



RANCANG BANGUN PLAT PENDINGIN MENGGUNAKAN *THERMOELECTRIC COOLER* BERBASIS *MIKROKONTROLER*

Fauzi Rizki Mahardika

¹Prodi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak, Indonesia,
Jl. Jenderal Ahmad Yani, Bansir Laut, Kec. Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78124, Fax : +62 0561 740143

Email: fauzirky@gmail.com

Abstract

Thermoelectric Cooler operates based on the Peltier effect, which involves the flow of DC current on both sides between the hot and cold sides. This module offers a solution in cooling technology, particularly electronic cooling. Thermoelectric Cooler can transfer heat from one side to the other, making it ideal for use and application in various cooling systems, including this cooling plate. Parallel installation on the cold side will increase the heat absorption and transfer it to the hot side. The more Thermoelectric Coolers installed in parallel, the better the performance, but it requires additional components such as a thick heatsink, a DC fan to remove air from the hot side, and a DC fan on the cold side to distribute air on the cold side. Additionally, thermal paste on both sides. In this design, both sides use additional thermal paste on the hot side and cold side to prevent overheating.

Keywords: *Thermoelectric cooler, heatsink, Peltier effect, cold side, hot site.*

Abstrak

Thermoelectric Cooler bekerja berdasarkan efek Peltier yaitu mengalir arus dc pada kedua sisi antar sisi panas dan dingin. Modul ini menawarkan sebagai solusi dalam teknologi pendinginan terutama pendinginan elektronik. Thermoelectric Cooler dapat secara memindahkan panas dari satu sisi ke sisi lainnya yang membuatnya sangat baik digunakan dan diterapkan berbagai sistem pendingin termasuk dalam Plat pendingin ini. Pemasangan dengan paralel pada sisi dingin akan menambah penyerapan kalor yang diserap dan akan ditransfer ke sisi panas. Semakin banyak Thermoelectric cooler yang dipasang secara paralel akan meningkatkan kinerjanya tetapi harus membutuhkan bantuan seperti heatsink yang tebal, Fan DC yang berguna untuk membuang udara pada sisi panas, dan juga Fan DC disisi dingin untuk menyebarluaskan disisi dingin, dan juga harus menggunakan pasta thermal yang digunakan pada kedua sisi, pada perancangan ini kedua sisi menggunakan pasta thermal tambahan pada sisi panas dan sisi dingin untuk mencegah kelebihan panas.

Kata kunci: *Thermoelectric cooler, heatsink, Peltier, sisi dingin, sisi panas.*

Article History

Received: Juli 2025

Reviewed: Juli 2025

Published: Juli 2025

Plagiarism Checker No
235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed
under a [Creative
Commons Attribution-
NonCommercial 4.0
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



PENDAHULUAN

Sistem pendingin memiliki banyak jenis termasuk pendingin udara, pendingin menggunakan cairan, pendingin saluran dan ada juga modul pendingin yang berukuran kecil. Salah satu tantangan dalam sistem ini yaitu menjaga suatu perangkat terjaga suhunya agar tetap stabil dalam pengoperasiannya. Pada biasanya pendinginan menggunakan konvensional yang memiliki ukuran yang besar dan terdapat suara saat pengoperasian, sejauh ini yang dilakukan untuk proses pendingin utama untuk mempertahankan suhu objek pada suatu plat dibawah suhu operasi, jika tidak pertahankan suhu akan menimbulkan fluks panas yang tinggi yaitu laju perpindahan panas dari titik awal hingga titik akhir, jika tidak dipertahankan suhunya akan mengalami kerusakan pada perangkat tersebut. Fluks panas jumlah energi panas yang mengalir melalui suatu permukaan perangkat elektronika.

Salah satu cara untuk menangani masalah ini pembuangan panas ini dengan bantuan dari pendingin termoelektrik atau Thermoelectric Cooler Module. Thermoelectric Cooler bekerja berdasarkan efek Peltier yaitu mengalir arus dc pada kedua sisi antar sisi panas dan dingin. Modul ini menawarkan sebagai solusi dalam teknologi pendinginan terutama pendinginan elektronik. Thermoelectric Cooler dapat secara memindahkan panas dari satu sisi ke sisi lainnya yang membuatnya sangat baik digunakan dan diterapkan berbagai sistem pendingin termasuk dalam Plat pendingin ini. Thermoelectric Cooler memiliki unggulan dalam melakukan pengoperasian yaitu tidak memiliki kebisingan, reaksi yang cepat dan tidak bekerja dibawah tekanan mekanik, tetapi efisiensinya harus dijaga agar Thermoelectric cooler bertahan lama. Elemen peltier mengakibatkan penyerapan kalor pada sisi dingin dan kalor tersebut akan dibuang pada sisi panas sehingga memiliki perbedaan temperatur di setiap sisi.

Pada penelitian ini yaitu dirancang plat pendingin menggunakan Thermoelectric cooler, dikonfigurasi untuk mendinginkan plat secara menyeluruh sesuai suhu yang terdeteksi pada sensor suhu dan bantuan kipas DC serta driver untuk mengatur kecepatan kipas. Pada penelitian ini mencari tahu efisiensinya pendingin pada perangkat elektronika. ketika listrik dialirkan terjadi penyerapan kalor pada salah satu sambungan dan pelepasan kalor pada sambungan yang lainnya. Thermoelectric cooler adalah suatu modul pendingin berbentuk persegi yang terbuat dari keramik dan memiliki dua sisi yaitu sisi panas dan sisi dingin. Thermoelectric cooler beroperasi mengubah energi listrik DC menjadi kalor, proses ini akan terjadi perpindahan panas antara sisi dingin dan sisi panas dan menimbulkan perbedaan temperature karena ada panas yang diserap dan panas yang dilepas.

Ketika sisi dingin beroperasi akan menyerap kalor yang disekitar maupun objek yang memiliki panas, akan terjadi perpindahan panas pada objek, sisi dingin akan menurunkan temperature pada perangkat dan kemudian akan dibuang pada sisi panas. Proses yang dilakukan oleh Thermoelectric cooler ini terjadi karena ada perpindahan kalor secara konduksi karena mentransfer energi yang besar menjadi kecil pada suhu objek dan sisi dingin pada Thermoelectric cooler. Kapasitas dan performa thermoelectric cooler bergantung pada bahan material yang digunakan dan suhu lingkungan pada yang disebut juga koefisien seebeck(S), hal ini bergantung pada tegangan input dan perbedaan suhu panas dan suhu dingin. Thermocouple digunakan untuk mendeteksi berapa jumlah suhu yang didapat pada thermoelectric cooler jenis sensor suhu untuk mendeteksi temperature pada sebuah objek, ketika Thermocouple diberi perbedaan panas akan menghasilkan tegangan listrik.

Thermocouple memiliki dua jenis logam yang berbeda ketika dioperasikan akan menghasilkan tegangan sesuai dengan suhu pada titik pertemuan pada kedua logam tersebut, output dari thermocouple tergantung perbedaan suhu yang terdeteksi antara kedua logam yang berbeda dari simpangan(K.W. Yeung,2006). Thermocouple memiliki respon yang cepat terhadap

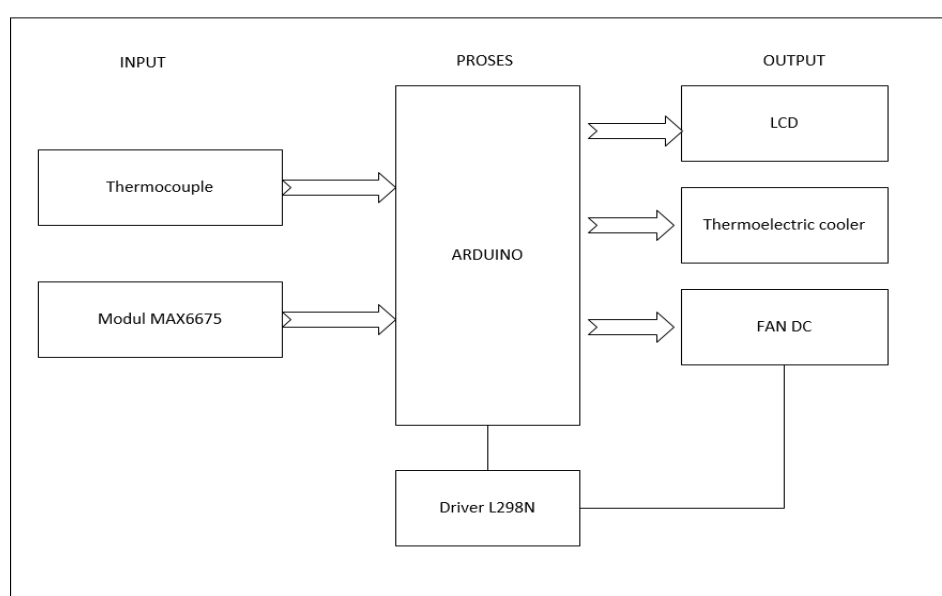
perubahan suhu dan rentang suhu operasionalnya sampai -200°C - 1200°C , Thermocouple juga aman terhadap guncangan dan gangguan luas selama pengoperasian berlangsung.

METODE

Pada perancangan ini terlebih dahulu membuat diagram blok sistem kerja rangkaian yang berupa input sebagai masukan modul dan sensor, proses untuk mengelola data dan output hasil dari data yang sudah dikelola berupa nilai suhu dan fan dc.

Diagram Block

Diagram blok sistem yang akan dirancang pada proyek akhir ini seperti yang ditunjukkan oleh gambar dibawah ini.



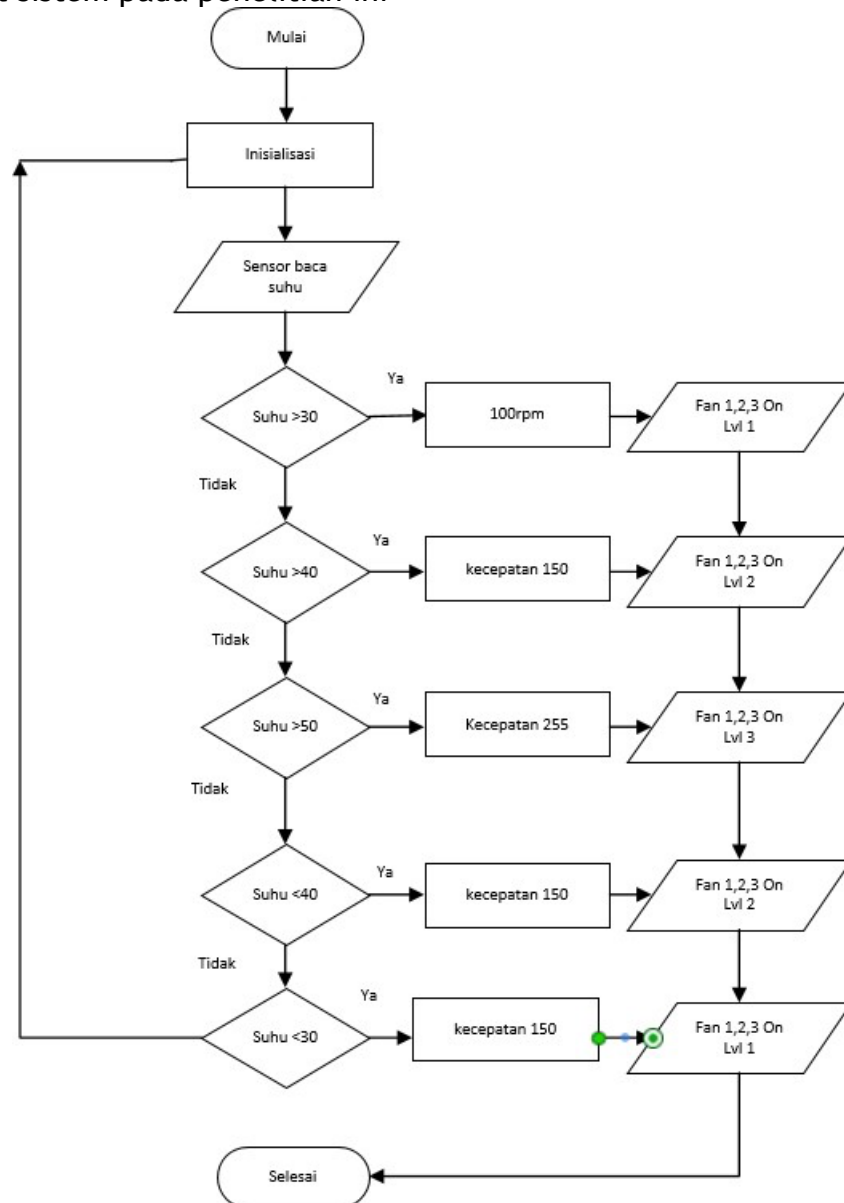
Gambar 1 Diagram Blok

Dalam perancangan ini perlu adanya spesifikasi yang dibutuhkan untuk alat yang akan dibangun seperti berapa spesifikasi Thermoelectric yang dibutuhkan dan berapa panjang plat pendingin atau heatsink, tujuan dari perancangan sistem elektrik ini menentukan parameter suhu kecepatan dan daya yang dibutuhkan untuk membangun alat ini. Pada gambar diatas yaitu diagram blok rancangan penelitian yang dilakukan terbagi menjadi beberapa bagian yaitu input, proses, dan output. Input adalah data, atau nilai yang diambil ke dalam sistem untuk diproses, input pada diagram blok yaitu, thermocouple dan modul MAX6675. Dalam sistem ini thermocouple digunakan untuk mengambil data temperature dari suhu panas, dan Modul MAX6675 digunakan konversi nilai dari analog menjadi digital dan data tersebut akan diproses melalui arduino. Proses adalah tahap yang dilakukan oleh suatu sistem untuk mengerjakan data masukan atau input yang sudah diterima, proses input ini akan menjadi suatu nilai, proses ini berupa program yang sudah dirancang yang sudah disesuaikan komponen yang digunakan. Proses ini berupa mikrokontroler, Driver L298N yang akan mengolah data yang diterima oleh input dan akan diprogram, setelah sudah diproses akan mengeluarkan hasil berupa output data.

Ouput adalah hasil akhir yang sudah diproses oleh mikrokontroler, pada output ini akan menggerakan Fan DC, Thermoelectric cooler, dan LCD I2C.

Flowchart Sistem

Berikut Flowchart sistem pada penelitian ini



Gambar 2 Flowchart sistem

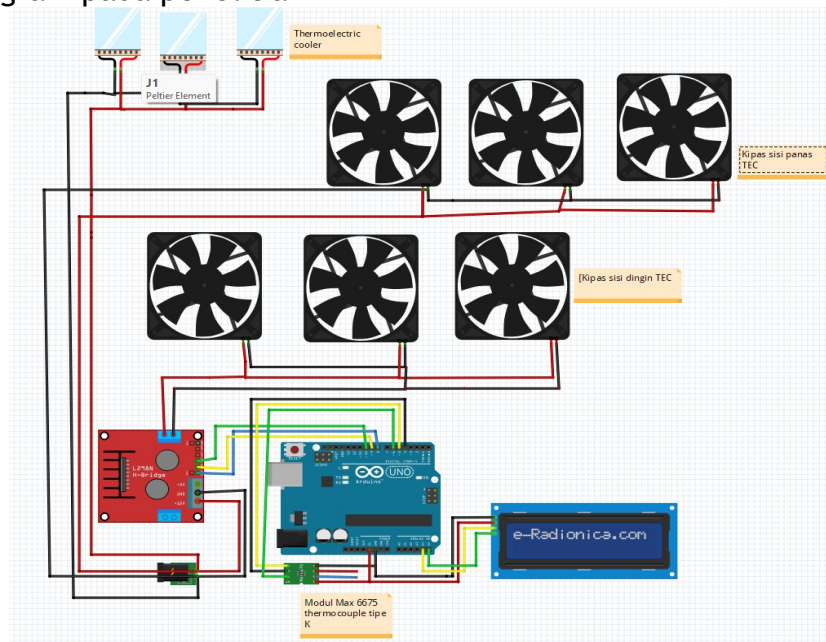
Berikut Penjelasan Flowchart sistem pada gambar diatas;

Program dimulai dengan langkah pertama yaitu inisialisasi sensor untuk mendapatkan berapa temperature yang diterima oleh *Thermocouple*. Untuk mengubah nilai analog *Thermocouple* menjadi digital yaitu menggunakan modul MAX665 sebagai konversi nilai. Ketika sensor belum mendeteksi temperature yang diinginkan kipas tidak akan bekerja, *Thermocouple*

akan mendeteksi suhu lebih dari 30 derajat kipas pun akan bekerja sesuai dengan kenaikan temperature. Hasil dari suhu dan kecepatan kipas akan ditampilkan dilayar LCD. Untuk elemen pendingin yang digunakan yaitu Modul Thermoelectric cooler sebagai memanfaatkan sisi dingin untuk menjaga temperature. Alat akan berhenti apabila temperature sudah turun secara perlahan, semakin turun temperature Fan DC juga akan berkurang kecepatannya. Sensor akan mengirim sinyal kembali berapa suhu yang didapatkan pada Thermocouple, program akan bekerja sesuai masukan pada sensor tersebut.

Wiring Diagram

Berikut wiring diagram pada penelitian ini



Gambar 3 Wiring diagram

Berikut adalah penjelasan dari pengawatan pada gambar dibawah ini:

1. Pada perancangan ini menggunakan Power supply 12Volt, pada rangkaian ini Thermoelectric cooler memiliki arus yang cukup besar yaitu 6ampere untuk satu unit TEC, Thermoelectric cooler dipasang secara paralel untuk supaya tegangannya 12V tetapi arusnya besar yaitu 18ampere, dan didapatkan power supply 12Volt 25Ampere. Ini dikarenakan daya dari Thermoelectric cooler besar.
2. Thermocouple berfungsi mendeteksi temperature yang terdiri dari 2 sambungan yang terpisah biru dan merah. Thermocouple terhubung salah satu modul pembantu untuk mengkonversi nilai, Thermocouple menghasilkan tegangan dalam bentuk milivolt, semakin tinggi temperature maka semakin tinggi juga milivolt yang dihasilkan.
3. Modul MAX6675 memiliki beberapa pin yaitu Pin masukan dari Thermocouple, Pin Supply, dan Pin Komunikasi, terdapat PIN komunikasi yaitu SCK,SO,CS. Pin SCK (Serial clock) pin ini digunakan untuk menyinkronkan antar modul MAX6675 dan arduino. SO(Serial Ouput) berfungsi mengirim data suhu yang diterima ke arduino., CS berfungsi komunikasi antara LOW dan HIGH.
4. Fan DC berfungsi untuk mengeluarkan hawa panas pada Thermoelectric cooler, jika sisi panas tidak buang, suhunya akan meningkat dan terjadi overheating, ini membutuhkan heatsink dan kipas untuk menjaga Thermoelectric cooler tidak rusak.
5. Driver L298N digunakan untuk mengendalikan FAN Dc yang terkait pada sensor suhu, ketika thermocouple mendeteksi suhu tinggi makan Fan akan berputar sangat cepat,



semakin tinggi suhu maka semakin cepat pula Fan DC berputar, jika suhu menurun semakin pelan juga Fan Dc berputar.

6. LCD I2C digunakan untuk menampilkan kecepatan suhu dan temperature yang terdeteksi pada sensor suhu.

PEMBAHASAN DAN HASIL

Pada perancangan ini menggunakan 3 buah TEC/ Peltier yang dipasang secara paralel, 1 buah TEC memiliki kapasitas 12V 6A, didapatlah daya pada satu unit TEC yaitu:

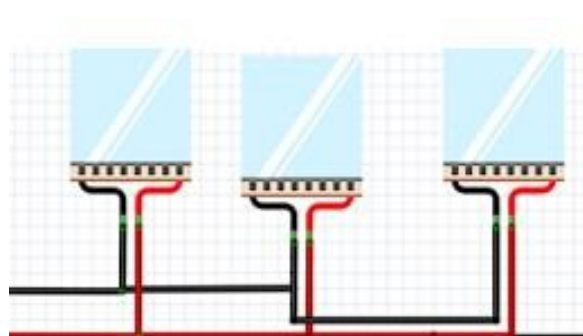
$$P = V \cdot I \quad (1)$$

$$P = 12V \cdot 6A = 72Watt \quad (2)$$

Pada Thermoelectric cooler ini Tegangan total yaitu 12V, didapatlah arus pada 3 buah thermoelectric cooler yang dipasang secara paralel.

$$I_{total} = I_{TEC1} + I_{TEC2} + I_{TEC3} \quad (3)$$

$$I_{total} = 6A + 6A + 6A = 18A \quad (4)$$



Gambar Pemasangan Thermoelectric cooler

3 unit TEC disambungkan secara paralel ke port power supply yang sudah dibuat untuk mendapatkan tegangan 12V. Dalam pemasangan ini arus pada arus pada TEC terbagi dan setiap unit mendapat 6A setiap unit. Untuk memenuhi daya pada TEC, power supply yang dibutuhkan yaitu sebesar 12V 25A karena daya total pada sambungan sangat besar.

Setelah melakukan pemasangan dan pengujian sistem plat pendingin dilanjutkan menguji masing-masing thermoelectric cooler.

Pengujian Thermoelectric Cooler

Tabel 1 Pengujian *thermoelectric cooler* (TEC 1)

No	Menit	Suhu dingin	Suhu panas	Tegangan(V) Volt	Arus(I) Amper e	Daya (P) (V x I)
1	Menit-2	17,5 °C	36,1 °C	12,21	3,32	36,3watt
2	Menit 5	17,1 °C	36,2 °C	12,21	3,50	42,7watt
3	Menit-7	16,9 °C	36,5 °C	12,21	3,51	42,8watt

Pada percobaan TEC-1 dari dicoba dari menit-2 sampai menit-7 hasil dari TEC tersebut turun 16,9 derajat dimenit-7, dengan suhu dingin 16,9 °C dan suhu panas 36,5 °C dengan perbedaan cukup jauh 19,6 °C dengan arus 3,51A. Pada kejadian ini suhu 16,9 °C TEC-1 mengalami keluar cairan dingin di sisi dingin karena rendahnya suhu

Tabel 2 Pengujian *thermoelectric cooler* (TEC 2)

	Menit	Suhu	Suhu	Tegangan(V)	Arus(I)	Daya(P)
--	-------	------	------	-------------	---------	---------



		dingin	panas	Volt		(V x I)
1	Menit-2	17,9 °C	34,4 °C	12,31	3,4	41,8watt
2	Menit 5	17,7 °C	34,5 °C	12,32	3,48	41,8watt
3	Menit-7	17,3 °C	34,6 °C	12,22	3,49	42,9watt

Pada percobaan TEC-2 kali ini suhu antara TEC-1 dan TEC-2 sedikit memiliki perbedaan dengan suhu awal 17,9 °C dan suhu dimenit-7 17,3, TEC 2 berfungsi dengan baik dengan arus yang mencukupi 3,49A di suhu menit-7.

Tabel 3. Pengujian 3 unit Thermoelectric cooler

No	Waktu	Suhu sisi panas, Th(°C) (T1)	Suhu sisi Dingin TEC (T2)			Arus(I) (Ampere)	Tegangan(V) (Volt)	Daya(P) (V x I)
			TEC1	TEC2	TEC3			
1	Menit-2	32 °C	19,2 °C	19,8 °C	19,4 °C	9,1	12,2	111,02watt
2	Menit-4	32,1 °C	18,2 °C	19,5 °C	19,3 °C	8,5	12,2	103,7watt
3	Menit-5	30 °C	18,4 °C	19,4 °C	19,4 °C	8,5	12,1	102,8watt
4	Menit-6	32 °C	17,6 °C	18,3 °C	19,1 °C	8,5	12,1	102,8watt
5	Menit-7	32,7 °C	17,8 °C	18,6 °C	19,0 °C	8,4	12,1	101,6watt
6	Menit-10	32,80 °C	17,1 °C	18,5 °C	18,8 °C	8,5	12,1	102,8watt

Pada tabel diatas terdapat hasil pengujian Thermoelectric cooler yang dihubungkan secara paralel dan dipasang pada plat pendingin. Pada pengujian ini Thermoelectric cooler bekerja dan Fan DC disisi panas aktif untuk menjaga panas tetap stabil pada saat kenaikan suhu, serta menggunakan waktu dan terjadi beberapa kestabilan suhu antara perbedaan suhu sisi panas dan sisi dingin diantara lain :

- Pada menit-2 Thermoelectric cooler bekerja dengan optimal, disisi dingin TEC 1 mendapat nilai suhu 19,2 °C, TEC 2 19,8 °C dan TEC 3 19,4 °C serta disisi panas 32 °C dengan perbedaan suhu, ini terjadi karena Thermoelectric cooler, menyerap energi sedikit diruangan tertutup dan juga mendapatkan perbedaan yang cukup jauh, tetapi arus yang dihasilkan cukup besar 9,1A.
- Pada menit-4 terjadi peningkatan 1 derajat sedikit suhu pada sisi dingin dengan nilai TEC1 18,2 °C TEC 2, 19,5 °C, dan TEC 3 19,3 °C serta disisi panas 32,1 °C. Perbedaan ini meningkat pada menit sebelumnya, karena suhu disisi dingin meningkat 1 tetapi suhu panas jauh perbedaan tersebut, arus yang dihasilkan dipercobaan ini cukup besar 8,5A.
- Pada menit-6 seiring bertambahnya waktu suhu di TEC2 dan TEC3 memiliki suhu yang sama yaitu 19,4 °C tetapi suhu di TEC 1 berbedan satu derajat yaitu 18,4 °C. Suhu disisi panas terjadi penurunan seiring bertambahnya waktu yaitu 30 °C. Dan mengkonsumsi arus yang tetap besar 8,5A dengan arus yang sama yaitu 12,21V.



- d. Pada menit-5 masing masing TEC, memiliki perbedaan tetapi perbedaannya tidak melebihi 1 derajat, yaitu TEC1 $17,6^{\circ}\text{C}$, TEC2 $18,3^{\circ}\text{C}$, dan TEC3 $19,1^{\circ}\text{C}$. Disisi panas suhu heatsink meningkat 2 derajat yaitu 32°C serta mengkonsumsi arus 8,5A. Nilai arus ini turun daripada menit pertama yaitu 9,1A.
- e. Pada menit-7 suhu sisi panas masih tetapi stabil dan ketiga suhu TEC 1, TEC2 dan TEC 3 masing-masing stabil tidak ada kenaikan yang terlalu tinggi ketika didiamkan selama 7 menit.
- f. Pada menit terakhir, menit 10 kenaikan pada suhu panas sebesar $32,80$ dan TEC 2 dan TEC 3 memiliki kesamaan suhu selama beroperasi yaitu $18,8^{\circ}\text{C}$ dan $18,9^{\circ}\text{C}$, selama beroperasi 10 menit arus yang dikeluarkan sebesar 8A dengan tegangan 12,2V.

Proses perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi pada alat ditempat tertutup. Perpindahan konduksi terjadi pada sisi dingin dan sisi panas ini dikarenakan banyaknya kalor yang diserap disisi dingin dan kalor yang lepas disisi panas heatsink yang dipengaruhi oleh waktu dan perubahan suhu lingkungan, contohnya seperti dimenit 2 hingga menit ke 10, dimenit awal suhu TEC1, TEC2, dan TEC3 yang diserap sangat kecil $19,2^{\circ}\text{C}$, $19,8^{\circ}\text{C}$, $19,4^{\circ}\text{C}$. tetapi berjalannya waktu suhu naik disisi panas 32°C , dengan arus maksimal 9,1A. Perpindahan secara konveksi terjadi adanya gerakan fluida yaitu udara yang terdapat pada kedua kipas sisi dingin dan sisi panas, sisi panas digunakan untuk mempercepat pembuangan panas seiring naiknya suhu, seperti contoh di pada menit ke 6,7,10 dengan suhu 32°C , $32,7^{\circ}\text{C}$ dan $32,80^{\circ}\text{C}$. Perpindahan secara radiasi terjadi adanya ruang hampa untuk mengalirkan udara panas, seperti dibagian permukaan heatsink dan sirip-sirip heatsink didekat Fan DC.

Ada beberapa hal yang mempengaruhi jika kinerja Thermoelectric cooler, yaitu waktu selama beroperasi, lingkungan sekitar sisi dingin, ukuran plat pendingin, jumlah kalor yang diserap, penggunaan pasta thermal khusus heatsink yang diaplikasikan pada kedua sisi, dan proses pembuangan pada sisi panas. Pasta thermal digunakan pada kedua sisi bertujuan untuk menstabilkan transfer panas dari sisi dingin ke sisi panas. Disisi panas bertujuan untuk menstabilkan pembuangan panas dan mencegah overheating dan dibantu oleh Fan DC, dan disisi dingin untuk menjaga suhu agar tetap stabil. Seiring bertambahnya waktu performa suhu pada sisi dingin dan sisi panas akan mengalami perbedaan suhu dan juga tegangan input yang diberikan serta kapasitas yang terdapat pada Thermoelectric cooler, biasanya disebut juga koefisien seebeck

KESIMPULAN

Pada perancangan yang sudah dibuat dan dibahas didapatlah kesimpulan pada penelitian ini mengenai Rancang bangun plat pendingin menggunakan Thermoelectric cooler berbasis mikrokontroler sebagai berikut.

1. Pemasangan Thermoelectric cooler yang dipasang secara paralel akan meningkatkan kinerja Thermoelectric cooler tersebut, baik itu disisi panas maupun disisi dingin, akan tetapi arus yang dihasilkan akan bertambah besar dan dibutuhkan power supply yang cukup untuk membantu kinerja Thermoelectric cooler.
2. Pemasangan dengan paralel pada sisi dingin akan menambah penyerapan kalor yang diserap dan akan ditransfer ke sisi panas. Semakin banyak Thermoelectric cooler yang dipasang secara paralel akan meningkatkan kinerjanya tetapi harus membutuhkan bantuan seperti heatsink yang tebal, Fan DC yang berguna untuk membuang udara pada sisi panas, dan juga Fan DC disisi dingin untuk menyebarluaskan disisi dingin, dan juga harus menggunakan pasta thermal yang digunakan pada kedua sisi, pada perancangan ini kedua sisi menggunakan pasta thermal tambahan pada sisi panas dan sisi dingin untuk mencegah kelebihan panas.



3. Daya yang dikeluarkan pada Thermoelectric cooler yang dipasang secara paralel cukup besar serta membutuhkan power supply yang cukup agar bisa beroperasi
4. Thermocouple yang digunakan untuk mendeteksi suhu dengan bantuan Modul MAX6675 akan mengaktifkan Fan DC ketika suhu mendeteksi suhu yang lebih dari 30 derajat. Terdapat Fan DC yang dipasang disisi dingin yang terhubung pada driver L298N dan Fan DC yang dipasang disisi panas yang terhubung pada supply, Fan DC ini membantu kinerja sisi panas agar menjaga suhu tetap stabil dan membuang hawa panas yang sudah di transfer
5. Kenaikan suhu secara bertahap akan berpengaruh pada tegangan Thermocouple (mv), semakin tinggi suhu maka semakin tinggi juga (mv). Nilai tegangan pada thermocouple akan terlihat pada suhu tinggi. Dan semakin tinggi suhu yang terdeteksi semakin cepat pula Fan DC berputar dan akan tinggi juga nilai tegangan yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Purnama, B,E (2013). Rancang Bangun Alat Kontrol Otomatis Pendingin Komputer Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8L. *Indonesian Journal of Networking and Security*, 2(2).2302-5700
- [2]. Nugroho, R.P.,Widiarto, dkk(2021). Penerapan Internet of Things untuk Monitoring dan Stabilisasi Suhu Penyimpanan Ikan menggunakan active cooling. *Just IT:Jurnal Sistem*, 13(2),112-124.
- [3]. Mansyur, Amrullah.(2020).Rancang Bangun Cooler Box Berbasis Termoelektrik Dengan Variasi Heatsink. *Jurnal Teknologi Terpadu*,9(1),59-64
- [4]. Wicaksana, A., Rachman, T.(2018). Rancang Bangun Sistem Pendingin Adsorpsi Dengan Pasangan Karbon Aktif-Metanol Sebagai Adsorben- Adsorbat. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11),951-952
- [5]. Azizah Nur, Ajiwiguna.(2018), EVALUASI PERFORMANSI TEC (THERMOELECTRIC COOLER) DARI DATA TEKNIS DAN MODEL DENGAN VERIFIKASI PERCOBAAN.Universitas Telkom.Vol.5.Page 5633.