

## IMPLEMENTASI PROJECT BASED LEARNING MERANCANG *MINI BOX COOLER* DALAM MATERI PEMANASAN GLOBAL KURIKULUM MERDEKA

WILLMAN FATURROHMAN

SMA Islamn Nurul Fikri Boarding School Lembang  
e-mail: [willmanfaturrohman95@guru.sma.belajar.id](mailto:willmanfaturrohman95@guru.sma.belajar.id)

### ABSTRAK

Kurikulum merdeka memberikan keleluasaan kepada pendidik untuk menciptakan pembelajaran berkualitas yang sesuai dengan kebutuhan dan lingkungan belajar peserta didik salah satunya dengan menerapkan metode pembelajaran project based learning. Pada materi pembelajaran pemanasan global terdapat tujuan pembelajaran menciptakan solusi untuk mengatasi perubahan lingkungan dengan tindak lanjut pembelajaran memberikan solusi nyata terhadap permasalahan lingkungan sesuai hasil observasi siswa. Berdasarkan hasil observasi siswa bahwa mesin pendingin berkontribusi besar dalam salah satu masalah lingkungan yaitu Pemanasan Global. *Chlorofluorocarbon (CFC)* yang ada pada mesin pendingin memiliki sifat merusak lapisan ozon. Dalam perkembangannya teknologi mesin pendingin telah berubah, salah satu inovasi yang digunakan adalah prinsip termoelektrik. Berkaitan dengan hal tersebut penulis memberikan sebuah proyek kepada peserta didik kelas 10 mata pelajaran fisika kurikulum merdeka yaitu merancang sebuah alat sederhana *mini box cooler* dengan konsep termoelektrik yang diharapkan membantu siswa dalam memahami konsep termoelektrik sebagai salah satu alternatif teknologi mesin pendingin dalam mengatasi permasalahan lingkungan.

**Kata Kunci:** Kurikulum Merdeka, Project Based Learning, Termoelektrik.

### ABSTRACT

The *Kurikulum Merdeka* provides flexibility for educators to create quality learning that suits the needs and learning environment of students, one of which is by applying the project-based learning method. In global warming learning material there are learning objectives to create solutions to overcome environmental changes with follow-up learning to provide real solutions to environmental problems according to student observations. Based on the results of student observations that refrigerators contribute greatly to one of the environmental problems, namely Global Warming. Chlorofluorocarbons (CFCs) in refrigerators have properties that damage the ozone layer. In the development of cooling machine technology has changed, one of the innovations used is the thermoelectric principle. In this regard, the author gave a project to class 10 students in the physics subject of the *kurikulum merdeka*, namely designing a simple mini box cooler with a thermoelectric concept which is expected to help students understand the concept of thermoelectric as an alternative to cooling machine technology in solving environmental problems.

**Keywords:** *Kurikulum Merdeka* , Project Based Learning, Thermoelectric.

### PENDAHULUAN

Merdeka belajar menjadi sebuah suatu terobosan baru Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nadim Makarim untuk menjadikan proses pembelajaran di setiap sekolah menjadi lebih efektif dan efisien. Dampak positif merdeka belajar ditujukan kepada guru, peserta didik, dan bahkan wali murid. Pembelajaran merdeka belajar memutamakan minat dan bakat peserta didik yang dapat memupuk sikap kreatif dan menyenangkan pada peserta didik. Kurikulum merdeka belajar menjawab semua keluhan pada sistem pendidikan. Salah satunya yaitu nilai peserta didik hanya berpatokan pada ranah

pengetahuan. Di samping itu, merdeka belajar membuat guru lebih merdeka lagi dalam berpikir sehingga diikuti oleh peserta didik (*Koirurrijal dkk, 2022*). Kurikulum merdeka memiliki tiga ciri yaitu *esensial* fokus pada materi esensial agar pembelajaran lebih mendalam dan interaktif, *fleksibel* sekolah memiliki kebebasan merancang kurikulum sesuai relevansi dan kondisi masing masing sekolah, *kaya* disediakan perangkat ajar bagi guru, mulai dari buku teks digital, perangkat asesmen yang terstandarisasi, platform yang bisa membantu guru untuk mengeksplorasi dan mengembangkan materi ajar. Penerapan *project based learning* memperkuat kurikulum merdeka dengan adanya tugas nyata yang memberikan tantangan bagi peserta didik (*Hermawan, 2022*).

*Project Based Learning* menurut (Ngalimun, 2013: 185) yaitu: konsep pembelajaran yang berfokus pada konsep-konsep dan prinsip-prinsip utama (central) dari suatu disiplin, melibatkan siswa dalam kegiatan pemecahan masalah dan tugas-tugas bermakna lainnya, memberikan peluang siswa bekerja secara individu mengkonstruksi belajar mereka sendiri yang pada akhirnya siswa dapat menciptakan sebuah produk atau karyanya sendiri. Pada hakikatnya model pembelajaran *project based learning* dirancang untuk digunakan pada permasalahan yang kompleks yang diperlukan pelajaran dalam melakukan investigasi dan memahaminya. Dengan mengelompokkan peserta didik dalam memecahkan suatu proyek atau tugas maka akan melatih keterampilan peserta didik dalam merencanakan, mengorganisasi, negoisasi, dan membuat konsensus tentang isu-isu tugas yang akan dikerjakan, siapa yang bertanggung jawab untuk setiap tugas, dan bagaimana informasi akan dikumpulkan dan disajikan. Lebih lanjut.

Menindaklanjuti tujuan pembelajaran solusi mengatasi pemanasan global, peserta didik dituntut untuk menciptakan sebuah solusi dalam bentuk karya nyata sebagai wujud peduli terhadap permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh pemanasan global. Berbekal pengetahuan dan konsep yang telah dikuasai oleh peserta didik tentang fakta perubahan lingkungan, efek rumah kaca, dan aktivitas manusia penyebab perubahan lingkungan, peserta didik dapat mengkonstruksi pengetahuan dan mengaplikasikan konsep tersebut dalam bentuk proyek yang menghasilkan sebuah karya nyata. Berdasarkan hasil diskusi kelompok peserta didik dan hasil pengamatan peserta didik terhadap permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh pemanasan global, mesin pendingin memiliki kontribusi terhadap pemanasan global, karena *CFC* yang ada pada mesin pendingin bersifat merusak lapisan ozon.

Pemanasan global adalah bentuk ketidakseimbangan ekosistem di bumi akibat terjadinya proses peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, daratan, bumi. Salah satu penyebab pemanasan global adalah meningkatnya emisi gas rumah kaca. Efek rumah kaca adalah cahaya matahari yang datang ke bumi kemudian mengenai seluruh permukaan bumi, cahaya itu diserap sehingga menghangatkan bumi, sebagian dari panas ini akan dipantulkan kembali oleh permukaan bumi sebagai radiasi inframerah, akan tetapi pantulan panas tersebut terhalang oleh gas gas rumah kaca berlebihan yang berada dilapisan ozon sehingga panas tersebut terperangkap dan menyebabkan peningkatan terhadap panas bumi (*Pratama, 2019*).

Mesin pendingin memiliki kontribusi terhadap efek rumah kaca, sebagai alternatifnya digunakan mesin pendingin termoelektrik, mesin pendingin termoelektrik memiliki beberapa kelebihan diantaranya tidak berisik, mudah perawatan, ramah lingkungan, dan tidak perlu banyak komponen tambahan. Selain itu manfaat lain dari termoelektrik adalah mengurangi polusi udara dan *Ozon Depleting Substance (ODSs)* karena tidak lagi menggunakan *Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs)* dan *Cholorofluorocarbons (CFC)* yang dikenal sebagai *Ozon Depleting Substance (ODSs)* (*Tellurex, 2010*). Oleh karena itu penulis melakukan penelitian terhadap peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran *project based learning* dalam hal teknologi mesin pendingin termoelektrik.

## METODE PENELITIAN

Subyek penelitian ini adalah suhu keluaran yang dihasilkan oleh pendingin termoelektrik Uji coba dilakukan dengan mencatat perubahan suhu pada pendinginan air yang dilakukan oleh *waterblock*. perubahan suhu dicatat dalam waktu 4 jam setelah alat dinyalakan dengan interval perubahan suhu dicatat setiap 30 menit Subyek penelitian ini dipilih untuk melihat suhu yang dihasilkan oleh kinerja termoelektrik dan hasilnya dibandingkan dengan suhu keluaran refrigerator pada umumnya. Penelitian ini merupakan proyek yang dilakukan oleh peserta didik kelas 10 dalam mata pelajaran fisika kurikulum merdeka dengan materi pemanasan global dan judul penelitian ini adalah “Implementasi project based learning merancang mini box cooler dalam materi ”. Tempat dan waktu penelitian ini adalah di Laboratorium IPA SMAI Nurul Fikri Boarding School Lembang pada mata pelajaran Karya Tulis Ilmiah (KTI) tanggal 20 Agustus 2022 sampai tanggal 20 November 2022. Metode Penelitian ini dilakukan dengan cara eksperimen yang dilakukan oleh siswa kelas 10 SMAI Nurul Fikri Boarding School Lembang dengan mencari nilai suhu yang dihasilkan dari pemasangan termoelektrik.dengan alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut:

No.	Alat & Bahan	Keterangan
1.	Box freezer mini	Tempat sirkulasi
2.	Heatsink	Penghantar panas
3.	Peltier TEC	Penghasil suhu dingin
4.	Kipas DC 12 V	Pengatur sirkulasi udara
5.	Pasta Termal	Penambah panas
6.	Water Block	Pemisah air
7.	Pompa air mini	Pengatur sirkulasi air

Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan cara mencatat suhu setiap 30 menit setelah alat 4 jam dinyalakan dan data suhu yang dihasilkan dari pendingin termoelektrik adalah sebagai berikut:

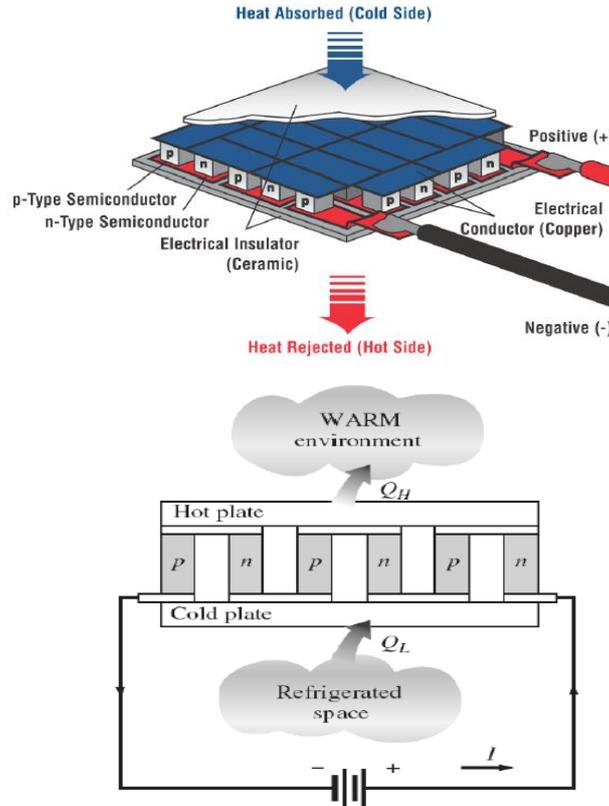
No.	Waktu	Suhu Air
1.	09.10	23.6°C
2.	13.10	18.8°C
3.	13.40	18.8°C
4.	14.10	18.6°C
5.	14.40	18.4°C
6.	15.10	18.3°C
7.	15.40	18.3°C
8.	16.15	18.3°C
9.	16.42	18.2°C

Data suhu output di atas akan dibandingkan dengan suhu output yang dihasilkan oleh refrigerator pada umumnya. Dari data perbandingan suhu output tersebut peserta didik akan menganalisa secara fisis pendingin termoelektrik tersebut agar bisa dimanfaatkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses perubahan suhu yang terjadi adalah akibat adanya efek termoelektrik yaitu proses transfer energi akibat perbedaan suhu setelah diberikan tegangan listrik. Modul termoelektrik terdiri dari dua pelat keramik dari bahan semikonduktor tipe p dan tipe N satu pasangan (couple) yang membentuk elemen termoelektrik dengan jumlah yang sama diantara kedua pelat. Pada saat diberikan tegangan DC, elektron akan bergerak dari elemen termal tipe P ke elemen termal

tipe N dan temperatur sisi yang dingin akan berkurang karena kalor tersebut diserap ( $Q_L$ ), kalor tersebut diteruskan ke sisi lain melalui heatsink dan lingkungan sekitarnya ( $Q_H$ ) seperti pada gambar di bawah :



**Gambar 1. Diagram Skematik Modul TEC**  
 (Lairdtech Handbook, 2010; Cengel & Boles, 2011)

Penyerapan kalor sebanding dengan arus listrik dan banyaknya kopel termoelektrik atau daya listrik yang diberikan ( $P_{in}$ ) sehingga bentuk energinya adalah  $Q_H = Q_L + P_{in}$ . Penyerapan kalor disisi dingin dan kalor yang dibuang disisi panas dengan tambahan fan mempercepat proses penyerapan atau pembuangan kalor

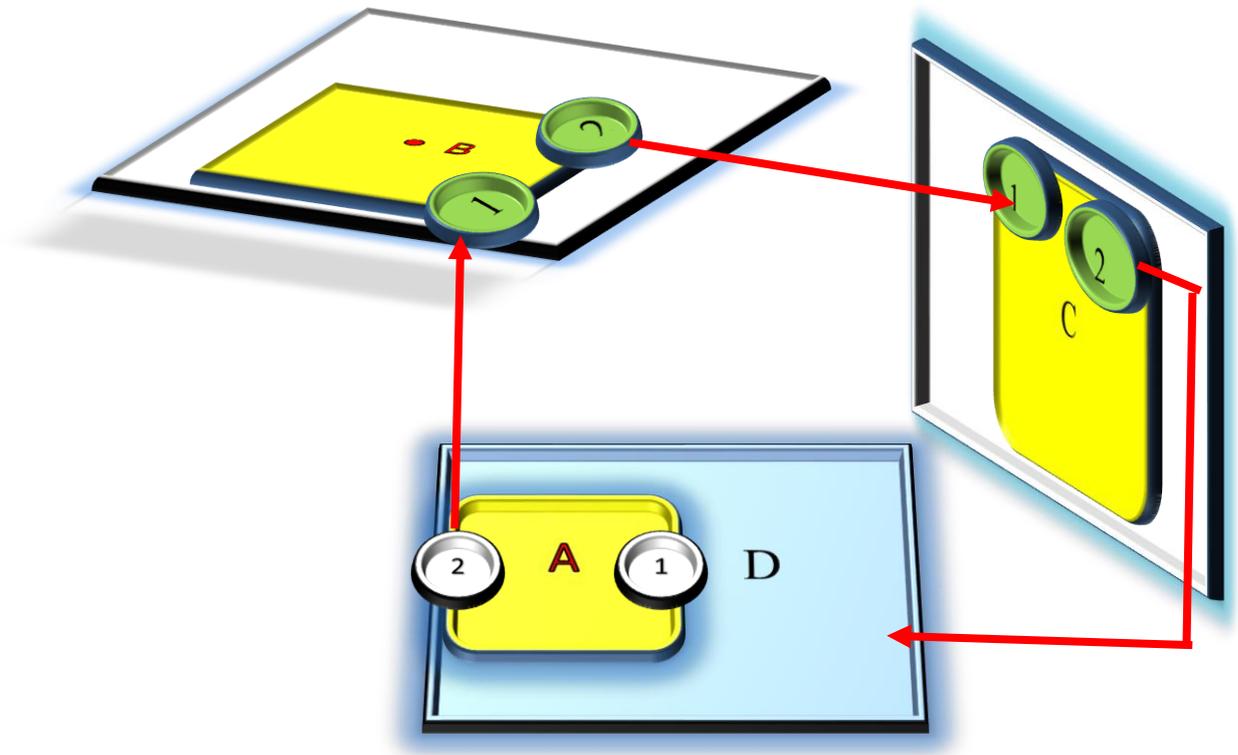
### Hasil

Beban kalor yang digunakan adalah beban kalor aktif yaitu beban kalor yang dapat diserap oleh modul TEC berupa *waterblok* yang digunakan untuk sirkulasi air seperti gambar berikut:



**Gambar 2. Kit TEC yang dipasang *waterblok*, *Heatsink* dan Modul TEC1-12706**

Adapun model TEC yang digunakan adalah 2 buah TEC1-12706 dengan spesifikasi sebagai berikut: ukuran 40 x 40 x 3.8 mm dengan berat 27 gram, arus listrik maksimum  $I = 6.4 \text{ Ampere}$ , tegangan maksimum  $V = 14.9 \text{ Volt}$ , Hambatan  $R = 1.98 \text{ Ohm}$ , 127 couples dengan suhu maksimum  $\Delta T = 68^\circ\text{C}$  dan kalor maksimum  $Q = 53 \text{ W}$ . Adapun rangkaian alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

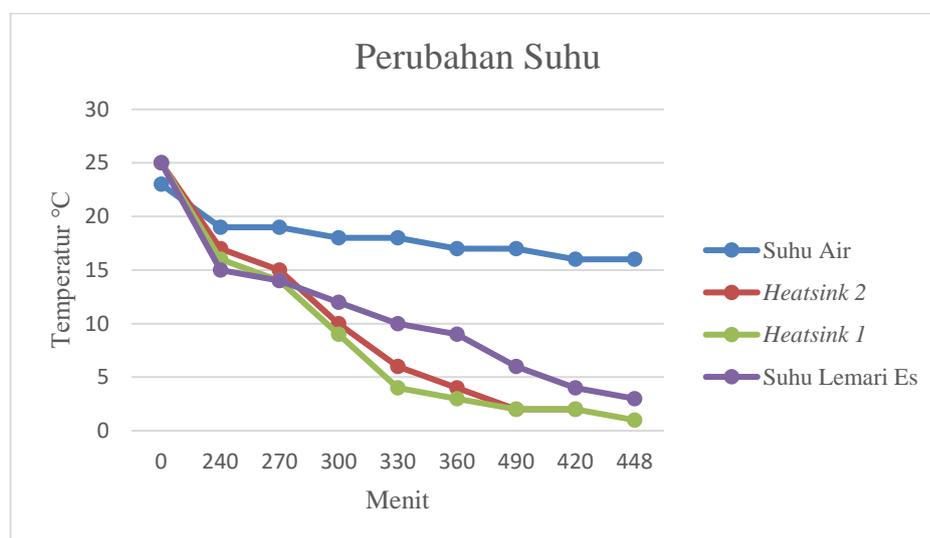


**Gambar 3. Rangkaian Alat boks pendingin D berisi air yang telah melewati siklus ke modul TEC B dan modul TEC C**

Air yang berada dalam wadah D di pompa melalui A1 kemudian diteruskan ke *waterblok* bagian B1 dimana air akan melalui proses pendinginan yang disebabkan oleh perubahan kalor yang terjadi di area *waterblok* B karena dipasangkan dengan termoelektrik, kemudian air diteruskan ke *waterblok* bagian C dimana air akan mengalami pendinginan kembali melalui masukan C1 dan dikeluarkan melalui C2. Setelah itu air akan masuk kembali kedalam wadah semula yaitu wadah D, dimana air tersebut telah mengalami perubahan suhu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa temperatur *heatsink* keduanya sama sesuai jumlah kalor yang dibuang karena nilai tegangan yang diberikan pun nilainya sama yaitu 12 Volt, adapun nilai suhu air setelah melewati *heatsink* 1 dan 2 mengalami perubahan suhu dimana suhu air tersebut merupakan selisih dengan temperatur ruangnya. Perubahan suhu setiap waktu dicatat sebagai berikut:

**Tabel 1. Perubahan suhu**

No.	Waktu (Menit)	Suhu Hestsink sisi dingin 1 (°C)	Suhu Heatsink sisidingin 2 (°C)	Suhu air (°C)	Suhu Lemari Es (°C)
1.	0	25.2	25.2	23.6	25
2.	240	17	16.9	18.8	15
3.	270	14.9	14.7	18.8	14
4.	300	10.7	10.5	18.6	12
5.	330	6.4	6.5	18.4	10
6.	360	4.3	4.2	18.3	9
7.	390	2.3	2.2	18.3	6
8.	420	2.1	2.1	18.3	4
9.	448	1.9	1.9	18.2	3



**Gambar 1. Grafik Perubahan Suhu dalam interval waktu yang sama.**

### Pembahasan

Pengujian telah dilakukan terhadap mini boks *cooler* yang berisi air dari data yang dihasilkan ada beberapa variabel yang mempengaruhi perubahan suhu air diantaranya tegangan listrik yang diberikan ke termoelektrik, ukuran *waterblok*, penambahan blok alumunium pada boks atau adanya perantara yang mampu mepercepat penyerapan kalor dingin, banyaknya modul termoelektrik yang digunakan, beban yang didinginkan dan temperatur lingkungan atau suhu ruang. Pada penelitian yang dilakukan peserta didik tegangan yang digunakan konstan sebesar 2 Volt, ukuran *waterblok* yang digunakan berukuran sama dengan termoelektriknya yaitu 40 x 40 x 3.8 mm, tidak ada penambahan blok alumunium pada boks, jumlah termoelektrik *cooler* (TEC) yang digunakan sebanyak dua buah dan beban yang didinginkan air sebanyak 400 ml, dengan volume beban air tersebut TEC mampu menurunkan suhu air dari keadaan normal 23.6°C selama 448 menit menjadi 18.2°C. Pengaruh suhu ruang pada penelitian ini sangat besar karena air yang berada dalam wadah tidak tertutup rapat sehingga air yang telah melewati sirkulasi *waterblok* tidak mengalami penurunan suhu yang sangat besar karena adanya penambahan kalor dari suhu ruang dan untuk menempuh suhu yang sangat rendah diperlukan waktu yang sangat lama, selain itu posisi air dengan *heatsink* sisi dingin sangat jauh karena ditempatkan dalam wadah yang berbeda dan tidak adanya perantara untuk mempercepat

perpindahan kalor dingin dengan air hanya menggunakan sirkulasi dari *waterblok*. Nilai suhu di area *heatsink* 1 dan 2 pada interval waktu yang telah ditentukan mengalami perubahan suhu dengan nilai yang sama dari suhu normal. Hal ini menunjukkan bahwa termoelektrik bekerja dengan baik, dengan tegangan yang diberikan sebesar 2 Volt dalam waktu 448 menit mampu menurunkan suhu *heatsink* 1 dan 2 mencapai 1.9°C dari suhu normal 25.2 °C dan menurunkan suhu air mencapai 18.2 °C dari suhu normal 23.6 °C.

Pada penelitian yang lain menunjukkan bahwa jumlah kalor yang diserap  $Q_c$  di sisi dingin berbanding lurus terhadap tegangan listrik yang diberikan dari hasil penelitiannya dengan melakukan variasi tegangan yang diberikan terjadi peningkatan nilai  $Q_c$  setiap penambahan tegangan sebesar 2 V. Variasi tegangan akan berpengaruh terhadap nilai arus listrik yang dihasilkan, semakin besar tegangan yang diberikan terhadap modul TEC semakin besar nilai arus listriknya. Karena TEC merupakan komponen arus searah yang tentunya berlaku hukum Ohm yang berlaku, jika resistansi komponen tetap, tegangan dinaikan maka arus listrik akan mengalami kenaikan. Konfigurasi seri atau paralel rangkaian TEC mempengaruhi nilai arus listrik, arus listrik rangkaian seri lebih besar dibandingkan rangkaian paralel. Selain itu ukuran *waterblok* yang besar mempengaruhi lamanya sirkulasi air didalam dan menyebabkan pertukaran kalor dengan air terjadi lebih lama. Pengujian dengan menggunakan 2 modul termoelektrik dan 3 modul termoelektrik menunjukkan nilai perubahan suhu di *heatsink* 1 dan *heatsink* 2 nilai perubahannya sama, selain itu penambahan blok alumunium pada boks menjadi lebih dingin karena adanya penambahan tebal isolasi dan kinerja penyerapan kalor dari termoelektrik meningkat. Pada pengujian menggunakan 3 modul termoelektrik, 2 fan dan blok alumunium mampu mendinginkan 1 liter air dalam waktu 150 menit mencapai suhu 16,4°C (Prasetyo et al, 2022; Aziz, Subroto,& Silvana, 2015).

Pada variasi beban pendinginan, menunjukkan adanya variasi perubahan suhu setelah melakukan pengujian selama 80 menit suhu *heatsink* mencapai 6.28°C, dengan beban air 600 ml, 1500 ml, 3000 ml, dan 4500 ml menurunkan suhu secara berurutan sebesar 7,07°C, 7,22°C, 8.03°C, dan 9.68°C, dari hasil tersebut terlihat penambahan suhu berbanding lurus dengan volume beban pendingin. Setelah mencapai waktu 210 menit TEC yang dirangkai secara paralel *heatsink* mengalami penurunan suhu mencapai 2.73°C pada pembebanan air sebesar 600 ml, 1500 ml, 3000 ml, dan 4500 ml mengalami penurunan suhu secara berurutan sebesar 3.27°C, 3.14°C, 3.70°C, 5.09°C. Petambahan beban yang diberikan mempengaruhi suhu yang dihasilkan semakin besar beban pendinginan maka nilai suhu yang dihasilkan semakin besar. Akan tetapi pada beban 1500 ml suhu yang dicapai lebih rendah dari beban 600 ml hal ini dikarenakan pengaruh suhu ruang, semakin besar suhu ruang maka untuk menempuh suhu tertentu diperlukan waktu yang lebih lama. Selain itu penurunan suhu air pada jumlah variasi volume air yang berbeda memberikan nilai penurunan suhu yang berbeda. Setelah melakukan pengujian selama 210 menit beban air 600 ml, 1500 ml, 3000 ml, dan 4500 ml mengalami penurunan suhu secara berurutan sebesar 17.42°C, 19.42°C, 20.46°C, dan 22.01°C. Besar kecilnya nilai suhu air yang dihasilkan dipengaruhi oleh kemampuan *heatsink* disisi dingin dalam menyerap kalor atau adanya perantara yang bisa menghantarkan kalor dingin tersebut. Disamping itu posisi air juga mempengaruhi penurunan temperatur. Jika posisi air dekat dengan *heatsink* maka suhu air akan lebih cepat dingin dibandingkan dengan posisinya yang lebih jauh dari *heatsink* sisi dingin (Ramdan, Mirmanto, Nurpatia, 2016).

Ditinjau dari analisis penerapan pembelajaran Project Based Learning (PjBL), peserta didik sudah berhasil melalui tahapan tahapan yang termasuk ke dalam PjBL, diantaranya langkah pertama penentuan proyek, dalam penentuan proyek penulis memberikan stimulan agar peserta didik mampu berpikir kritis dengan memberikan pengetahuan dasar dalam hal ini kaitannya dengan materi pemanasan global dan memberikan gambaran permasalahan lingkungan yang dihadapi, dengan menggali informasi tentang langkah untuk memperbaiki

permasalahan lingkungan peserta didik mampu mengajukan solusi diantaranya dengan memanfaatkan termoelektrik sebagai alat pendingin, meskipun dalam temuan yang peserta didik lakukan termoelektrik bisa dimanfaatkan dalam skala kecil. Hal ini sejalan yang dilakukan (Fauzia, Ulfiana, dan Kelana, 2020) bahwa untuk memantik siswa agar mampu berpikir kritis, guru harus membekali pengetahuan dasar terlebih dahulu. Langkah kedua yaitu merancang sebuah proyek, dalam hal ini peserta didik terdiri dari dua orang siswi melakukan diskusi untuk proyek yang akan dibuatnya, hal ini sejalan yang diungkapkan oleh (Fitri, Dasna, dan Suharjo, 2018) bahwa PjBL meningkatkan kolaborasi dan komunikasi peserta didik. Langkah ketiga penyusunan jadwal aktivitas, peserta didik berhasil menyusun proyek sesuai jadwal yang telah ditentukan yaitu selalu tepat pada jam pelajaran KTI di Sekolah SMAI Nurul Fikri Boarding School Lembang, dan ketika peserta didik mengalami kesulitan, penulis selalu memberikan bantuan agar proyek yang mereka kerjakan bisa diselesaikan, hal ini senada dengan (Dinda, dan Sukma, 2021) bahwa guru harus selalu mengawasi peserta didik disiplin dalam mengikuti jadwal pengerjaan proyek. Langkah keempat penyelesaian proyek, proyek ini dapat diselesaikan oleh peserta didik dalam waktu tiga bulan Agustus sampai bulan November, dan dalam tahap pengerjaannya ketika mengalami kesulitan penulis selalu membantunya dan memberikan arahan, motivasi dan bantuan lainnya agar proyeknya dapat diselesaikan sejalan yang diungkapkan oleh (Dinda, dan Sukma, 2021) bahwa guru harus selalu mengingatkan peserta didik untuk mengerjakan proyek secara mandiri, Jika tidak bisa atau mengalami kesulitan minta bantuan kepada orang tua akan tetapi di sekolah SMAI Nurul Fikri Boarding School Lembang adalah sekolah boarding maka peserta didik bisa meminta bantuan langsung kepada guru yang bersangkutan. Langkah Kelima presentasi dan penilaian, proyek ini sudah memperoleh dipresentasikan dan mendapatkan penilaian dari para penguji pada saat pengujian Karya Tulis Ilmiah di SMAI Nurul Fikri Boarding School Lembang, dalam penelitian yang dilakukan oleh (Cintang, Setyowati, dan Handayani, 2018), bahwa guru harus memberikan penilaian baik itu proses maupun hasil terhadap proyek yang dilakukan oleh peserta didik. Langkah keenam adalah evaluasi, proyek ini sudah melalui tahap evaluasi dari para penguji dan memberikan apresiasi kepada peserta didik karena telah menyelesaikan proyeknya sejalan dengan yang diungkapkan oleh (pardomuan, 2017) guru harus memberikan motivasi baik verbal maupun non-verbal, memberikan bimbingan dan apresiasi.

## **KESIMPULAN**

Peserta didik telah mampu menyelesaikan proyek mini boks menggunakan termoelektrik cooler (TEC) dan telah menjabarkan temuan yang mereka dapatkan yaitu berupa suhu output dari *heatsink 1* dan *heatsink 2* dan beban pendinginan yaitu air yang dihasilkan oleh rangkaian termoelektrik dan dapat mengetahui berbagai jenis variabel yang mempengaruhi suhu output. Berdasarkan hasil temuan peserta didik bahwa termoelektrik ini bisa menjadi pengganti lemari es refrigerant yang menjadi salah satu penyumbang permasalahan lingkungan, akan tetapi termoelektrik ini masih bisa digunakan dalam skala kecil. Selain itu peserta didik dengan bantuan penulis sudah mampu menentukan jenis proyek sesuai dengan fenomena atau permasalahan yang dihadapi, peserta didik mampu menggali informasi mengenai proyek yang akan dibuatnya, peserta didik berhasil membuat dan menyiapkan langkah langkah, serta alat dan bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek, peserta didik mampu menyusun aktivitas berdasarkan langkah langkah pengerjaan proyek dan tepat waktu dalam menyelesaikan tugasnya. Disisi lain dalam tahap penyelesaian pembuatan proyek peserta didik masih perlu diberikan pengetahuan dan bantuan pengerjaan agar mengerjakan proyeknya dengan tepat. Dalam hal pembuatan laporan beserta presentasi peserta didik sudah mampu menyusun laporan yang berisikan temuan dari proyek yang dikerjakannya dan peserta didik sudah berhasil mempresentasikannya didepan para penguji sidang karya tulis ilmiah. Pada

tahap penilaian dan evaluasi proyek peserta didik yang dikerjakannya sudah berhasil dinilai dalam pengujian karya tulis ilmiah, penilaian yang dilakukan dari segi tahapan pengerjaan proyek dan laporan yang disusun oleh peserta didik, dan berdasarkan evaluasi proyek yang dikerjakannya bahwa proyek ini telah memenuhi tujuan pembelajaran solusi mengatasi permasalahan lingkungan dalam materi pemanasan global kurikulum merdeka yang menuntut peserta didik untuk menciptakan sebuah solusi dalam bentuk wujud karya nyata sebagai wujud peduli terhadap permasalahan lingkungan meskipun proyek ini merupakan alat pendingin yang dapat digunakan dalam skala kecil perlu penelitian dan pengembangan lebih lanjut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aziz A, Silvana V, Subroto J. (2015). *Aplikasi Modul Pendingin Termoelektrik sebagai Media Pendingin Kotak Minuman*. Laporan Penelitian. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru.
- Cengel Yunus A, & Michael A Boles. (2011). *Thermodynamics*. Mc.Graw-Hill, NewYork: An Engineering Approach Seventh Edition.
- Cintang N, Setyowati D L, & Handayani Sri D. (2018). The Obstacles and Strategy of Project Based Learning Implementation in Elementary School. *Journal Of Education*. 12(1), 7-15, from <https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i1.7045>.
- Dinda Nadia U, Sukma E, (2021). Analisis Langkah-Langkah Model Project Based Learning (PjBL) Pada Pembelajaran Tematik Terpadu di Sekolah Dasar Menurut Pandangan Para Ahli (Studi Literatur). *Journal Of Basic Education Studies*. 4(2), from <https://ejournalunsam.id/index.php/jbes/article/view/4551>.
- Fauzia, Nenden Latifah Ulfani, Jajang Bayu Kelana. (2020). Natural Science Problem Solving in Elementary School Students Using the Project Based Learning (PjBL) Model. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*. 4(4), from <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JISD/index>.
- Fitri H, Wayan Dasna I, Suharjo. (2018). Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) Terhadap Berpikir Tingkat Tinggi Ditinjau dari Motivasi Berprestasi Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 3(2): 201-201, from <https://doi.org/10.28926/briliant.v3i2.187>.
- Hermawan, Jatnika. (2022). *Mengenal Implementasi Project Based Learning pada Kurikulum Merdeka, Solusi Pendidikan Pasca Pandemi*. From <https://nusantara7.id/mengenal-implementasi-project-based-learning-pada-kurikulum-merdeka-solusi-pendidikan-pascapandemi/>
- Khoirurrijal, Fadria, Sofia. (2022). *Pengembangan Kurikulum Merdeka*. Malang: CV. Literasi Nusantara Abadi.
- Laird Technologies. (2010). *Thermoelectric Handbook*. From <https://www.lairdtech.com>
- Ngalimun. (2013). *Strategi dan Model Pembelajaran*. Yogyakarta: Aswaja Presindo.
- Pardomuan, Kamil. (2017). Peran Konselor dalam Membantu Siswa Pengentasan Malas Belajar Siswa. *Jurnal Riset Tindakan Indonesia*, 2(2): 1-4, from <https://doi.org/10.29210/3003209000>.
- Prasetyo Bowo Y, Badarudin A, Sukamto A.P. Edi, Muliawan R. (2022). Investigasi Eksperimental Performa Sistem Pendingin Multi-Termoelektrik dengan Konfigurasi Termal Seri dan Pararel. *Jurnal Teknologi Terapan*. 8 (2): 126-128, from <https://doi.org/10.31884/jtt.v8i2.427>.
- Pratama, Riza. (2019). Efek Rumah Kaca. *Buletin Utama Teknik Universitas Islam Sumatra Utara*. 14(2), from <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/1096/852>.

**STRATEGY : Jurnal Inovasi Strategi dan Model Pembelajaran**  
**Vol 3. No 2. April 2023**  
**E-ISSN : 2798-5466**  
**P-ISSN : 2798-5725**



Ramdan Gustami, Mirmanto, Nurpatria. *Sistem Pendingin Pada Kulkas Termoelektrik Dengan Variasi Pembebanan*. Laporan Penelitian. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Mataram. Nusa Tenggara Barat.

Tellurex Corporation. (2010). *An Introduction to Thermoelectric*. Traverse City, Michigan: 1462 International Drive.