Thermoelectric ini membutuhkan *heat sink* untuk melepaskan kalor yang dihasilkan atau diserap di dua persimpangan. Kemudian *heat sink* ini harus dirancang untuk meminimalkan hambatan termal, hal ini dapat menggunakan *heat pump* atau sirip untuk meningkatkan perpindahan.

Heat sink yang berfungsi untuk menyerap kalor pada sisi dingin Peltier dan membuang kalor pada sisi panas Peltier. *Cold sink* pada sisi dingin berfungsi untuk mempercepat penyerapan kalor dalam kabin. Sedangkan *heat sink* pada sisi panas berfungsi untuk menyerap atau membuang kalor pada sisi panas agar tidak terlalu tinggi sehingga suhu sisi dingin yang dicapai dapat menjaga suhu dalam kabin pada kisaran yang dibutuhkan.

Sistem ini memiliki tujuan untuk mengurangi penggunaan *refrigerant* yang memiliki efek buruk pada lingkungan. Maka dari itu kami mencoba membuat *cooler box* menggunakan sistem *thermoelectric* sebagai pengganti *refrigerant*.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam rancang bangun *cooler box thermoelectric* ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat konstruksi *cooler box thermoelectric* menggunakan *water cooling block* pada sisi panas dan *cold sink* aluminium pada sisi dingin.
2. Bagaimana kinerja *thermoelectric cooler box* yang dihasilkan jika *cold sink* yang digunakan pada sisi dingin divariasikan jumlah siripnya.
3. Berapakah pencapaian temperatur kabin untuk masing-masing pengujian *cooler box* dengan konstruksi di atas.
4. Bagaimana menggunakan sistem monitoring menggunakan sensor PZEM-017 pada *cooler box*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam proyek akhir ini penulis hanya membahas ukuran *cooler box* sudah ditentukan, kondisi pengujian dalam keadaan temperatur lingkungan *steady*, jumlah *thermoelectric* sudah ditentukan dan beban yang digunakan konstan sebesar 600 ml air.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah yaitu sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan umum

Tujuan umum dari proyek akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Diploma III program studi Teknik Pendingin dan Tata Udara jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan khusus

1. Agar dapat mengetahui dari konstruksi *cooler box thermoelectric* menggunakan *water cooling block* dan variasi jumlah *fin* pada *cold sink*
2. Agar mengetahui dari sistem *cooler box thermoelectric* menggunakan *water cooling block* dan variasi jumlah *fin* pada *cold sink*

3. Penulis dapat menguji dan dapat menentukan kinerja dari pendinginan di dalam *cooler box thermoelectric* yaitu berupa COP
4. Agar mengetahui sistem monitoring energi pada sistem *cooler box* termoelektrik

1.5 Manfaat Penelitian

Pada perancangan dan pengujian *cooler box thermoelectric* menggunakan *water cooling block* dan variasi jumlah *fin* pada *cold sink* ini diharapkan bermanfaat bagi:

1.5.1 Bagi penulis

Rancang bangun dan pengujian *cooler box thermoelectric* adalah sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu-ilmu yang didapat selama perkuliahan di Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara, Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Bali baik secara teoritis maupun praktek.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai sarana Pendidikan atau ilmu pengetahuan dibidang sistem refrigerasi dan tata udara, yang nantinya menjadi suatu pertimbangan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut dan jika produk dapat diterima dengan baik oleh masyarakat atau industri maka nama institusi Politeknik Negeri Bali dapat dikenal baik dalam menciptakan lulusan dengan sumber daya manusia yang berdaya saing tinggi.

1.5.3 Bagi masyarakat

Adapun manfaat yang diperoleh dari perancangan ini yaitu sebagai bentuk untuk pengenalan alat pendingin *cooler box thermoelectric* yang menggunakan *water cooling block* dan variasi jumlah *fin* pada *cold sink* untuk dikenalkan pada masyarakat dan bisa untuk dikembangkan kembali.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari semua data yang telah dikumpulkan maka dapat disimpulkan berdasarkan rumusan masalah dan tujuan sebagai berikut:

1. *Cooler box* memiliki ukuran panjang 395 mm, lebar 300 mm dan, tinggi 250 mm. Bahan yang digunakan dari gabus *polyurethane* dengan ketebalan 200 mm.
2. Dari setiap variasi *cold sink* memiliki nilai rata – rata temperatur kabin, temperatur sisi dingin pada termoelektrik dan, temperatur sisi panas pada termoelektrik yang menggunakan beban yang sama. Variasi *cold sink* 8 sirip dengan temperatur kabin paling rendah 10.7°C, temperatur sisi dingin termoelektrik -4.15°C dan, temperatur sisi panas termoelektrik 40.85°C, variasi *cold sink* 9 sirip dengan temperatur kabin paling rendah 8.8°C, temperatur sisi dingin termoelektrik -12.9°C dan, temperatur sisi panas termoelektrik 36.9°C, dan variasi *cold sink* 10 sirip dengan temperatur kabin paling rendah 6.4°C, temperatur sisi dingin termoelektrik -13.2°C dan, temperatur sisi panas termoelektrik 36.05°C.
3. Pada pengujian ini hasil perhitungan COP dari masing – masing variasi yaitu, COP variasi 8 sirip sebesar 0,0271, COP variasi 9 sirip sebesar 0,0280, dan COP variasi 10 sirip sebesar 0,0297.
4. Sistem monitoring menggunakan PZEM – 017 dapat mengukur tegangan hingga 300V DC, digunakan untuk memonitoring penggunaan energi pada termoelektrik. Hasil pengukuran energi yang didapat selama waktu pengujian sebesar kurang lebih 536,4 Wh. Pada awal start termoelektrik mengalami terjadi kenaikan arus yang kemudian stabil secara bertahap dalam waktu tertentu.

5.2 Saran

Saran dari laporan proyek akhir ini adalah saat proses pengambilan data pemasangan dan kalibrasi termokopel sangatlah berpengaruh terhadap nilai temperatur yang didapatkan, terlepas dari peralatan yang kita gunakan, temperatur lingkungan sekitar tempat pengambilan data sangatlah berpengaruh terhadap penurunan temperatur dalam kabin dan sisi panas, sisi dingin pada termoelektrik. Sedangkan sistem monitoring pada *cooler box* ini sangat dipengaruhi oleh jaringan internet dalam proses pengiriman data.

DAFTAR PUSTAKA

- M. Mirmanto, S. Syahrul, Yusi Wirdan (2019). Engineering Science and Technology, an International Journal 22, page of 177-184
- Murat Gokcek, Fatih Sahin (2017) Case Studies in Thermal Engineering 10, page of 54-62
- Adriyani Rusli, Rahmania Djabbar (2020). Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik Dengan Menggunakan Generator Termoelektrik
<http://www.fisikanet.lipi.go.id/utama.cgi?artikel&1091919408>
- Imron Rosyadi, Haryadi, Novreza Pratama, M Haikal Fasya, Ade Irman, Aswata, Yusvardi Yusuf (2021). Analisis Perancangan *Cooler Box* Berbasis Termoelektrik Terhadap Varian Penggunaan Termal Paste, Faktor Lingkungan Dan *Heat sink*, *Journal Industrial Servicess* Vol. 7 No. 1
- Eko Yudiyanto, Satworo Adiwidodo, R. N. Akhanu Takwim (2020). Pemanfaatan Peltier Sebagai Sistem Pendinginan Untuk *Medicine Cooler Box*. Politeknik Negeri Balikpapan
- Mirza Yusuf, Andika Wisnujati (2017). Analisis performa sistem pendingin ramah lingkungan untuk kabin mobil *city car* menggunakan modul *thermoelectric cooler* terhadap konsumsi bahan bakar, *TURBO* Vol. 6 No. 2
<https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Best-quality-mini-radiator-for-pc-1600286599015.html>
<https://id.aliexpress.com/item/32887565122.html>
- Hun Sik Hana, Seo Young Kimb, Tae Ho Jia, Young-Jun Jeec, Daewoong Leec, Kil Sang Jangc, Dong Hoon Ohc, (2008). *Heat Sink Design for a Thermoelectric Cooling System*

- Yudha Agus Rahman Prasetyo (2017). Sistem pendingin *hybrid thermoelectric cooler* dan *phase change material* (pcm) pada *cool box*
- Dian Wahyu, Andriyanto, Hanif, Rino Sukma, Yazmendra Rosa (2016). Kajian eksperimental alat multi fungsi bercatu daya termoelektrik untuk pendinginan dan pemanasan, *Jurnal ROTOR*, Edisi Khusus No. 2
- Zefri Ardian, Yesung Allo Padang, Mirmanto, 2016. Sistem pendinginan *coolant* menggunakan termoelektrik dengan unit pembuangan panas. Universitas Mataram.
- Muhammad Akbar, 2021. Pengujian kinerja pendinginan *thermo electric cooling* (TEC) meggunakan heatsink dengan variasi dimensi dan jenis material.
- Abdi, M. 2009. Teori *Thermoelectric*. Terdapat pada: <http://www.slideshare.net/nemogalau/teori>. Teori *Thermoelectric*.
- Bhaat, A. 2018. Experimental performance of a *thermoelectric cooler box with thermoelectric position*. *Internasional Journal of Refrigeration*. 11 (1): 1 – 21.
- YAR Prasetyo - 2017 - repository.its.ac.id efek peltier
- Kaskus 2016. <https://123dok.com/document/zl9jnk6z-rancang-bangun-analisis-termoelektrik-peltier-cooler-sistem-pendingin.html>.
- Poetro, Eko Joessianto. 2010. *Konservasi Energi pada BTS (Base Transceiver Station) menggunakan Sistem Pendingin Arus Searah (dc cooler)*. Seminar. Universitas Indonesia. Prinsip kerja thermoelectrik.
- Aziz, Azridjal, Joko Subroto, Villager Silpana. 2015. *Aplikasi Modul Pendingin Termoelektrik Sebagai Media Pendingin Kotak Minuman*.
- Kennedy, Khairil Anwar, and Moch Briand Anggara. 2016. "Teori Termoelektrik." (Efek Seebeck).