

VARIASI SISTEM PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN THERMOELECTRIC COOLER DENGAN PENGARUH PERGERAKAN CAIRAN**Muhammad Syaiful Aziz¹, Aripin Triyanto²**^{1,2} Teknik Elektro, Universitas Pamulang

Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310

syaifulaziz161@gmail.com, dosen01315@gmail.com

Abstract (English)

Indonesia is a country with a tropical climate so air conditioning is an important need, air conditioning generally uses a freon system, this results in depletion of the ozone layer and global warming. With the development of the times, many modern equipment is environmentally friendly, one of which is the use of thermoelectric for air conditioning. The use of thermoelectric for air conditioning has been studied a lot to get maximum results. This research aims to get maximum results from the cooling unit by using a method by adding thermoelectric and the volume of liquid to be used as well as variations in the pump to be used. In the tests that have been carried out, the use of 4 thermoelectrics produces the lowest temperature output of 29.3 °C and 7 thermoelectrics 27.4 °C, in variations in the type of water liquid the highest temperature is obtained in the condenser 42.2 °C and coolant liquid 38.9 °C, and variations in the pump with a flow specification of 10L/min gets the lowest temperature output of 29.3°C and a pump with a flow specification of 32L/min is 26.2°C. The lowest room temperature before the 34.5 variation and the current and after the 32.5 variation. Experienced a decrease of 2°C and the current before the variation was 12.3 A and after the variation was 26.9 A.

Article History*Submitted: 28 Agustus 2025**Accepted: 31 Agustus 2025**Published: 1 September 2025***Key Words**

Thermoelectric, air conditioning, liquid, pump

Abstrak (Indonesia)

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis jadi pendingin ruangan merupakan kebutuhan yang penting, pendingin ruangan umumnya menggunakan sistem freon hal ini mengakibatkan menipisnya lapisan ozon dan pemanasan global. Dengan perkembangan zaman banyak peralatan modern ramah lingkungan salah satunya penggunaan thermoelectric untuk pendingin ruangan. Penggunaan thermoelectric untuk pendingin ruangan sudah banyak dipelajari untuk mendapatkan hasil yang maksimal, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari unit pendingin dengan menggunakan metode dengan cara menambahkan thermoelectric dan volume cairan yang akan digunakan serta variasi pada pompa yang akan digunakan. Pada pengujian yang telah dilakukan penggunaan 4 thermoelectric menghasilkan output suhu terendah 29,3 °C dan 7 thermoelectric 27,4 °C, pada variasi jenis cairan air mendapatkan suhu tertinggi pada kondensor 42,2 °C dan cairan coolant 38,9 °C, dan variasi pompa dengan spesifikasi flow 10L/min mendapatkan output suhu terendah 29,3°C dan pompa dengan spesifikasi flow 32L/min adalah 26,2 °C. Suhu ruangan terendah sebelum variasi 34,5 dan arus dan setelah variasi 32,5. Mengalami penurunan sebesar 2°C dan Arus sebelum variasi 12,3 A dan setelah variasi 26,9 A.

Sejarah Artikel*Submitted: 28 Agustus 2025**Accepted: 31 Agustus 2025**Published: 1 September 2025***Kata Kunci**

Thermoelectric, pendingin ruangan, cairan, pompa

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang beriklim tropis, jadi pendingin ruangan sangat dibutuhkan, kebanyakan pendingin ruangan yang digunakan di masyarakat menggunakan sistem freon yang sangat berdampak pada lapisan ozon yang menipis sehingga menyebabkan pemanasan global. Semakin menipisnya lapisan ozon, udara di bumi semakin meningkat,

sehingga meningkatnya kebutuhan pada pendingin ruangan sangat tinggi (Aziz et al., 2017). Kemajuan teknologi yang semakin cepat ditandai dengan banyaknya peralatan yang modern dan ramah lingkungan. Salah satu usaha yang dilakukan untuk menjaga agar udara di bumi tidak semakin meningkat adalah penggunaan thermoelectric cooler pada pendingin ruangan, karena thermoelectric cooler tidak menggunakan freon untuk pendinginan sehingga ramah lingkungan (Kamil et al., 2021).

Beberapa penelitian tentang thermoelectric sebagai media pendingin sudah dilakukan, diantaranya pembuatan alat pendingin yang digunakan untuk menghilangkan embun kaca depan pengemudi pada kendaraan, penelitian ini menghasilkan temperatur hingga 22,4°C (Gaga Putra Setiawan^{1,*}, Oktavi Barkah Lukmana¹, David Prayogo¹, 2018). Selanjutnya penelitian tentang thermoelectric cooling sebagai pendingin pada air duct sepeda motor tipe skutik dimana temperatur udara dapat diturunkan dari 30°C menjadi 25°C pada kondisi udara bergerak dan mesin dalam kondisi putaran idle (Nulhakim et al., 2017). Penelitian selanjutnya tentang pembuatan pendingin kotak minuman dengan menggunakan 3 thermoelectric cooling, dimana hasil yang dicapai temperatur kotak minuman mencapai 14,3°C tanpa beban pendingin dan 16,4°C dengan beban pendingin air sebanyak 1 liter (Aziz et al., n.d.). Selain itu juga pembuatan cool box kapasitas 7,04L dengan total beban pendinginan sebesar 0.09168 kW (Bizzy et al., 2022). Pendingin portable dengan menggunakan 2 buah modul thermoelectric merupakan salah satu contoh jenis pendingin thermoelectric yang telah menjadi bahan penelitian beberapa kali. Sesuai temperatur yang diinginkan, waktu pendinginan adalah 1512 detik untuk beda volume 0,32 liter, dan 6317 detik untuk beda volume 1,28 liter, dan masih (Bayusari & Baskara, n.d.).

Pendingin ruangan berbasis thermoelectric merupakan bidang yang sangat menarik untuk dijadikan sebuah penelitian, dari penelitian sebelum-sebelumnya masih sedikit penelitian yang membahas tentang variasi pendingin ruangan menggunakan thermoelectric dengan pengaruh pergerakan cairan, variasi perlu dilakukan dalam sebuah penelitian agar mendapatkan hasil dan nilai yang maksimal pada sebuah unit pendingin ruangan. Untuk mengatasi hal ini peneliti akan melakukan variasi agar unit pendingin bisa bekerja secara maksimal dengan cara memvariasikan unit pendingin.

Tujuan dari peneliti ini adalah untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari unit pendingin ruangan untuk mendinginkan sebuah ruangan. Dalam melakukan sebuah penelitian, diperlukan metode yang akan dilakukan dalam pengujian, dalam penelitian ini metode yang dilakukan yaitu dengan cara menambahkan thermoelectric dan volume cairan yang akan digunakan serta variasi pada pompa yang akan digunakan, dan akan dilakukan pengukuran sebelum variasi dilakukan pada unit pendingin serta sesudah dilakukannya variasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis menyimpulkan judul penulisan tugas akhir ini yaitu “Variasi Sistem Pendingin Ruangan Menggunakan Thermoelectric Cooler Dengan Pengaruh Pergerakan Cairan”.

2. METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

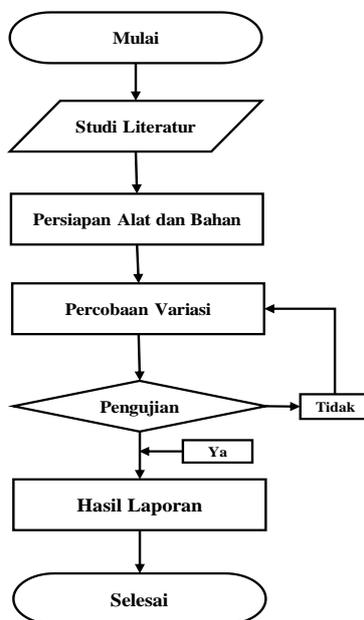
Untuk menyusun tugas penelitian ini, saya melakukan penerapan metode penelitian dalam memperoleh data-data yang dibutuhkan sehingga penyusunan tugas penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Adapun metode penelitian yang saya lakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi pustaka penulis mengambil sumber-sumber informasi dari beberapa jurnal, makalah, situs pada internet dan lingkungan disekitar untuk menganalisa hal tersebut.
2. Bimbingan pada metode penulis ini dilakukan secara langsung kepada dosen pembimbing serta para ahli dibidangnya. Studi lapangan dilakukan dengan cara pengamatan dan pengumpulan informasi secara langsung dilapangan.

3. Pengumpulan data dalam metode ini dilakukan untuk mempermudah bahan yang akan ditulis.

Tahapan Perencanaan Variasi

Penelitian ini memerlukan adanya pengujian langsung guna mendapatkan hasil yang maksimal. Maka sebab itu, tahapan penelitian yang akan dilakukan terlampir dalam Gambar 3.1 yang menunjukkan alur penelitian yang akan dilaksanakan.



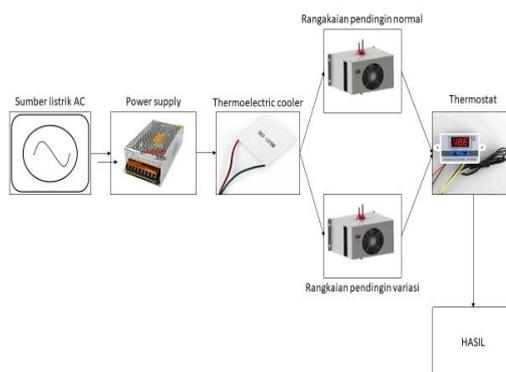
Gambar 2. 1 Diagram alur penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksana penelitian berlangsung selama lima bulan mulai juni sampai oktober 2023, dilakukan di ancol jakarta utara dimulai dari perencanaan variasi, persiapan alat dan bahan, percobaan variasi dan pengambilan data.

Diagram Perencanaan Variasi

Berikut alur perencanaan variasi kuantitas thermoelectric cooler di susun pada diagram blok dibawah ini



Gambar 2. 2 Diagram perencanaan variasi

Sumber Listrik AC

Sumber listrik mempunyai peranan penting dalam penelitian ini, karena sebagaimana kita tau komponen perangkat elektronik yang digunakan pada penelitian ini sangat membutuhkan listrik agar bisa beroperasi dengan baik.

Power supply

Power supply ini merupakan komponen yang bisa mengaliri listrik kebeberapa perangkat dan berfungsi mengubah teganga dari AC ke DC. Komponen ini tidak kalah penting dengan sumber listrik, karena perangkat yang kita gunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan tegangan DC maka dari itu kita membutuhkan perangkat power supply untuk merubah tegangan AC ke DC.



Gambar 2. 3 Power Supply

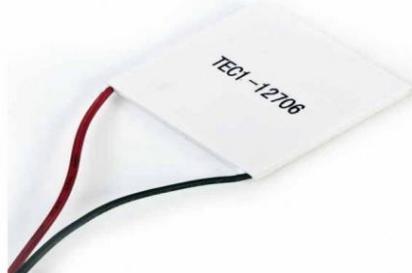
Power supply yang kita gunakan dalam penelitian ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Spesifikasi Power Supply

No	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan Input	110/220 V AC
2	Tegangan Output	12 V DC
3	Dimensi	21,5 X 11,5 X 5 (mm)
4	Power	20 A

Peltier TEC 12706

Peltier TEC 12706 merupakan salah satu jenis peltier yang sering digunakan dalam penelitian thermoelectric. Komponen ini terdiri dari bahan bahan semikonduktor yaitu seperti bismuth-telurida dan timbal-telurida. Peltier TEC 12706 bnyak digunakan dalam penelitian tentang pendingin minuman portable dan cooling box untuk tempat ikan para nelayan dan juga sebagai pendingin ruangan seperti penilitian yang akan dilakukan.



Gambar 2. 4 Peltier TEC 12706

Berikut adalah karateristik Peltier TEC 12706 yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Spesifikasi peltier TEC 12706

No	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan Input	12 V DC
2	Arus	4 - 7 Ampere
3	Dimensi	40 X 40 X 3,8 (mm)
4	Power	72 watt

Rangkaian pendingin Normal

Berikut gambar rangkaian pendingin yang digunakan:



Gambar 2. 5 Rangkaian Pendingin Normal

Pada rangkaian pendingin ini penulis memakai rangkaian sudah sudah di rangkai sebelumnya yang sudah terpasang 4 pasang peltier TEC 12706, evaporator, condensor, fan, waterblock, pompa DC dan juga cairan pendingin. Berikut spesifikasi alat yang digunakan pada rangkaian pendingin normal sebagai berikut :

1. Evaporator

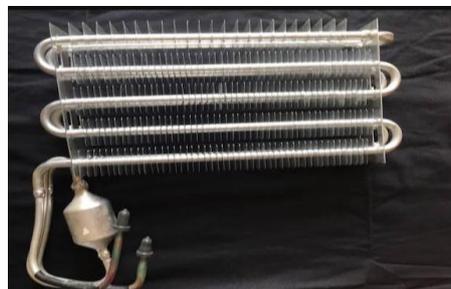
Evaporator pada penelitian ini berfungsi sebagai tempat berkumpulnya hawa dingin yang dibawa dari waterblock yang akan di sebar keruangan menggunakan kipas.



Gambar 2. 6 Evaporator

2. Condensor

Condensor mempunyai fungsi yang hampir sama dengan evaporator yaitu sebagai tempat berkumpulnya hawa panas yang dibawa dari waterblock yang akan di dinginkan denga cairan pendingin dan bantuan kipas



Gambar 2. 7 Evaporator

3. Kipas DC

Kipas DC disini berfungsi pada sisi dingin yaitu untuk mnyebarkan hawa dingin yang sudah terkumpul pada evaporator ke ruangan, fan yang digunakan sebanyak 1 buah pada sisi dingin dan 2 buah pada sisi panas.



Gambar 2. 8 Kipas DC

Berikut spesifikasi Kipas DC yang digunakan:

Tabel 2. 3 Spesifikasi Kipas DC

No	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan input	12 V DC
2	Dimensi	120 X 120 X 25 (mm)

4. Water block

Komponen ini mempunyai fungsi yaitu sebagai penghantar dan pengumpul hawa panas dan dingin dari elemen peltier yang kemudian akan diteruskan ke evaporator dan condensor dengan bantuan cairan pendingin, water block di gunakan pada sisi dingin sebanyak satu buah dan sisi panas menggunakan 2 buah yang mempunyai dimensi lebih kecil dari pda yang sisi dingin.



Gambar 2. 9 Water Block

Water block sendiri mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2. 4 Spesifikasi Water Block

No	Spesifikasi	Nilai
1	Dimensi	40 X 240 X 12 (mm)
2	Ketebalan Sirip	0,5 (mm)

5. Pompa DC

Komponen ini mempunyai fungsi sebagai pendorong coolant agar bisa mengalir dari water block ke evaporator / condensor lalu kembali ke waterblock secara berulang-ulang.



Gambar 2. 10 Pompa DC

Berikut spesifikasi dari pompa DC yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 2. 5 Spesifikasi Pompa DC

No	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan input	12 V DC
2	Power	8 watt
3	Flow	10 L/min

6. Rangkaian pendingin Variasi

Pada rangkaian ini hanya memvariasikan thermoelectric cooler dengan jumlah sebanyak 2 pasang dan kipas pada indoor menggunakan 1 dan outdoor tetap 2 agar hawa panas cepat untuk di dinginkan, lalu memvariasikan thermoelectric cooler dengan jumlah 6 pasang dan jumlah kipas sama seperti rangkaian sebelumnya, dan akan juga percobaan variasi tegangan

7. Thermometer Digital

Alat ini digunakan untuk mengukur output suhu yang dihasilkan oleh rangkaian pendingin baik rangkaian normal maupun variasi, dan akan di tampilkan pada layar lcd untuk hasil pengukurannya, dan akan dibuat tabel serta grafik untuk perbandingan hasil percobaan variasi yang telah dilakukan serta akan dilakukan pengukuran suhu menggunakan alat thermogun yang sudah standart untuk membandingkan apakah hasil yang di tampilkan di lcd sudah benar atau tidak, maka dari percobaan variasi tersebut nanti akan ditemukan jumlah thermoelectric cooler yang efisien untuk pendingin ruangan.



Gambar 2. 11 Thermometer Digital

Berikut spesifikasi thermostat yang digunakan:

Tabel 2. 6 Spesifikasi thermometer digital

No	Spesifikasi	Nilai
1	Dimensi	10 X 10.5 X 2.3 cm
2	Kisaran Suhu	-10°C - 70°C
3	Kisaran Kelembapan	10 – 99% RH

Hasil dari urutan perencanaan yang di gambarkan akan di kumpulkan hasil pengukuran dari percobaan variasi dan dalam kondisi normal seberapa pengaruh percobaan variasi thermoelectric cooler pada pendingin ruangan dan hasil pengukuran sebelum dan sesudah variasi akan di buat dalam bentuk tabel serta uraian lebih spesifik pada hasil pembahasan.

Alat Pengujian

Pada pengujian ini, penulis menggunakan bantuan beberapa beberapa alat ukur, berikut adalah alat ukur yang digunakan dalam pengujian Thermogun Merk Misoo. Alat ini digunakan untuk mengukur suhu ruangan yang sedang dilakukan pengujian



Gambar 2. 12 Thermogun Misoo

Thermometer Taffware

Alat ini sama seperti thermogun misoo yaitu digunakan untuk mengukur suhu ruangan yang akan dilakukan pengetesan unit pendingin, pengukuran dilakukan dengan menempelkan alat di dalam ruangan. Penggunaan 2 alat ukur agar mendapatkan hasil pengukuran yang valid.



Gambar 2. 13 Thermometer Taffware

Voltmeter Ampermeter Digital

Alat ini digunakan untuk mengukur tegangan dan arus yang digunakan pada unit pendingin, tegangan dan arus yang digunakan akan ditampilkan di layar display.



Gambar 2. 14 Voltmeter Ampermeter Digital

Gelas ukur

Alat ini berfungsi sebagai pengukur volume cairan yang akan dilakukan saat sebelum pengujian



Gambar 2. 15 Gelas Ukur

3. HASIL DAN PEMBAHASAN**Pengukuran Unit Sebelum Variasi**

Unit pendingin di letakan di ruangan dengan luas 3x3 meter dengan banyak barang di dalam nya, unit pendingin indoor di letakan di tengah ruangan dan di posisikan 1,5 meter dari tanah dan outdoor di letakan di luar ruangan dengan posisi 1 meter dari tanah, dan jarak indoor ke outdoor 1 meter.



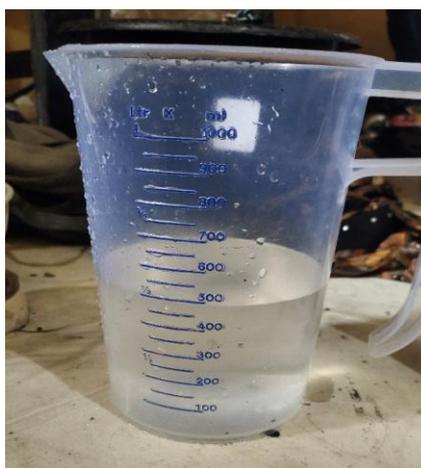
Gambar 3. 1 Pengukuran Ketinggian Unit Indoor

Pengujian dimulai dengan unit pendingin sebelum variasi, disini menggunakan thermoelectric cooler sebanyak 4 buah dan juga menggunakan cairan berupa air biasa dengan suhu 25 derajat sebanyak 2 liter pada outdoor dan 0,5 liter pada sisi indoor karena perbandingan cairan indoor dan outdoor yang digunakan pada unit sebelum variasi yaitu 1:4.



Gambar 3. 2 Rangkaian Thermoelectric

Gambar 3.2 merupakan rangkaian 4 thermoelectric yang digunakan sebelum divariasikan, rangkaian tersebut sudah terpasang juga waterblock dan pipa untuk sirkulasi cairan dari pompa DC untuk menyalurkan panas dan dingin yang dihasilkan oleh thermoelectric. Pada pengukuran kali ini dilakukan pada siang hari selama 3x dengan waktu setiap percobaan yaitu 3 jam dan dilakukan pada ruangan 3x3 meter di lantai 1 dengan banyak peralatan di dalam nya.



Gambar 3. 3 Volume Air Indoor

Gambar 3.3 merupakan volume air di indoor yang digunakan pada unit pendingin sebelum variasi sebanyak 0,5 L, dan menggunakan air biasa dengan suhu air 30,4°C



Gambar 3. 4 Volume Air Outdoor

Gambar 3.4 dapat merupakan gambar volume air yang digunakan pada outdoor, dan volume yang digunakan pada outdoor yaitu 2 L, volume air yang digunakan pada indoor dan outdoor berbeda karena pada outdoor unit lebih besar, dan agar lebih cepat mengurai panas pada thermoelectric dan pada indoor digunakan Cuma 0,5 L air, selain unit indoor yang lebih kecil agar dingin bisa cepat tersalurkan karena air tidak terlalu banyak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari data yang didapatkan dari percobaan variasi yang telah dilakukan maka kesimpulan yang di dapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat penurunan suhu pada output kipas indoor setelah dilakukan nya variasi pada jumlah thermoelectric yang digunakan. Suhu yang didapatkan sebelum variasi adalah $29,3^{\circ}\text{C}$ dan suhu setelah dilakukan nya variasi kuantitas thermoelectric adalah $27,4^{\circ}\text{C}$. Dari data ini mendapatkan penurunan suhu $1,9^{\circ}\text{C}$.
2. Terdapat penurunan pada suhu condensor dari sebelumnya $42,2^{\circ}\text{C}$ setelah dilakukan nya percobaan variasi dengan mengganti cairan yang digunakan dengan coolant suhu yang didapatkan $38,9^{\circ}\text{C}$. Dari percobaan ini terjadi penurunan suhu sebesar $3,3^{\circ}\text{C}$.
3. Setelah dilakukan variasi pada spesifikasi pompa pada unit outdoor mendapatkan suhu tertinggi pada condensor adalah $38,2^{\circ}\text{C}$, dan output kipas indoor adalah $26,2^{\circ}\text{C}$.
4. Setelah dilakukan percobaan variasi pada unit pendingin terjadi penurunan suhu setelah dilakukan pengujian terhadap suhu ruangan, penurunan suhu sebelum variasi dan sesudah variasi adalah 2°C .

Referensi

- [1] Alfalah, Y. (2023). *Pengaruh Variasi Jumlah TEC Pada Box Pendingin Terhadap Temperatur Dan Tegangan*. 16(1), 1–5.
- [2] Aziz, A., Mainil, R. I., Mainil, A. K., Syafri, S., & Syukrillah, M. F. (2017). Design of Portable Beverage Cooler Using One Stage Thermoelectric Cooler (TEC) Module. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 6(1), 29. <https://doi.org/10.13170/aijst.6.1.5427>
- [3] Aziz, A., Subroto, J., & Silpana, V. (n.d.). *Aplikasi modul pendingin termoelektrik sebagai media pendingin kotak minuman*.
- [4] Bayu Kusuma, K., Indra Partha, C. G., & Sukerayasa, I. W. (2020). PERANCANGAN SISTEM POMPA AIR DC DENGAN PLTS 20 kWp TIANYAR TENGAH SEBAGAI SUPLAI DAYA UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR MASYARAKAT BANJAR BUKIT LAMBUH. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(2), 46. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2020.v07.i02.p7>
- [5] Bayusari, I., & Baskara, M. R. (n.d.). *Pendingin Portable Menggunakan*

- Thermoelectric Cooler Tipe TEC1-12706*. 3(2), 202–208.
- [6] Bizzy, I., Sipahutar, R., Yanis, M., Khoiri, M., Reza, M., Firdaus, M., Afif, B. R., & Rachman, F. (2022). *Penerapan Teknologi Tec-Box Untuk Mendinginkan Minuman Kemasan Di Desa Ulak Kembahang 2*.
- [7] Dwi Saputra, R. (2022). Prototype Sistem Pengaturan Kecepatan Kipas Dc Otomatis Menggunakan Sensor Pir, Sensor Ultrasonik, Sensor Dht11 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dan Nodemcu. *Electrician*, 16(1), 45–55. <https://doi.org/10.23960/elc.v16n1.2208>
- [8] Examiner, P., & Flanigan, A. J. (2010). (12) *United States Patent*. 2(12).
- [9] Faizal, R., Studi, P., Mesin, T., Malang, U. W., Sahbana, M. A., Studi, P., Mesin, T., Malang, U. W., Ismail, N. R., Studi, P., Mesin, T., & Malang, U. W. (2022). *ANALISA VARIASI HEATSINK PROCESSOR TERHADAP*. 13(1), 1–13.
- [10] Gaga Putra Setiawan1,*, Oktavi Barkah Lukmana1, David Prayogo1, M. S. (2018). Studi Eksperimental Pendingin Udara (Air Cooler) Dengan Thermo-Electric Pada Kabin Mobil. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 11(1), 79–84.
- [11] Hamdani, F. R., Elektro, J. T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2020). *ANALISIS EKONOMI KEMUNGKINAN SISTEM PENDINGIN PELTIER UNTUK TANGKAPAN IKAN NELAYAN untuk memenuhi salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 Disusun oleh : Fajrul Rizki Hamdani Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam I*.
- [12] Kamil, M. I., Imaduddin, I., & Herlina, A. (2021). *Perancangan Sistem Pendingin Stayrofoam Air Conditionerportable Menggunakan Thermoelectric Cooler (Elemen Peltier)*. 4, 2–6.
- [13] Muttaqin, Zaenal and Irijanto, I. M. (2012). Pengujian Efektivitas Penukar Kalor Multi Flat Plate Heat Exchanger Aluminium Dengan Aliran Cross Flow. *Undergraduate Thesis, Mechanical Engineering Departement, Faculty Engineering of Diponegoro University*, 1–374. http://eprints.undip.ac.id/41578/3/BAB_II.pdf
- [14] Nulhakim, L., Studi, P., Mesin, T., & Indorama, P. E. (2017). *Uji unjuk kerja pendingin ruangan berbasis*. 8(1), 85–90.
- [15] Putaran, D. A. N., & Wind, F. A. N. (2021). *V12 n1. March 2020*, 27–40.
- [16] Putra, H. F., Suprayogi, D., Ajiwiguna, T. A., & Eng, M. (2018). *Pengembangan Kotak Pendingn Berbasis Termoelektrik Dengan Cooling Box Development Based Thermoelectric By Utilizing*. 5(3), 5801–5808.
- [17] Sutina, I. W., Wijaya Kusuma, I. G. B., & Priambadi, I. G. N. (2020). Analisa dan Desain Compact Condensor di Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) Tanjung Priok. *Jurnal METTEK*, 6(1), 37. <https://doi.org/10.24843/mettek.2020.v06.i01.p05>
- [18] Syakdani, A., Purnamasari, I., & Necessary, E. (2019). PROTOTIPE ALAT EVAPORATOR VAKUM (EFEKTIVITAS TEMPERATUR DAN WAKTU EVAPORASI TERHADAP TEKANAN VAKUM DAN LAJU EVAPORASI PADA PEMBUATAN SIRUP BUAH MENGKUDU (Morinda citrifolia L.)). *Jurnal Kinetika*, 10(2), 29–35. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- [19] Widiyawati, S., Novareza, O., Sulistyarini, D. H., & Putro, W. W. (2020). Pengaruh Penggunaan Cairan Pendingin (Coolant) terhadap Keausan Pahat Bubut HSS. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 11(3), 467–475. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2020.011.03.19>
- [20] Yusuf, M., Wisnujati, A., & Cloro, P. (2017). *ANALISIS PERFORMA SISTEM PENDINGIN RAMAH LINGKUNGAN UNTUK KABIN MOBIL CITY CAR MENGGUNAKAN MODUL TERMO*. 6(2), 178–184.