

**POLITEKNIK SULTAN SALAHHUDIN ABDUL AZIZ  
SHAH**

**KAJIAN KOTAK SEJUK MUDAH ALIH  
BERKUASA SOLAR**

**SITI NUR AQIELAH BINTI AWANG ZAMAN**

**(08DMP20F2005)**

**NUR SYAFIQAH ILYANA BINTI HALIM**

**(08DMP20F2015)**

**JABATAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL**

**SESI II 2022/2023**

**POLITEKNIK SULTAN SALAHHUDIN ABDUL AZIZ  
SHAH**

**KAJIAN KOTAK SEJUK MUDAH ALIH  
BERKUASA SOLAR**

**SITI NUR AQIELAH BINTI AWANG ZAMAN  
(08DMP20F2005)**

**NUR SYAFIQAH ILYANA BINTI HALIM  
(08DMP20F2015)**

**Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Kejuruteraan Mekanikal sebagai  
memenuhi sebahagian syarat penganugerahan  
Diploma Kejuruteraan Mekanikal (Pembungkusan)**

**JABATAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL**

**SESI II 2022/2023**

**AKUAN KEASLIAN DAN HAK MILIK**

**PORTABLE COLD BOX SOLAR POWERED**

1. Kami, **SITI NUR AQIELAH BINTI AWANG ZAMAN (NO KP: 020507-06-0140) dan NUR SYAFIQAH ILYANA BINTI HALIM (NO KP: 001201-10-0900)** adalah pelajar **Diploma Kejuruteraan mekanikal (pembungkusan), Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah**, yang beralamat di **Persiaran Usahawan, 40150 Shah Alam, Selangor**
2. Kami mengakui bahawa projek tersebut di atas dan harta intelek yang ada di dalamnya adalah reka cipta asli Kami tanpa mengambil atau meniru mana-mana harta intelek daripada pihak-pihak lain
3. Kami bersetuju melepaskan pemilikan harta intelek projek tersebut kepada politeknik tersebut bagi memenuhi keperluan untuk penganugerahan **Diploma Kejuruteraan Mekanikal (Pembungkusan)** kepada kami.

Diperbuat dengan sebenar-benarnya  
diakui oleh yang tersebut;

SITI NUR AQIELAH BINTI AWANG ZAMAN  
(No. Kad Pengenalan: 020507-06-0140)

*Aqielah*  
.....  
SITI NUR AQIELAH

NUR SYAFIQAH ILYANA BINTI HALIM  
(No. Kad Pengenalan: 001201-10-0900)

*Syafiqah*  
.....  
NUR SYAFIQAH  
ILYANA

Di hadapan saya, TUAN SOMCHAI A/L ENOI  
(No. Kad Pengenalan :790221-03-5397)

.....  
SOMCHAI A/L ENOI

Sebagai penyelia projek pada tarikh : .....

## **PENGHARGAAN**

Bersyukur ke hadrat Ilahi dapatlah kami menyiapkan projek akhir dengan cemerlang dalam tempoh yang telah ditetapkan iaitu selama 6 bulan tanpa menghadapi sebarang masalah yang sukar diselesaikan sebagai syarat penganugerahan Diploma Kejuruteraan Mekanikal (Pembungkusan) sesi 1 2020/ 2021. Sekalung penghargaan kami ucapkan kepada semua pihak yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung terutamanya penyelia kami Encik Somchai A/L Enoi yang telah banyak memberi segala tunjuk ajar, nasihat, dorongan serta kritikan membina kepada kami sehinggakan kami berjaya menyiapkan laporan projek akhir ini. Tidak lupa juga kepada rakan-rakan dan ahli keluarga yang banyak membantu dari segi pandangan dan kewangan dalam menyiapkan tugas projek akhir ini. Kami berharap semoga laporan ini dapat dijadikan contoh dan panduan kepada pihak-pihak yang berkenaan pada masa hadapan.

## ABSTRAK

Pada era globalisasi masa kini terdapat pelbagai jenis peti mahupun kotak penyejuk. Jenis penyejuk mudah alih mahupun tidak mudah alih. Sebagai contoh penyejuk mudah alih yang berada di rumah mahupun di dalam kenderaan. Walau bagaimanapun kesemua jenis penyejuk tersebut memerlukan tenaga elektrik. Objektif utama kajian ini ialah untuk membangunkan penyejuk makanan dan minuman yang menggunakan teknologi hijau sekali gus membangunkan penyejuk makanan dan minuman yang boleh dibawa ke mana-mana sahaja. Kajian ini merangkumi kajian literatur, penyimpulan maklumat dari soal selidik, penganalisis maklumat yang diperolehi. Penyejuk Berkuasa Suria ialah penyejuk mudah alih yang dikendalikan secara elektrik yang dikuasakan oleh penjanaan elektrik foto voltan solar yang digabungkan ke dalam reka bentuk yang lebih sejuk dan yang mungkin termasuk panel penjana elektrik fotovoltaiik suria tambahan, modul atau sel, pek kuasa bateri tambahan, penyaman kuasa, penyongsangan, pengecasan bateri tambahan dan bekalan kuasa arus terus dan ulang alik. Penyejuk berkuasa solar bertujuan untuk operasi berkuasa sendiri menggunakan matahari sebagai sumber tenaga untuk menjana kuasa elektrik di mana ia beroperasi. Untuk projek kami, kami tidak dapat mencapai salah satu objektif projek, iaitu membangunkan penyejuk makanan dan minuman yang boleh bertahan selama 24 jam pada suhu 20 °C hingga 10 °C. Pada mulanya, Kami menggunakan powerbank, tetapi ia tidak boleh bertahan lama kerana powerbank hanya boleh membekalkan 5 volt. Peltier perlu menggunakan 12v 6a. Kemudian, kami menukar kepada *rechargeable sealed lead acid battery* yang mempunyai 12v dan 7ah. Projek kami berjaya berfungsi dengan baik, tetapi tidak untuk masa yang lama. Kami hanya mampu mencapai suhu sekitar 25 °C. Antara sebab lain yang menyebabkan kami tidak dapat mencapai suhu sekitar 20 °C hingga 10 °C adalah kerana saiz sink haba dan kipas yang kecil digabungkan dengan Peltier.

## **ABSTRACT**

Coolers are portable able to carry anywhere. A portable cooler, for instance, might be found at home or in a car. However, power is needed for all of these types of coolers. The major objective of this project is to create a portable food and drink cooler using green technology. the main problem statement is difficult for users to find a source of electricity and should not be suitable for camping. This project includes a review of the literature, the collection of data using questionnaires, and the analysis of that data. An electrically operated portable cooler known as a solar powered cooler. Coolers driven by the sun are designed to run independently and use the sun as a source of energy to produce electricity. This project is based on a box storing more cool food and beverages like a refrigerator consisting of a cool box size of 20 liters. Thus, for electricity consisting of TEC 1-12706 Peltier with cooling fan and heat tank (heat sink).In the beginning, we combined 3 things, namely the peltier, the heat sink and the cooling fan to make the electric thermal chiller cooler. (TEC). In addition, the source of power is rechargeable 12v 12AH and a monocrystalline silicon solar plate. For our project, I can't manage to achieve one of the objectives of the final year project, which is to develop a food and beverage cooler that can last for 24 hours at a temperature of 20 °C to 10 °C. In the beginning, We are using a power bank, but it can't last long because the power bank can supply only 5 volts. The peltier needs to use a 12v 6a. Then, we change to a rechargeable battery that has 12v and 7ah. It can run, but not for a long time. We just managed to get around 25 °C. The other reason that we can't manage to achieve a temperature of around 20 °C to 10 °C is because of the small size of the heat sink and fan combined with the Peltier.

## SENARAI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	
	AKUAN KEASLIAN DAN HAK MILIK	
	PENGHARGAAN	1
	ABSTRAK	2
	ABSTRACT	3
	SENARAI KANDUNGAN	4
	SENARAI RAJAH	6
	SENARAI SINGKATAN	7
1	Pengenalan	
	1.1 Latar Belakang Projek	8
	1.2 Penyataan Masalah	9
	1.3 Objektif Projek	9
	1.4 Skop Projek	10
	1.5 Rumusan	10
2	KAJIAN LITERATUR	
	2.1 Pengenalan	11
	2.2 Sejarah <i>Peltier</i>	12
	2.3 Jenis <i>Peltier</i>	13
	2.4 Jenis Plat Solar	14
	2.5 Jenis Bateri	15
	2.6 Rumusan	19
3	METHODOLOGY	
	3.1 Pendahuluan	20
	3.2 Reka Bentuk Kajian	20
	3.3 Bahan dan Peralatan	23
	3.4 Rumusan	28

4	DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN	
	4.1 Pendahuluan	29
	4.2 Dapatan Kajian	29
	4.3 Perbincangan	29
	4.4 Demokrasi Respondan	30
	4.5 Dapatan Kajian	30
	4.6 Analisis Data	34
	4.7 Rumusan	35
5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
	5.1 Pendahuluan	36
	5.2 Kesimpulan	36
	5.3 Cadangan	37
	5.4 Rumusan	37
	Rujukan	
	Lampiran	
	i. Carta Gantt	38
	ii. Kos Projek	39
	iii. Spesifikasi, Senarai Bahan dan Peralatan	39
	iv. Poster	40
	v. Rujukan	41



## SENARAI RAJAH

<b>NO RAJAH</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.3.1	Peltier Thermoelectric	13
2.3.2	Element Peltier	14
2.4.1	Monocrystalline Silicon	14
2.4.2	Policrystalline	15
2.4.3	Thin Flim Solar Cell	15
2.5.1	Nickel-Cadmium(niCd) Batter	16
2.5.2	Sealed lead acid battery	17
2.5.3	Nickel-metal hydride battery (NIMH)	18
3.2.1	Reka Bentuk	20
3.2.2	Portable coolbox solar powered	21
3.2.3	Portable coolbox solar powered	21
3.4.1	Pandangan Hadapan	23
3.4.2	Padangan Belakang	23
3.4.3	Setiap Pandangan	23
3.4.4	Cool Box	24
3.4.5	Thermo Electric Cooler	25
3.4.6	Sealed lead acid battery	25
3.4.7	Solar plat	26
3.4.8	Digital LCD Thermometer	26
3.4.9	Charge controller PWM 5A 12v	27
4.5.1	Jawapan untuk soalan 1	30
4.5.1	Jawapan untuk soalan 2	31
4.5.2	Jawapan untuk soalan 3	31
4.5.3	Jawapan untuk soalan 4	32
4.5.4	Jawapan untuk soalan 5	32
4.5.5	Jawapan untuk soalan 6	33

## SENARAI SINGKATAN

CFC	Chlorofluorocarbon
CO <sub>2</sub>	Carbon dioxide
CPU	Central processing unit
TEC	Thermo Electric Cooler
UPS	Uninterruptible Power Supply
SLA	Sealed Lead Acid
NICD	Nickel Cadmium
NIMH	Nickel Metal Hydride
IJSET	International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology
AC	Air Conditioner
DC	Direct Current
TFSC	Thin Film Solar Cell
NiOOH	Nikel Oksida Hidroksida

# **BAB 1**

## **PENGENALAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG PROJEK**

Semakin berkembangnya zaman ke era moden, keperluan manusia dapat memenuhi dengan mudah, mulai dari alat pengangkutan, komunikasi sampai peralatan rumah tangga. Namun selain kemudahan yang kita dapat dari pemanfaatan teknologi, kekurangan juga tak akan lepas dari penggunaannya. Seperti kotak penyejuk yang digunakan mulai dari mendinginkan minuman sampai menyimpan makanan dan bahan lain untuk menjaga Kualiti agar tahan lama, tetapi untuk mendapatkan suhu yang lebih rendah atau dingin kotak penyejuk menggunakan bahan Freon. Jika terlalu banyak dan lama dalam penggunaan kotak penyejuk yang menggunakan Freon, maka Peti sejuk yang awalnya bermanfaat dapat menimbulkan kesan bagi tubuh dan lingkungan yang kita menduduki sekarang. Freon adalah nama lain dari bahan kimia klorofluorokarbon atau CFC, yang digunakan dalam pembuatan pendingin makanan (kotak penyejuk). Freon atau CFC mampu menimbulkan kerosakan lingkungan khususnya global warming. Freon yang merosakkan atmosfera mampu menimbulkan kesan rumah kaca 510 kali lebih besar dibandingkan dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Sumbangan CO<sub>2</sub> sendiri terhadap timbulnya kesan rumah kaca diperkirakan sebesar 9 -26%. Hal tersebut tentu sangat memprihatinkan. Penggunaan freon secara berlebihan di setiap rumah bahkan didunia tentu akan menjadi mimpi buruk bagi manusia di masa depan. Oleh Kerana itu, dalam upaya mengurangi penggunaan Freon atau CFC yang tidak terkendali, maka penulis mengusulkan penelitian dengan judul “Cool Box Ramah Lingkungan” menggunakan termoelektrik (peltier) sebagai alat yang mendinginkan dan bebas bahan kimia Freon.

## **1.2 PENYATAAN MASALAH**

Masalah-masalah yang akan dibahas pada laporan tugas akhir ini adalah penggunaan bekalan plug dan bateri tidak sesuai untuk berkhemah dan sukar untuk para pengguna untuk mencari sumber elektrik. Kebanyakan pengguna berkhemah mereka berada di Kawasan yang luas dan tiada sumber elektrik di sekeliling mereka. Jadi ini menyebabkan beban kepada pelanggan.

Penyataan masalah yang seterusnya adalah penggunaan kuasa yang tinggi. Penggunaan kuasa dalam peti sejuk biasanya 300w/h tertakluk pada penyelenggaraan -5 Celsius hingga +25celcius dan ianya tidak sesuai untuk berkhemah. Hal ini kerana penggunaan kuasa yang sebegini memerlukan tenaga elektrik seperti di rumah bagi penyejuk.

Masalah terakhir yang kami dapat kesan adalah kesejukan yang tidak tahan lama sepanjang hari . Kesejukan kotak penyejuk sedia adalah tidak tahan lama. Ianya hanya menyimpan produk yang telah sejuk dan hanya mengekalkan kesejukan dalam kotak penyejuk dalam jangka masa yang pendek.

## **1.3 OBJEKTIF PROJEK**

- a) Membangunkan penyejuk makanan dan minuman yang boleh dibawa ke mana-mana sahaja @ mobiliti
- b) Membangunkan penyejuk makanan dan minuman yang menggunakan teknologi hijau.
- c) Membangunkan penyejuk makanan dan minuman yang boleh bertahan selama 24jam pada suhu 20 Celsius hingga 10 Celsius.

#### **1.4 SKOP PROJEK**

Skop kajian ini hanya memfokuskan kepada aktiviti luar sebagai contoh perkhemahan. Selain itu, projek ini juga penggunaan semasa perjalanan jauh . hal sekali gus dapat memudahkan mereka untuk menyejukkan makanan atau minuman mereka Ketika beriadah tanpa perlu mencari tenaga elektrik.

#### **1.5 RUMUSAN**

Secara keseluruhan dalam bab ini seperti latar belakang kajian, pernyataan masalah, objektif kajian dan skop kajian telah membincangkan untuk mengatasi isu masalah kotak penyejuk yang tidak mampu bertahan kesejukan selama 24 jam.

## **BAB 2**

### **KAJIAN LITERATUR**

#### **2.1 PENGENALAN**

Kajian literatur ialah kajian yang dilakukan berdasarkan teori-teori yang benar dan di guna pakai dalam bidang berkaitan dengan kajian seperti jurnal, artikel, buku dan kajian surat khabar melalui internet mahupun secara kasar. Oleh itu, dalam bab ini beberapa teori yang berkaitan dengan kajian ini akan diutarakan seperti

Menurut IJSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 3 Issue 12, December 2016 mengatakan pada masa kini, terdapat permintaan untuk meningkatkan penjanaan kuasa kapasiti kerana penggunaan tenaga elektrik yang semakin meningkat. Dalam mencapai matlamat ini, sumber tenaga boleh diperbaharui adalah pilihan terbaik.

Walau bagaimanapun, rizab bahan api fosil tidak lama lagi akan habis, kerana minyak adalah sumber yang terhad. Jadi mengatasi ini kita boleh menggunakan yang boleh diperbaharui sumber tenaga kerana ia juga akan menyediakan persekitaran yang lebih bersih untuk generasi masa hadapan. Tenaga boleh diperbaharui boleh dicipta oleh ramai orang kaedah; contohnya tenaga suria, tenaga angin, tenaga hidro, tenaga nuklear, dan banyak lagi. Bagi setiap bentuk yang berbeza ini mencipta tenaga elektrik, terdapat batasan tertentu.

Di antara semua sumber tenaga boleh diperbaharui, sistem penjanaan tenaga suria mendahului senarai. Tetapi tenaga suria hanya boleh dicipta apabila terdapat cahaya matahari, jadi atasi ini dengan kita boleh hibrid dengan teknologi lain, jadi di sini menggunakan penjanaan hibrid menggunakan plat solar dan *peltier*. Justeru itu apabila tiada matahari, kita boleh menjana tenaga menggunakan *plate peltier*.

Tenaga suria dan *peltier* yang diperoleh disimpan ke dalam bateri oleh hibrid yang meningkatkan hayat sel, meningkatkan prestasi, dan menyediakan faedah operasi di bawah keadaan persekitaran yang berbeza. Bateri yang digunakan boleh dicas semula dengan input dua generasi seperti solar dan *peltier*. Bateri disambungkan ke *inverter*.

## 2.2 SEJARAH PELTIER

*Peltier* adalah salah satu komponen dalam elektronik yang sangat penting. *Peltier* boleh mengatur suhu, baik dingin mahupun panas. Beberapa alat elektronik menggunakan *peltier* sebagai salah satu komponen.

*Peltier* dalam ilmu elektronik disebut sebagai *Thermo Electric Cooler* atau disingkat dengan TEC. Selain itu, dikenal pula dengan nama *Peltier heat pump*, *peltier device* atau *solid state refrigerator*.

*Peltier* biasanya berguna untuk membuat sambungan yang memiliki aliran panas antara dua material yang berbeza. Sebagai penyalur panas, *peltier* akan memindahkan tenaga panas dari satu sisi kepada sisi lainnya.

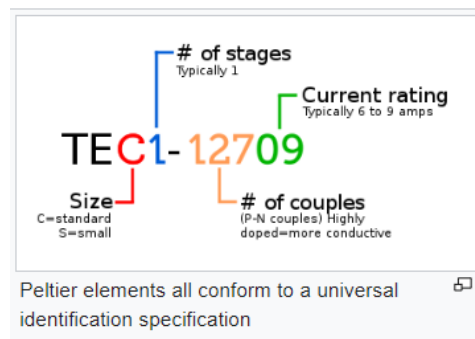
Tentunya tidak hanya sebagai penyalur tenaga panas. Sebagai *peltier cooler* adalah penyalur energi dingin juga. Pada intinya, *peltier cooler* bisa digunakan untuk mengatur temperatur di mana ia diletakkan.

Penggunaan *peltier* boleh digunakan pada pelbagai alat. Sebagai *peltier* dispenser, pendingin CPU komputer, pendingin kaleng minuman di mobil, lemari pendingin, bahkan *peltier* AC (air conditioner).

*Peltier* memiliki keunggulan, kerana ia begitu fleksibel dan tidak berukuran besar. Selain itu, *peltier* tidak memerlukan komponen pendukung berupa cairan. *Peltier* yang serbaguna dan tidak sulit dipasangkan ini membuatnya unggul.

## 2.3 JENIS PELTIER

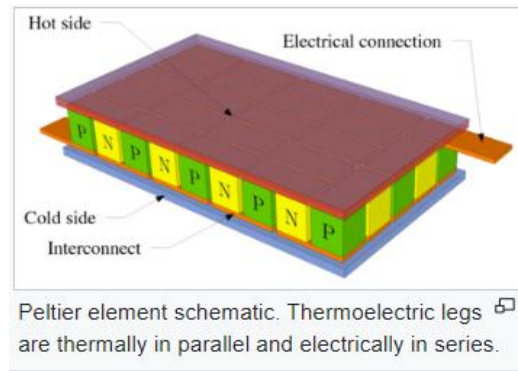
Terdapat pelbagai peltier di pasaran. Material bagi peltier biasanya adalah aluminium. Antaranya ialah TEC1-12706 peltier thermoelectric. *Peltier* jenis ini mempunyai bekalan kuasa sebanyak 12 voltan / 6A . Penggunaan kuasa maksimum sehingga 75 watt. Seterusnya peltier jenis TEC 1-12710 mempunyai bekalan kuasa 12voltan/10A dan penggunaan kuasa maksimum boleh mencapai 92 watt dan jenis peltier yang ketiga adalah peltier TEC 1-12715 iaitu mempunyai bekalan kuasa 12 voltan / 15A dan penggunaan kuasa maksimum sebanyak 134 watt.



RAJAH 2.3.1 TEC1-12706 Peltier Thermoelectric.

Penyejuk termoelektrik beroperasi dengan kesan *Peltier* . Peranti ini mempunyai dua sisi, dan apabila arus elektrik DC mengalir melalui peranti, ia membawa haba dari satu sisi ke sisi yang lain, supaya satu bahagian menjadi lebih sejuk manakala satu lagi menjadi lebih panas. Bahagian “panas” dilekatkan pada sink haba supaya ia kekal pada suhu ambien, manakala bahagian sejuk berada di bawah suhu bilik. Dalam aplikasi khas, berbilang penyejuk boleh dilantunkan atau dipentaskan bersama untuk suhu yang lebih rendah, tetapi kecekapan keseluruhan (COP) menurun dengan ketara. COP maksimum bagi mana-mana kitaran penyejukan akhirnya dihadkan oleh perbezaan antara suhu yang dikehendaki (sebelah sejuk) dan suhu ambien (sebelah panas) (suhu sink haba). Semakin tinggi perbezaan suhu (delta), semakin rendah COP teori maksimum.



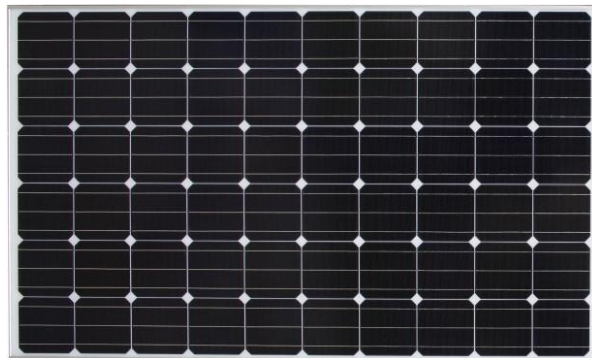


RAJAH 2.3.2 Element TEC1-12706 Peltier Thermoelectric

## 2.4 JENIS PLAT SOLAR

### 1) Monocrystalline Silicon

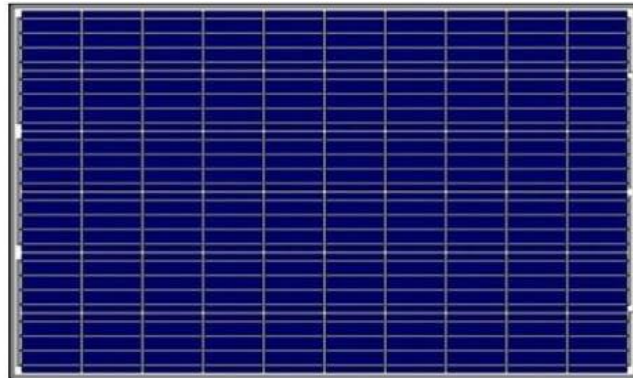
Dari jenis panel solar yang pertama adalah Monocrystalline Silicon. Plat solar jenis ini menggunakan material silikon sebagai bahan utama penyusun sel solar. Material silikon ini diciptakan tipis menggunakan teknologi khusus. Dengan penggunaan teknologi inilah, kepingan sel solar yang dihasilkan akan sama antara satu sama lain dan juga memiliki tenaga tinggi. Jenis panel solar ini menggunakan sel solar jenis crystalline tunggal yang memiliki kecekapan yang tinggi. Secara fiziknya, jenis panel solar ini dapat dikenali dari warna sel hitam gelap .



RAJAH 2.4.1: Monocrystalline Silicon

## 2) Polycrystalline

Panel solar jenis ini diperbuat daripada batang kristal silikon cair, yang kemudiannya dituangkan ke dalam acuan segi empat tepat. Hablur silikon dalam panel solar jenis ini tidak sama seperti dalam sel solar monocrystalline. Jadi, sel suria yang terhasil tidak sama antara satu sama lain. Keupayaan tenaganya juga lebih rendah daripada monocrystalline.



RAJAH 2.4.2 : Polycrystalline

## 3) Thin Film Solar Cell (TFSC) –

Jenis-jenis panel solar yang terakhir adalah thin film solar cell. Jenis panel solar ini dibuat dengan cara menambahkan sel suria yang tipis ke dalam sebuah lapisan dasar. Kerana bentuk dari TFSC ini nipis, jadi panel suria ini sangat ringan dan fleksibel. Ketebalan lapisannya boleh diukur mula dari nanometers hingga micrometers.



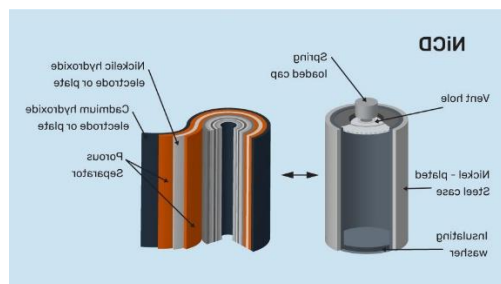
RAJAH 2.4.3 : Thin Film Solar Cell

## 2.5 JENIS RECHARGEABLE BATTERY

Terdapat pelbagai jenis *Rechargeable battery* dipasaran. *Rechargeable battery* mempunyai pelbagai bentuk dan saiz yang berbeza. Sesetengah *Rechargeable battery* mempunyai pelbagai kegunaan selain mengecas peranti elektronik.

### 1) *Nickel-cadmium (NiCd) Battery*

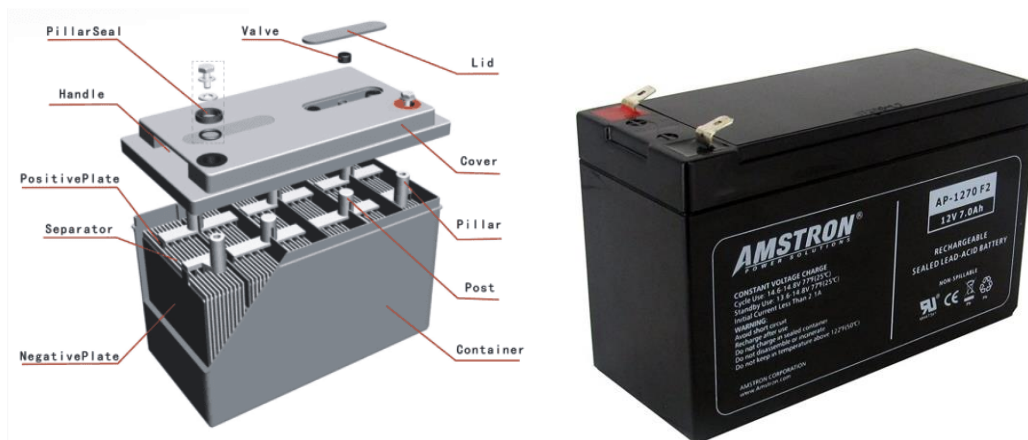
Bateri nikel-kadmium ialah sejenis bateri boleh dicas semula menggunakan nikel oksida hidroksida dan kadmium logam sebagai elektrod. Bateri nikel-kadmium (NiCd) adalah pesaing langsung dengan *lead-acid batteries* kerana bateri ini mempunyai ciri teknikal yang serupa tetapi dengan kebolehan berfungsi yang unggul dan kepadatan tenaga. Dalam bateri NiCd, nikel oksida hidroksida digunakan untuk membuat katod, dan anod diperbuat daripada kadmium logam. Larutan alkali berair digunakan sebagai elektrolit antara dua elektrod. Bateri NiCd kini digunakan secara meluas untuk aplikasi elektronik mudah alih seperti asid plumbum dan bateri lithium-ion. Walaupun ciri berbasikal yang unggul dan ketumpatan tenaga, bateri NiCd mempunyai kelemahannya. Bateri dibina daripada bahan yang sangat toksik dan mengalami "kesan ingatan", yang memerlukan bateri dicas semula sepenuhnya walaupun selepas nyahcas separa. Salah satu kelemahan terbesar ialah bateri mempamerkan pekali suhu negatif yang sangat ketara. Ia juga lebih mahal daripada bateri lead-asid plumbum kerana nikel dan kadmium lebih mahal.



RAJAH 2.5.1: *Nickel-Cadmium (NiCd) Battery*

## 2) *Sealed lead acid battery*

*Sealed lead acid battery* jenis bateri storan yang paling biasa digunakan dan terkenal dengan pelbagai aplikasinya termasuk UPS, automotif, peranti perubatan dan telekomunikasi. Bateri terdiri daripada sel setiap sel terdiri daripada plat yang direndam dalam elektrolit asid sulfurik cair. Antara kebaikan bateri jenis adalah murah dan mudah untuk dihasilkan. teknologi terkini yang boleh dipercayai dan difahami dengan baik apabila digunakan dengan betul. Selain itu, asid plumbum tahan lama dan memberikan perkhidmatan yang boleh dipercayai. Nyahcas sendiri adalah antara sistem bateri boleh cas semula yang paling rendah. Bateri Asid Plumbum Tertutup ialah bateri sel sekunder, bermakna ia boleh dicas semula. Mengecap bateri SLA dicapai dengan menghantar elektron melalui bateri untuk membalikkan tindak balas kimia yang menghasilkan output tenaga bateri.



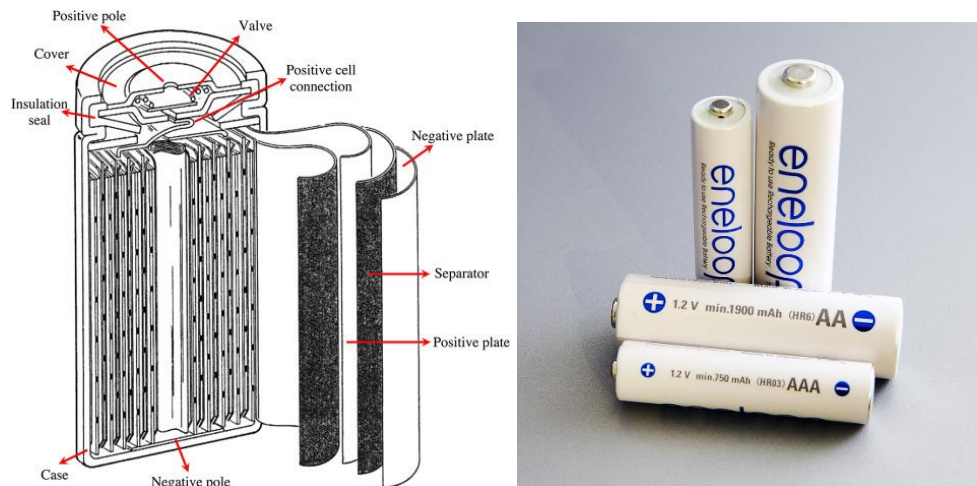
RAJAH 2.5.2 : *Sealed lead acid battery*

### 3) *Nickel–metal hydride battery (NIMH)*

Sejenis bateri boleh dicas semula. Tindak balas kimia pada elektrod positif adalah serupa dengan sel nikel-kadmium (NiCd), dengan kedua-duanya menggunakan nikel oksida hidroksida (NiOOH). Walau bagaimanapun, elektrod negatif menggunakan aloi penyerap hidrogen dan bukannya kadmium. Bateri NiMH boleh mempunyai dua hingga tiga kali ganda kapasiti bateri NiCd dengan saiz yang sama, dengan ketumpatan tenaga yang jauh lebih tinggi, walaupun jauh lebih kecil daripada bateri litium-ion.

Ia biasanya digunakan sebagai pengganti untuk bateri beralkali tidak boleh dicas semula berbentuk serupa, kerana ia mempunyai voltan sel yang rendah sedikit tetapi secara amnya serasi, dan kurang terdedah kepada kebocoran.

Kelemahan utama bateri hidrida nikel-logam ialah kosnya yang tinggi, kadar sendiri yang kuat, dan hakikat bahawa ia menghasilkan sejumlah besar haba pada suhu yang melampau.



RAJAH 2.5.3 : *Nickel–metal hydride battery (NIMH)*

## **2.6 RUMUSAN**

Secara keseluruhan yang diperolehi dari bab ini ialah uji kaji yang akan dibuat merujuk kepada sumber-sumber kajian buku mahupun laman sesawang bagi menyempurnakan kerja-kerja dilakukan. Selain itu, beberapa maklumat daripada solar plat, peltier dan powerbank dikenalpasti jenis dan fungsinya.

## BAB 3

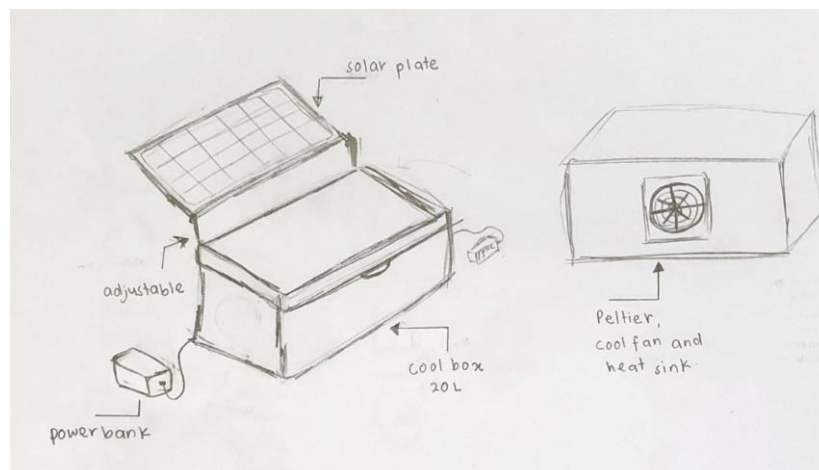
### METODOLOGI

#### 3.1 PENDAHULUAN

Pada bab ini kami akan menceritakan tentang proses kerja dengan jelas serta menerangkan tentang reka bentuk dan juga instrumen dengan lebih terperinci. Kajian ini dilaksanakan menggunakan kaedah kuantitatif melalui penggunaan kaedah soal selidik. Soal selidik diedarkan kepada responden secara dalam talian soal selidik di edarkan ke seluruh peringkat umur sama ada pelajar atau pekerja.

#### 3.2 Reka Bentuk Kajian

Projek ini berasaskan kotak sejuk yang harus lebih sejuk seperti peti sejuk. seterusnya, yang terdiri daripada kotak sejuk 20 liter. Akhir sekali bagi elektrik yang terdiri daripada peltier TEC 1-12706 dengan kipas penyejuk dan sink haba. Selain daripada itu ialah bank kuasa 80000 mAh dan plat solar silikon monocrystalline.



RAJAH 3.2.1 : REKA BENTUK



RAJAH 3.2.2 : PORTABLE COOLBOX SOLAR POWERED



RAJAH 3.2.3 : PORTABLE COOLBOX SOLAR POWERED



### 3.2.1 PROSEDUR

#### 1) Reka bentuk

Projek ini berdasarkan kotak menyimpan makanan dan minuman yang lebih sejuk seperti peti sejuk yang terdiri daripada cool box bersaiz 20 liter. Seterunya, untuk elektrik yang terdiri daripada peltier TEC 1-12706 dengan kipas penyejuk dan sink haba (heat sink) . Selain itu, yang *Sealed lead acid battery* dan plat solar silikon monocrystalline.

#### 2) Fabrikasi

Pada permulaan, kami menggabungkan 3 perkara iaitu peltier, sink haba (heat sink) dan kipas penyejuk untuk membuat penyejuk elektrik termo elektrik cooler (TEC).

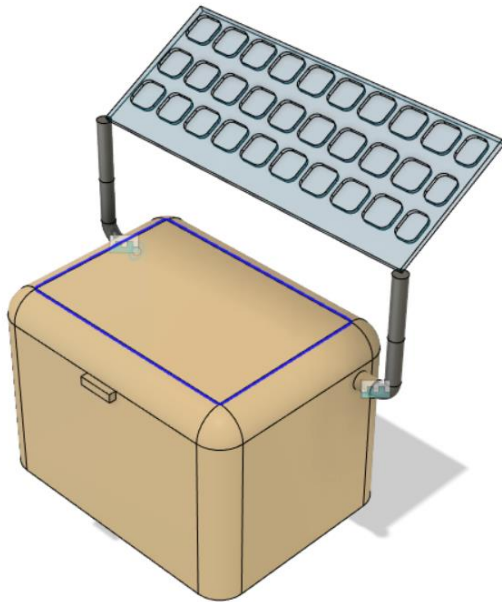
Langkah pertama kami akan membuat lubang di belakang kotak sejuk untuk meletakkan penyejuk elektrik termo. Kami meletakkan di bahagian belakang kerana itu satu-satunya bahagian yang boleh berfungsi untuk pengudaraan secara menyeluruh. Kami juga mencantumkan suhu digital dan pengawal cas solar di bahagian kiri dan kanan.. kami menggabungkan semua komponen menggunakan pistol gam dan mekanik.

#### 3) Ujian

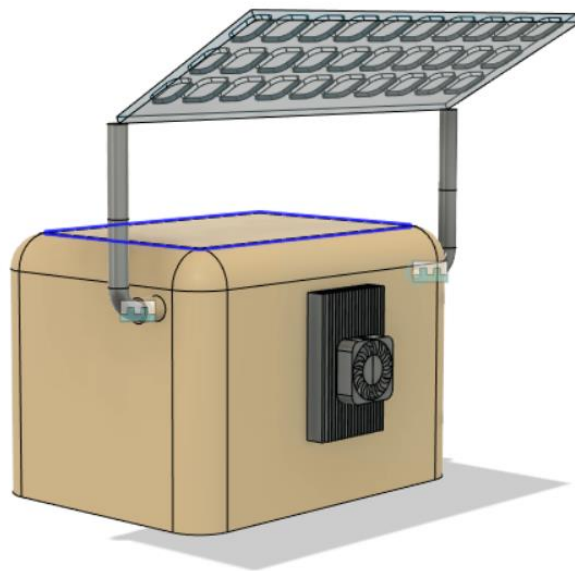
Kami akan menguji projek yang boleh digunakan dalam masa 24 jam kami juga akan menguji tentang keselamatan reka bentuk .Seterusnya, menguji pada servis tenaga untuk 300w/j hingga 70w/j.

### 3.3 BAHAN DAN PERALATAN

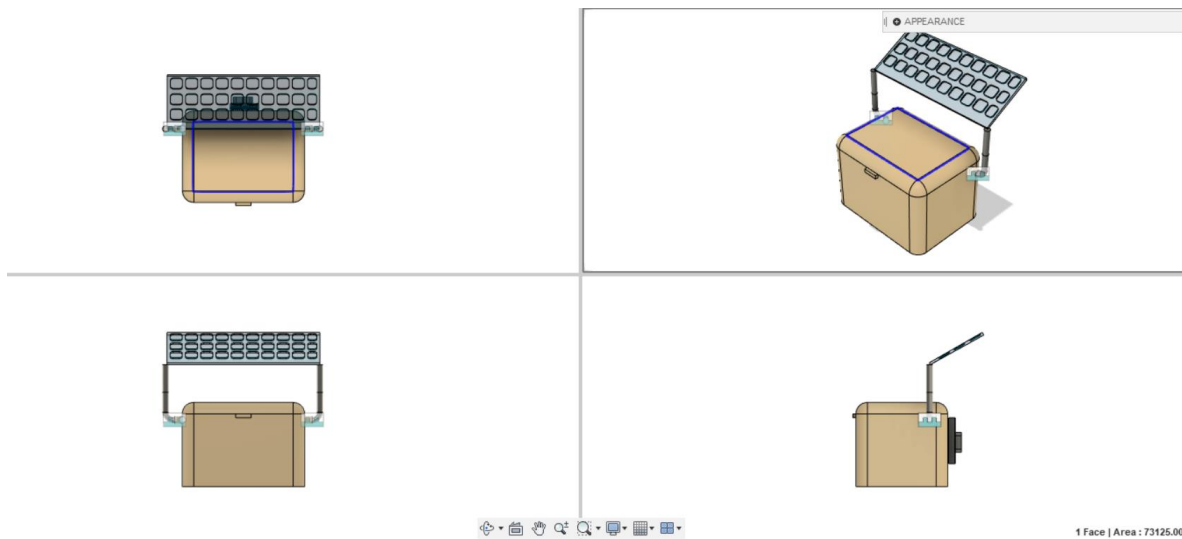
#### 1) Lukisan Kejuruteraan



RAJAH 3.4.1 : Pandangan hadapan



RAJAH 3.4.2 : Pandangan Belakang



RAJAH 3.4.3 : Setiap Pandangan

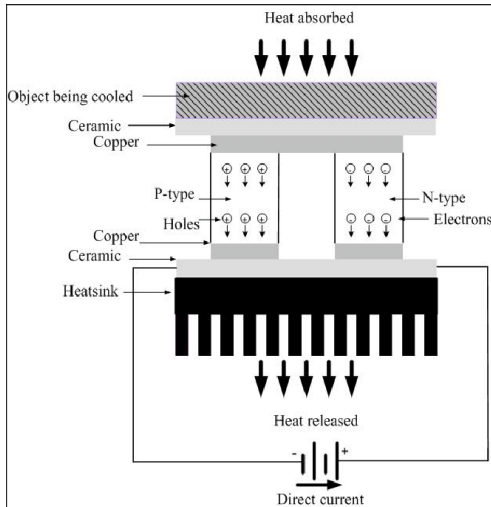
Sebelum sebuah kotak penyejuk mudah alih berkuasa solar dilaksanakan, reka bentuk telah direka bagi mengetahui ciri-ciri yang stabil. Seterusnya, reka bentuk ini direka bertujuan agar ianya dapat menggambarkan reka bentuk sebelum projek dilaksanakan bahkan reka bentuk ini akan memberi maklumat yang lebih terperinci bagi mereka bentuk pada peringkat seterusnya.

Kami menggunakan *cooler box* yang berukuran 20 liter berjisim 4.30 kilogram. *Cooler box* ini bersaiz 40x30x36 cm. Reka bentuk yang kuat, selesa berserta pemegang boleh laras memastikan mudah dibawa.



RAJAH 3.4.4 : Cool Box

Seterusnya kami menggunakan *Thermo Electric Cooler TEC 1-12706 peltier* bersama kipas penyejuk dan sink haba (*heat sink*). *Peltier* jenis ini mempunyai bekalan kuasa sebanyak 12 voltan / 6A. Penggunaan kuasa maksimum sehingga 75 watt. *Peltier thermoelectric* jenis ini juga mampu mencapai suhu dingin 50F@10 celcius dalam masa 7 minit. Saiz sink haba ini adalah 100mm x 120mm x 53mm.



RAJAH 3.4.5 : Thermo Electric Cooler.

Untuk aliran kuasa kami memilih *Sealed lead acid battery* kerana ia jenis bateri storan yang paling biasa digunakan dan terkenal dengan pelbagai aplikasinya termasuk UPS, automotif, peranti perubatan dan telekomunikasi. Bateri terdiri daripada sel setiap sel terdiri daripada plat yang direndam dalam elektrolit asid sulfurik cair. Antara kebaikan bateri jenis adalah murah dan mudah untuk dihasilkan. teknologi terkini yang boleh dipercayai dan difahami dengan baik apabila digunakan dengan betul. Selain itu, asid plumbum tahan lama dan memberikan perkhidmatan yang boleh dipercayai. Nyahcas sendiri adalah antara sistem bateri boleh cas semula yang paling rendah.



RAJAH 3.4.6 : *Sealed lead acid battery*

Manakala, untuk pilihan plat solar, kami memilih Monocrystalline Silicon. Monocrystalline silicon adalah plat solar yang mempunyai kecekapan penukaran fotoelektrik yang lebih tinggi berbanding yang lain. Kecekapan panel monokristalin boleh berkisar antara 17% hingga 20%. Plat solar ini mempunyai kuasa sebanyak 30watt dan 18 volt. Plat ini juga boleh mengeluarkan jumlah maksimum tenaga walaupun di kawasan cahaya matahari yang lebih rendah



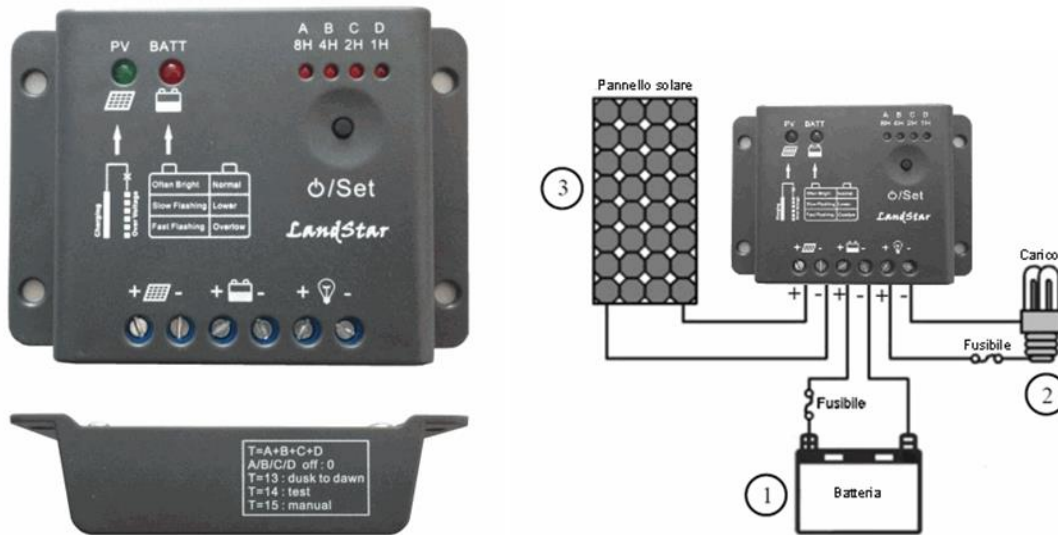
RAJAH 3.4.7 : Solar Plat.

Kemudian, untuk memeriksa suhu kami menggunakan alat Digital LCD Thermometer untuk memeriksa suhu kesejukan cold box. LCD Sisipkan reka bentuk Penampilan ringkas Kuasa dengan 2 x bateri butang LR44. Julat suhu:  $-50 \sim 110^{\circ}\text{C}$ . Menggunakan persekitaran: Suhu:  $-5 \sim 50^{\circ}\text{C}$  Kelembapan:  $5\% \sim 80\%$  Ketepatan:  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  Saiz:  $47 * 28 * 14\text{mm}$  Berat: 22g.



RAJAH 3.4.8 : *Digital LCD Thermometer*

Akhir sekali, *Charge controller PWM 5A 12v EPSOLAR LS0512R* Pengecaman automatik 12/24V Pengecaman PWM Siri cekap tinggi, meningkatkan jangka hayat bateri dan meningkatkan prestasi sistem suria. Gunakan MOSFET sebagai suis elektronik, tanpa sebarang suis mekanikal Digunakan secara meluas, secara automatik mengenali siang/malam. Hanya satu kunci menyelesaikan semua tetapan dengan mudah. Fungsi pemasa pintar dengan pilihan 1-12 jam Gunakan pampasan suhu, betulkan parameter pengecaman dan nyahcas secara automatik dan tingkatkan hayat bateri. Perlindungan elektronik: lebih pengecaman, lebih nyahcas, lebih beban dan litar pintas. Perlindungan terbalik untuk bateri. Pengawal adalah untuk sistem suria luar grid, terutamanya dalam sistem cahaya suria, dan melindungi bateri daripada dicas berlebihan oleh modul solar dan dilepaskan berlebihan oleh beban. Proses pengecaman telah dioptimumkan untuk hayat bateri yang panjang dan prestasi sistem yang lebih baik. Diagnosis sendiri yang komprehensif dan fungsi perlindungan elektronik boleh menghalang kerosakan daripada kesilapan pemasangan atau kerosakan sistem. Walaupun pengawal mudah dikendalikan dan digunakan, sila luangkan masa anda untuk membaca manual ini dan membiasakannya. Ini akan membantu anda menggunakan sepenuhnya semua fungsi dan menambah baik sistem PV solar anda.



RAJAH 3.4.9 : *Charge controller PWM 5A 12v EPSOLAR LS0512R*

### **3.4 RUMUSAN**

Secara keseluruhan yang diperolehi dari bab ini ialah uji kaji yang akan di buat merujuk kepada pandangan semua lapisan masyarakat tentang projek ini. Pelaksanaan ini dapat menambah pendapat dan juga dapat menambahbaikkan projek ini.

## **BAB 4**

### **DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN**

#### **4.1 PENDAHULUAN**

Penemuan dan analisis projek adalah hasil kerja yang dilakukan oleh penyelidikan sebelum dan sesudahnya. Ia bertujuan untuk menjelaskan dan membentangkan hasil analisis yang dikumpulkan dan diperoleh terhadap projek tersebut. Hasil analisis projek ini, penyelidik dapat mengetahui situasi dan kemampuan projek yang dihasilkan. Ia juga merangkumi semua aspek yang diambil kira dengan perincian termasuk dari segi perancangan awal projek yang di buat untuk menyelesaikan projek ini dengan tetap.

#### **4.2 DAPATAN KAJIAN**

Dapatan kajian bagi projek ialah berasaskan analisis yang dijalankan ketika pelaksanaan projek , hasil dari analisis telah dicatat dan di buat dengan teliti agar tiada sebarang kesilapan berlaku. Selain itu, telah saya jalankan tinjauan secara atas talian melalui google form. Hasil dari para responden Google form tersebut telah memperolehi seramai 41 orang responden yang menjawab soalan – soalan yang ditujukan. Mereka menjawab dengan jawapan pendapat masing – masing yang mana mereka menyokong bahawa projek “COLD BOX SOLAR POWERED”.

#### **4.3 PERBINCANGAN**

Kadar respons merupakan maklumat tindak balas yang diterima daripada responden mengenai soal selidik. Terdapat 41 jumlah orang responden daripada pelajar dan ada juga responden daripada pekerja. Jawapan yang diterima daripada para responden ini merupakan sumber “input” yang banyak membantu projek ini dihasilkan.



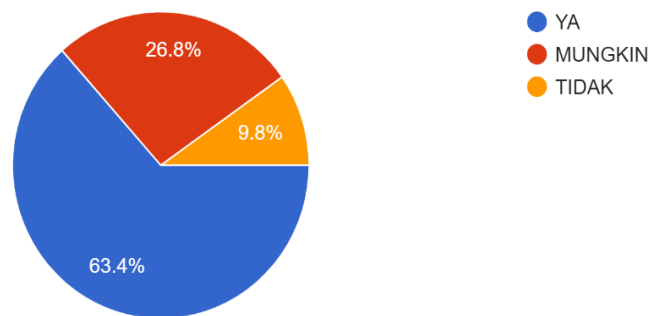
#### 4.4 DEMOGRASI RESPONDEN

Responden merupakan salah satu cara untuk mendapat maklum balas dalam bentuk carta pai dan kadar responden juga mengikuti anggaran yang pengkaji inginkan. Seperti yang dinyatakan bahawa seramai 41 orang yang diantaranya terdiri daripada pelajar Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, Shah Alam dan serta responden luar.

#### 4.5 DAPATAN KAJIAN

1. ADAKAH ANDA SEORANG YANG BERMINAT MELAKUKAN AKTIVITI BERKHEMAH ?

41 responses

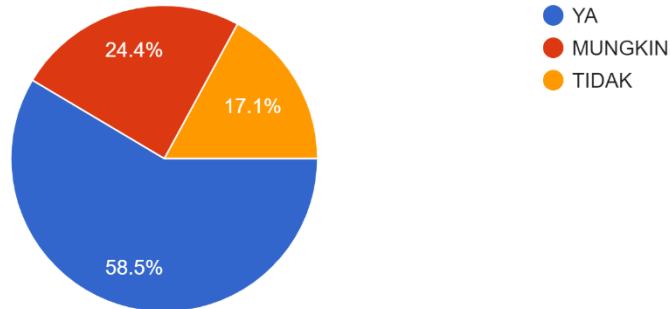


Rajah 4.5.1 Jawapan untuk soalan 1

Pada soalan ini, kita dapat lihat bahawa jawapan “YA” adalah jawapan yang peratusan yang tinggi iaitu sebanyak 63.4% manakala jawapan mungkin adalah paling sedikit iaitu sebanyak 9.8% . Disini kita dapat mengetahui bahawa ramai yang berminat dengan aktiviti perkhemahan.

2. PERNAHKAH ANDA MENGALAMI MASALAH COLDBOX ANDA TIDAK TAHAN SEJUK YANG LAMA ?

41 responses

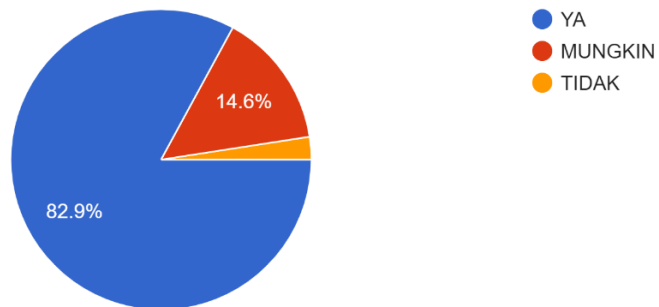


Rajah 4.5.2 Jawapan bagi soalan 2

Pada soalan ini pula, kita dapat mengetahui bahawa sebanyak 58.5% mempunyai masalah cold box tidak tahan sejuk, manakala hanya 17.1% daripadanya tidak mengalami masalahnya.

3. ADAKAH MASALAH INI PERLU DIATASI ?

41 responses

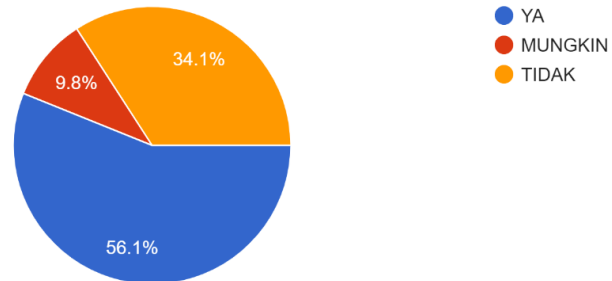


Rajah 4.5.3 Jawapan bagi soalan 3

Seterusnya, untuk soalan ini, seramai 82.9% merasakan bahawa masalah tidak tahan sejuk perlu diatasi dan ini menunjukkan bahawa mereka setuju agar projek ini dihasilkan .

4. ADAKAH ANDA BIASA TERDENGAR TENTANG KONSEP HYBRIB?

41 responses

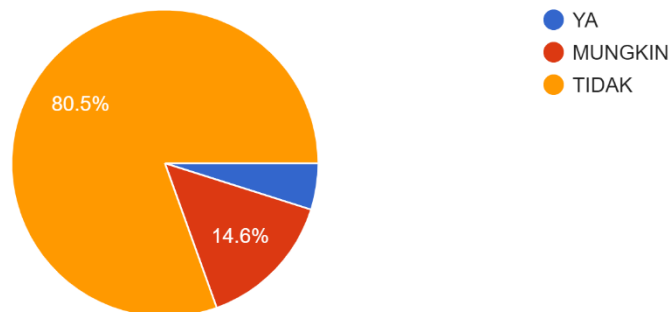


Rajah 4.5.4Jawapan bagi soalan 4

Soalan seterusnya seramai 56.1% ramai yang mengetahui tentang konsep hibrid dan 9.8% tidak mengetahui tentang konsep hibrid.

5. PERNAHKAH ANDA MENDENGAR TENTANG "PORTABLE COOLBOX SOLAR POWERED"?

41 responses

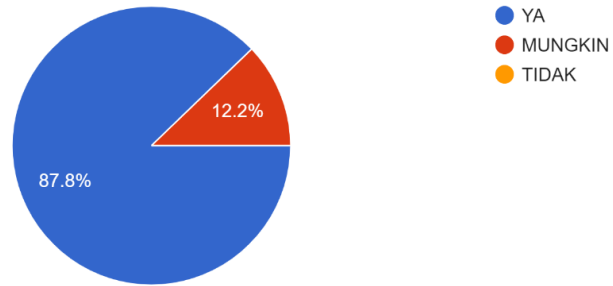


Rajah 4.5.5Jawapan bagi soalan 5

Pada soalan ini, dapat lihat bahawa seramai 80.5% tidak mengetahui dan 14.6% mengetahui tentang 'PORTABLE COLDBOX SOLAR POWERED'.

6. ADAKAH ANDA BERMINAT UNTUK MEMBELI JIKA COOLBOX YANG BOLEH MENGEKALKAN KESEJUKAN SEPANJANG HARI YANG BOLEH DIG... MENGGUNAKAN TENAGA ELEKTRIK KEDIAMAN ?

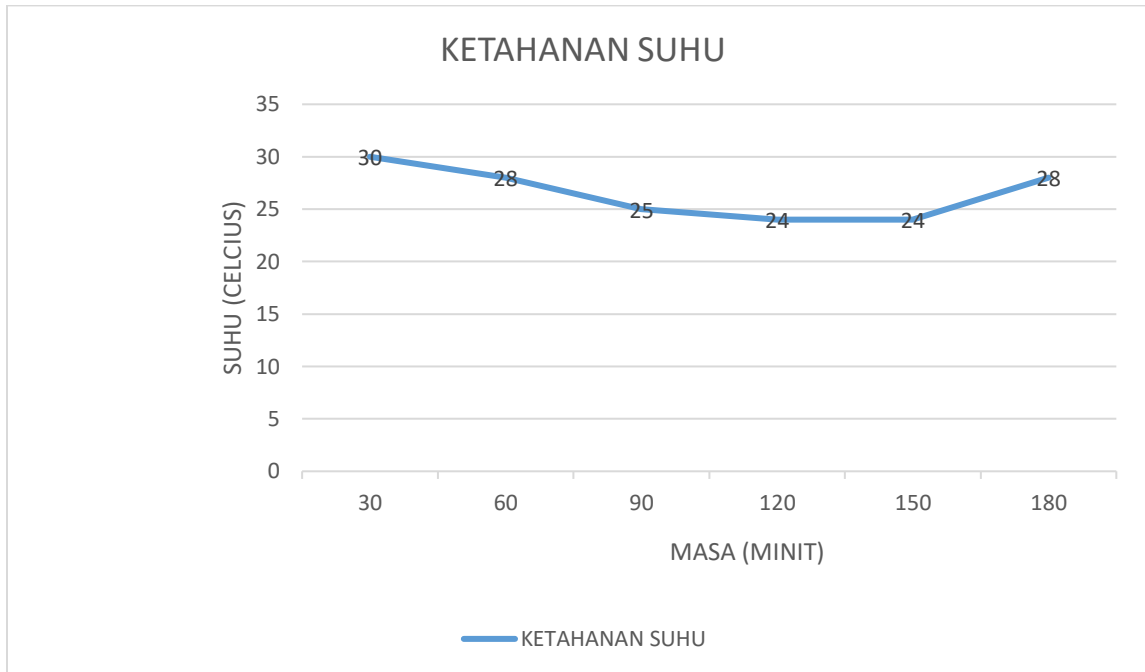
41 responses



Rajah 4.5.6 Jawapan bagi soalan 6

Akhir sekali soalan tentang berminat untuk membeli jika cold box yang boleh mengekalkan kesejukan sepanjang hari yang boleh digunakan untuk aktiviti luar tanpa menggunakan tenaga elektrik kediaman seramai 87.8% yang berminat tentang projek ini dan 12.2% tidak berapa yakin tentang projek ini.

## 4.6 ANALISIS DATA



MASA (MINIT)	30	60	90	120	150	180
SUHU (CELCIUS)	30	28	25	24	24	28

Analisi data ini menunjukkan ketahanan PORTABLE COOLBOX SOLAR POWERED. Pada 30 menit pertama mengalami sedikit perubahan suhu. Setelah itu suhu semakin menurun pada 30 menit kedua yaitu selama satu jam. Suhu semakin turun dalam masa satu jam setengah tetapi suhu kembali meningkat. Hal ini kerana kipas yang digabungkan bersama peltier kami berpusing dengan lebih perlahan dari sebelumnya.

#### **4.7 RUMUSAN**

Secara kesimpulannya , responden merupakan sumber yang banyak membantu pengkaji dari segi menghasilkan maklumat mengenai projek yang dihasilkan ini. Oleh yang demikian, pengkaji sangat yakin bahawa projek ini dapat dipasarkan secara meluas dan berpotensi untuk meningkat keselamatan pengguna yang menggunakan projek ini.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN RANCANGAN**

#### **5.1 PENGENALAN**

Bab ini merupakan bab yang terakhir dalam kajian ini dan secara amnya bab ini akan membincangkan secara ringkas segala perbincangan dengan lebih mendalam tentang hasil dapatan kajian yang telah dianalisis dalam dapatan kajian dan perbincangan. Hasil dapatan ini disokong dengan pelbagai pendapat-pendapat yang boleh mengukuhkan hasil analisis kajian. Analisis ini sedikit sebanyak dapat membantu kami untuk menyelesaikan laporan projek akhir kami.

#### **5.2 KESIMPULAN**

Kesimpulan yang dapat di buat berdasarkan hasil projek akhir kami adalah Projek Portable Coolbox Solar Powered kami dapat berfungsi dengan baik. Walaupun projek kami diterima baik oleh para juri. Akan tetapi kami mendapati bahawa bateri pada sambungan ke peltier tidak dapat bertahan untuk waktu yang lama seperti yang dinyatakan pada objektif kami iaitu Membangunkan penyejuk makanan dan minuman yang boleh bertahan selama 24jam pada suhu 20 Celsius hingga 10 Celsius. Kami hanya mampu mencapai suhu sekitar 25 °C. Antara sebab lain yang menyebabkan kami tidak dapat mencapai suhu sekitar 20 °C hingga 10 °C adalah kerana saiz sink haba dan kipas yang kecil digabungkan dengan Peltier.

Proses membuat keseluruhan projek berjaya disiapkan pada masa yang dirancang. Sikap kerjasama dan bertanggungjawab perlulah diterapkan bagi menyempurnakan lagi hasil projek dalam diri seorang pelajar.

### **5.3 CADANGAN**

Walaupun pelaksanaan projek ini telah disiapkan. Kami mendapati ada beberapa aspek untuk di tambah baik bagi memastikan projek ini menjadi sebuah produk yang lebih sesuai digunakan pada bila-bila masa dan di mana jua.

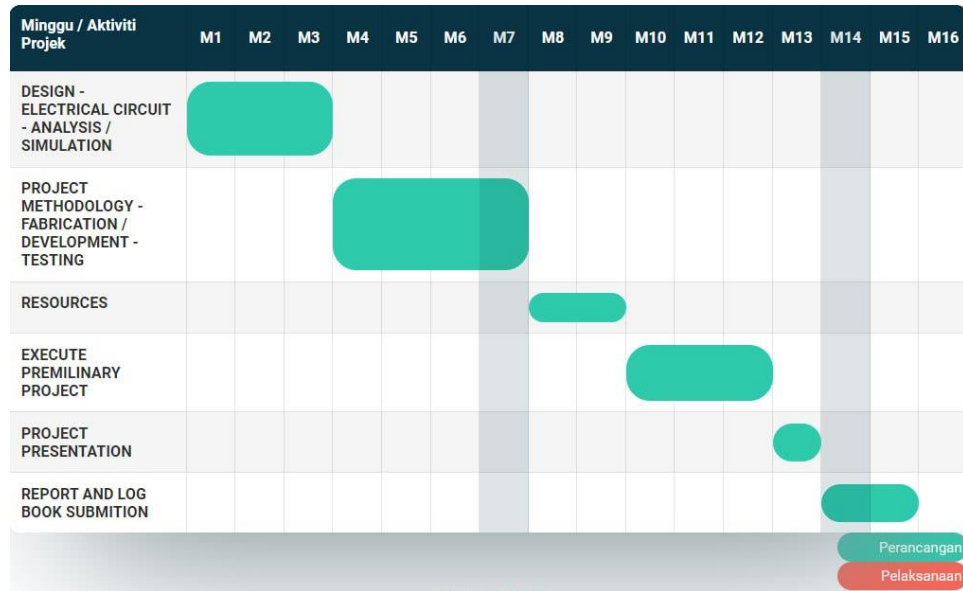
Pada pendapat dan pandangan juri, beberapa aspek penambahbaikan perlu diambil kira melalui segi reka bentuk PORTABLE COOLBOX SOLAR POWERED dan juga cara penggunaan dan penyelenggaraannya. Antara penambahbaikannya adalah membuat pemegang dan tempat di mana solar diletakkan. Selain itu, penambaiakan untuk menggunakan kipas yang lebih besar pada bahagian peltier. Akhir sekali membuat pewayaran yang lebih kemas.



# RUJUKAN LAMPIRAN

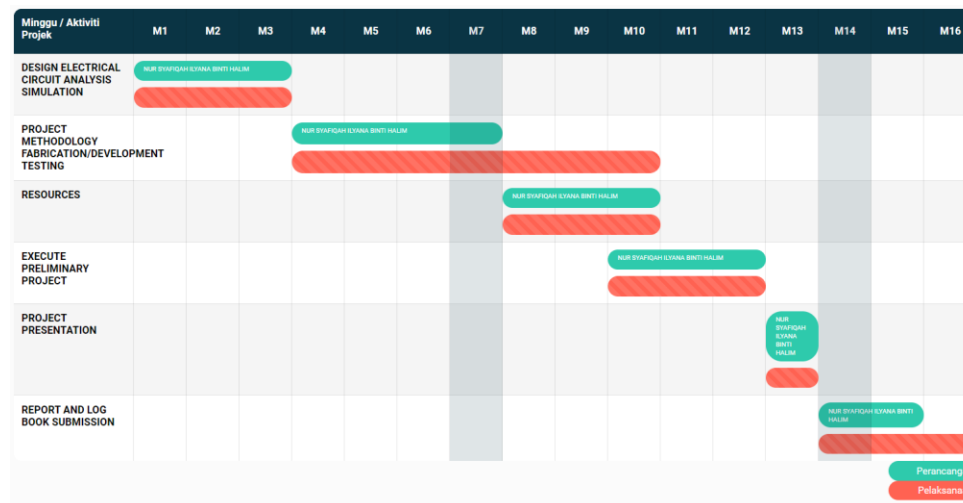
## I. Carta Gantt

Carta gantt projek 1



Rajah 5.4.1 Carta Gantt Projek 1

Carta gantt projek 2



Rajah 5.4.2 Carta Gantt Projek 2

## II. Kos pembuatan dan cadangan harga

BAHAN	KOS
COOLER BOX	RM 69.80
PELTIER	RM 45.00
BATTERY	RM 105.00
SOLAR PLATE	RM 149.90
PENGAWAL CAS SOLAR	RM 85.00
SUHU DIGITAL	RM 12.80
WAYAR	RM 20.00
	TOTAL
	RM 487.50

### III. Poster



# PORTABLE COLD BOX SOLAR POWERED



**Ts. SOMCHAI A/L ENOI**  
somchai@psa.edu.my



**NUR SYAFIQAH ILYANA BINTI HALIM**  
nursyafiqahilyana112@gmail.com



**SITI NUR AQIELAH BINTI AWANG ZAMAN**  
aqielahawang123@gmail.com

### ABSTRACT

Coolers are portable able to carry anywhere. A portable cooler, for instance, might be found at home or in a car. However, power is needed for all of these types of coolers. The major objective of this project is to create a portable food and drink cooler using green technology, the main problem statement is difficult for users to find a source of electricity and should not be suitable for camping. This project includes a review of the literature, the collection of data using questionnaires, and the analysis of that data. An electrically operated portable cooler known as a solar powered cooler. Coolers driven by the sun are designed to run independently and use the sun as a source of energy to produce electricity. This project is based on a box storing more cool food and beverages like a refrigerator consisting of a cool box size of 20 liters. Thus, for electricity consisting of TEC 1-12706 Peltier with cooling fan and heat tank (heat sink). In the beginning, we combined 3 things, namely the peltier, the heat sink and the cooling fan to make the electric thermal chiller cooler, (TEC). In addition, the source of power is rechargeable 12v 12Ah and a monocrystalline silicon solar plate. For our project, I can't manage to achieve one of the objectives of the final year project, which is to develop a food and beverage cooler that can last for 24 hours at a temperature of 20 °C to 10 °C. In the beginning, We are using a power bank, but it can't last long because the power bank can supply only 5 volts. The peltier needs to use a 12v 6a. Then, we change to a rechargeable battery that has 12v and 7ah. It can run, but not for a long time. We just managed to get around 25 °C. The other reason that we can't manage to achieve a temperature of around 20 °C to 10 °C is because of the small size of the heat sink and fan combined with the Peltier.

### OBJECTIVE

- Develop food and beverage coolers that can be taken anywhere @ mobility.
- Develop food and beverage coolers that use green technology.
- Develop food and beverage coolers that can last for 24 hours at a temperature of 20 Celsius to 10 Celsius.

### METHODOLOGY

A flow chart representation of the solar powered protable cold box project data is shown. Flow chart diagrams usually represent certain steps in the design process and then identify material components using arrows. With the help of this diagrammatic approach, flowcharts show the overall model of the solution using the right design programme or process in many sectors, like the fabrication and assembly processes. The next process is testing. Last but not least, finishing the product and data analysis.



### PRODUCT DESCRIPTION

- Peltier TEC1-12706 peltier thermoelectric**  
Thermo Electric Cooler TEC 1-12706 peltier with cooling fan and heat sink. This type of peltier has a supply power of 12 volts / 6A. Maximum power consumption up to 75 watts. The size of this heat sink is 100mm x 120mm x 53mm.
- Solar Monocrystalline Silicon**  
Monocrystalline silicon is a solar plate that has conversion efficiency higher photoelectricity than others. Monocrystalline panel efficiency can range from 17% to 20%. This solar plate has a power of as much 30watts and 18 volts.
- Battery 12v Ah/12v Ah**  
12V 12Ah means that the battery features a nominal voltage of 12V and a nominal (20h) capacity of 12 Ah - the battery is able to provide 0.6A for 20h. Actual voltage and capacity vary depending on battery age, temperature, load, charge condition

### CONCLUSION

In conclusion, our product performed within our expectations but this project cant manage to archive one of the objectives for this project which is the to develop a food and beverage cooler that can last for 24 hours at a temperature of 20 °C to 10 °C. We just managed to get around 25 °C within 3 to 4 hours. However this product can be improve by using better component.

### RESULT

usual coolbox	portable coolbox solar powered
doesnt use any component to last long the cool	using peltier to cold
can't endure the cold for a long time.	can endure the cold for a long time.
no green technology	using solar to charge the battery for peltier use



Rajah 5.4.3 Poster

#### IV. Rujukan

CEKAP KUASA DINAMIK SDN BHD . (n.d.). NICA Nickel Cadmium Battery – Cekap Kuasa Dinamik. <https://www.cekapkuasa.com/product/nica-nickel-cadmium-battery/>

Yorwarth, D. (2019, January 8). A Guide To Sealed Lead Acid Battery Construction. Power Sonic. <https://www.power-sonic.com/blog/a-guide-to-sealed-lead-acid-battery-construction/#:~:text=The%20sealed%20lead%20acid%20battery>

Codman Rode. (n.d.). What is a Solar Charge Controller. AltEstore.com. <https://www.altestore.com/store/info/solar-charge-controller/>

Meer stetter. (n.d.). Peltier Elements. Www.meerstetter.ch. Retrieved May 31, 2023, from [https://www.meerstetter.ch/customer-center/compendium/70-peltier-elements?gclid=Cj0KCQjw4NujBhC5ARIsAF4Iv6csQWfqFxCqNOnG0yTj7Z-LVmn\\_EzZLTKJkCmIzB347ne5MXioOxwaAubEEALw\\_wcB](https://www.meerstetter.ch/customer-center/compendium/70-peltier-elements?gclid=Cj0KCQjw4NujBhC5ARIsAF4Iv6csQWfqFxCqNOnG0yTj7Z-LVmn_EzZLTKJkCmIzB347ne5MXioOxwaAubEEALw_wcB)