



TAJUK: PORTABLE COOLER (HAPAN)

NAMA PENYELIA: MOHD SAFIAN BIN MUDA

POLITEKNIK SULTAN HAJI AHMAD SHAH

PORTABLE COOLER

NAMA	NO. PENDAFTARAN
ABDUL HADI ASADULLAH BIN ZAMRI	02DAD19F1120
MUHAMMAD NAJMI BIN MOHD NIZAM	02DAD19F1066
MUHAMMAD AZNI BIN MUHAIZAN	02DAD19F1088
MUHAMMAD AQILFARHAT BIN ABD RASIP	02DAD19F1082

Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Kejuruteraan Mekanikal sebagai memenuhi sebahagian syarat penganugerahan Diploma Kejuruteraan Mekanikal.

JABATAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL

SESI 1 DISEMBER 2021

BAB 1

PENDAHULUAN

1.0 PENGENALAN

Seperti yang kita tahu, sistem penyejukan atau penyaman udara ini telah lama wujud sejak abad kurunnya lagi. Idea untuk menyejukan ruang sudah ada sejak ribuan tahun yang lalu. Bangsa Rom telah menemukan idea asalnya dengan mengalirkan air *Akueduk Segovia* (saluran air buatan yang ditinggikan) melalui dinding rumah mereka bagi menurunkan suhu di dalam rumah. Udara yang segar juga amat bermanfaat kepada kita untuk tujuan pernafasan yang lancar dan peredaran darah yang baik. Namun begitu, sebagai sebuah negara yang terletak berhampiran dengan garisan Khatulistiwa, Malaysia mengalami suhu yang hampir seragam sepanjang tahun. Haba panas yang terhasil dari sektor pembangunan dan tahap pencemaran udara turut menjejaskan kualiti udara di negara kita ini. Jika dilihat sejarah orang terdahulu, sistem penyejukan ini tidak semua orang berkemampuan untuk memiliki. Hanya golongan atasan mahupun golongan berada yang dapat merasai sistem penyejukan. Rakyat biasa harus bertarung melawan suhu panas dengan sendirinya dan mengharap waktu malam sahaja. Masyarakat terdahulu kekurangan teknologi untuk mengekalkan suhu sejuk di ruangan rumah mereka.

Pada zaman era globalisasi serta berteknologi ini, terdapat beberapa barangan yang diperkenalkan untuk mengatasi masalah suhu panas di ruangan rumah. Sistem AC ini juga berkembang pesat bukan sahaja di sektor pembangunan malahan sektor pengangkutan juga telah menjadikan AC ini sebagai satu sistem wajib yang perlu ada di dalam setiap kenderaan. Hal ini demikian, pengguna dapat merasa nyaman sepanjang tempoh pemanduan yang agak lama tanpa berasa panas dan tidak keselesaan. Tetapi terdapat beberapa kekurangan sistem penyejukan ini, iaitu harga yang mahal. Jika dilihat pada jenama-jenama yang sedia ada, harga pasaran mencecah lebih ratusan ringgit malah ribuan. Oleh itu, sesetengah orang terpaksa membatalkan niat untuk memiliki sistem AC yang tersendiri.

1.1 PENYATAAN MASALAH

Pada era kegawatan ekonomi serta pandemik sekarang ini, segelintir masyarakat hilang punca pendapatan malahan peratusan keuntungan juga turut jatuh mendadak. Disebabkan itu, harga untuk mendapatkan sebuah unit penyaman udara dianggap mahal dan membebankan. Sememangnya penggunaan penyaman udara ini pada mulanya dianggap kehendak tetapi dengan peningkatan suhu global dan kadar pencemaran, penyaman udara juga sudah dianggap sebagai satu barangan keperluan terutama sekali di kalangan penduduk yang menetap di kawasan bandar, para pekerja pejabat awam mahupun kompleks membeli-belah. Sistem penyaman udara amat berkesan dalam menyingkirkan haba panas lampau. Dengan itu, kami mengambil inisiatif ini untuk mencipta satu produk mampu-milik dimana pengoperasian ia lebih menyerupai penyaman udara di pasaran.

Selain itu, kawasan perumahan yang terletak berhampiran laluan utama kenderaan berat seperti lori balak, kontena dan sebagainya menyebabkan punca udara berdebu. Udara berdebu dan tidak sihat ini akan mengakibatkan gejala seperti demam, *asthma*, sesak nafas boleh dihadapi seseorang. Maka dengan itu, projek ini dicipta untuk mengurangkan risiko dari terjadinya perkara seperti itu oleh kerana kewujudan sistem penapisan dalam projek tersebut.

Akhir sekali, masalah rumah ataupun sesuatu ruangan yang sempit juga menjadi masalah dalam proses pemasangan penyaman udara. Seperti yang diketahui, pemasangan AC di rumah perlu mempunyai lokasi yang lapang, saluran sistem air penyaman udara haruslah lancar untuk proses penyingkiran haba dan pengubahsuaian dinding rumah bagi tujuan pemasangan. Oleh dengan itu, rekabentuk projek ini berbentuk *compact*(mampat) dan *portable*(mudah-alih) untuk diletakkan di mana-mana sahaja.

1.2 OBJEKTIF

Matlamat utama kajian ini dilaksanakan adalah untuk mengkaji kesesuaian haba dalam mengekalkan suhu supaya wap air yang dihasilkan dapat memberi kesan sejuk. Selain itu, sistem penapisan udara berfungsi dengan jayanya menapis debu-debu. Akhir sekali, penyaman udara ini selamat untuk digunakan.

Antara objektif kajian adalah:

- i. Mereka bentuk penyaman udara.
- ii. Membina penyaman udara dengan menggunakan konsep Menara Penyejuk.
- iii. Menguji dan menganalisis suhu sejuk wap air yang bersesuaian, sistem pendawaian yang selamat dan masalah kebocoran air pada penyaman udara.

1.3 TUJUAN

- 1) Untuk mengurangkan suhu yang agak panas di luar rumah.
 - a) Penyaman udara mudah alih ini terdapat kipas dan kitaran air yang menyebabkan udara yang keluar lebih segar dan sejuk.
- 2) Sistem penapisan udara berfungsi dengan jayanya.
 - a) Udara yang kotor atau berdebu akan masuk dan terperangkap di laluan zig-zag, seterusnya akan disedut ke ruangan tangki atas untuk proses penapisan.
- 3) Membuat sebuah penyaman udara yang boleh diguna dan dibawa ke mana sahaja (*portable*).
 - a) Penyaman udara mudah alih ini terdapat 4 buah roda di bahagian tapak yang memudahkan pergerakan mudah alih.

1.4 SKOP

Skop kajian *Portable Cooler* tertumpu kepada rakyat umum spesifikasinya golongan perniaga seperti perniaga di bahu jalan ataupun perniaga di kedai makan. Penyaman udara ini direka dengan menggunakan papan perspek yang berbentuk segi empat berdimensi 30 x 70 x

90 (panjang x lebar x tinggi). Selain itu, Penyaman udara digerakkan menggunakan kuasa elektrik *DC*, 240 *Volt*. Hal ini termasuk, penggunaan 4 buah kipas komputer bersaiz 4 x 4 (inci x inci) berkuasa 220/240*VAC* (50/60*Hz*, 0.11*A*, 21*W*) bertujuan untuk menyedut masuk / menghantar keluar udara ke / dalam ruang badan penyaman udara. Seterusnya, 1unit pam akuarium 220/240 *VAC/50Hz* di mana pam air yang digunakan adalah berkuasa 30*W* dengan kebolehan menyedut air pada kedalaman maksimum 1.4 *meter*.

Di samping itu, penapis diletakkan di bahagian ruangan tangki atas untuk tujuan memerangkap habuk atau debu kotor. Selain itu, di tangki atas pula terdapat ruangan untuk meletak pad gel yang sejuk bagi memastikan punca air sentiasa menjadi sejuk. Akhir sekali, terdapat 4 buah roda yang diletakkan di bahagian bawah penyaman udara ini kerana untuk menyenangkan proses memindah projek ke lokasi yang dikehendaki dengan cepat.

1.5 SASARAN PASARAN

Penciptaan penyaman udara ini memberi fokus sasaran kepada golongan seperti:

- i. Perniaga di bahu jalan.
- ii. Perniaga kedai runcit.
- iii. Perniaga gunting rambut.
- iv. Perniaga di kedai makan.

1.6 KEPENTINGAN KAJIAN

Penggunaan penyaman udara sangat ideal dan dianggap penting pada zaman sekarang. Hal ini demikian, kualiti udara sudah tidak sama seperti sedia kala akibat dari pencemaran alam sekitar dan pemanasan global. Selain itu, penggunaan projek ini dapat mengurangkan risiko daripada terkena penyakit seperti asma, sesak nafas ataupun demam panas.

BAB 2

KAJIAN LITERATURE

2.0 PENGENALAN

Tujuan kajian literatur ini dibuat adalah untuk mengkaji kajian-kajian yang berkaitan bagi mengenal pasti sejauh mana sesuatu masalah yang kami akan kaji bagi projek yang telah dijalankan oleh kami. Projek yang dibuat ini bertujuan memastikan projek yang kami lakukan iaitu penyaman udara dapat dilaksanakan dengan jayanya.

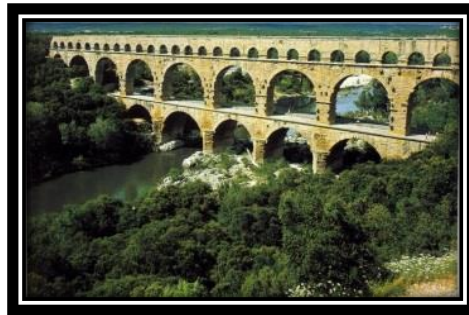
2.1 KAJIAN TERDAHULU

Sebenarnya idea untuk menyejukkan ruang sudah ada sejak ribuan tahun yang lalu. Bangsa Rom telah menemukan idea asalnya dengan mengalirkan air *akueduk* melalui dinding rumah mereka bagi menurunkan suhu di dalam rumah.

Akueduk ialah saluran air buatan manusia yang berfungsi untuk mengalirkan air dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Orang Rom membuat saluran di dalam dinding rumah untuk

mengalirkan air dari *akueduk* bagi menyejukkan suhu ruangan Apabila dinding rumah mereka menjadi sejuk, suhu udara di dalam rumah pun akan menjadi sejuk.

Ini ialah *akueduk* di Pont du Gard, Perancis yang dibina oleh bangsa Rom pada abad ke-19 SM.



Gambar Rajah 2.1: *Akueduk*

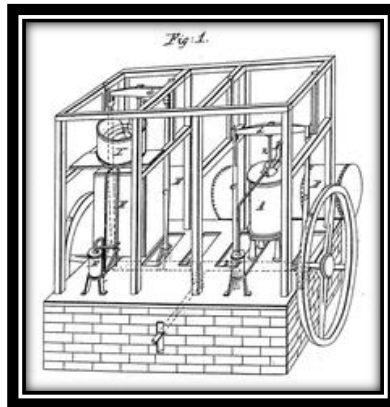
Ini pula ialah bahagian dalam *akueduk* buatan bangsa Rom yang mengalirkan air dari kolam Solomon menuju ke Baitulmuqaddis atau Jerusalem.



Gambar Rajah 2.2: Bahagian dalam *Akueduk*

Cara ini memerlukan air yang sangat banyak. Pada masa itu, hanya orang kaya sahaja yang mampu memilikinya. Kemudian, pada tahun 1820, ilmuwan dan penemu dari Britain bernama Michael Faraday menemukan cara baru untuk menyejukkan udara, iaitu dengan menggunakan gas ammonia. Beliau telah memanaskan cecair ammonia dan dibiarkan termeluwap. Ternyata wap yang terhasil menjadi sejuk. Pada tahun 1842, seorang doktor bernama John Gorrie menemukan cara untuk menyejukkan udara dalam sebuah wad hospital di Florida. Beliau telah membuat mesin ais menggunakan teknologi mampatan untuk menyejukkan suhu bilik. Mesin ais tersebut bukan sahaja dapat digunakan dalam satu ruangan tetapi seluruh bangunan dapat di sejukkan.

Idea Dr John Gorrie tidak berkembang lagi kerana beliau meninggal dunia pada 1855, 4 tahun selepas ciptaannya di patenkan. Ini adalah Mesin Ais ciptaan Dr John Gorrie.



Gambar Rajah 2.3: Mesin ais

Teknologi berkembang selaras dengan keperluan dan masalah yang wujud. Dalam konteks di atas Dr John Gorrie cuba untuk memberi keselesaan kepada pesakit supaya berasa lebih sejuk dan cepat sembuh. Seterusnya dalam tahun – tahun sekitar 1850an, kilang – kilang percetakan sering mengalami masalah dengan hasil percetakannya. Di dapati garisan tidak lurus, dakwat tidak konsisten dan warnanya semakin pudar. Ini kerana kertas cetakan di dapati mengembang kerana suhu tinggi.

Sebuah syarikat percetakan di Buffalo, Amerika Syarikat telah meminta pertolongan Willis Haviland Carrier, seorang jurutera dari New York untuk mengatasi masalah percetakan dikilangnya. Syarikat meminta Carrier menciptakan alat yang dapat mengendalikan suhu udara.

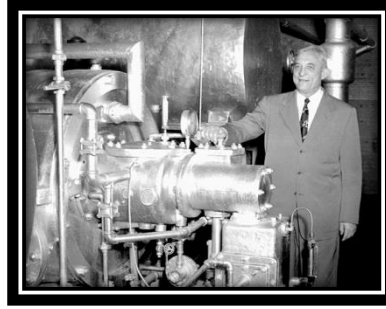
Akhirnya pada 17Julai1902, Carrier menyempurnakan rekabentuk penyaman udara pertamanya untuk keperluan industri. Ia berupa sebuah mesin seberat 30 tan. Pada 25 April 1939, di dalam sebuah iglu tiruan, Carrier mendemonstrasikan kemampuan penyaman udara dalam mengawal suhu ruangan.



Gambar Rajah 2.4: *Chiller pertama Carrier*

Beliau kemudiannya mendirikan perusahaan yang mengeluarkan penyaman udara sehingga hari ini. Unit penyaman udara untuk rumah mula dipasang pada 1927 di Mineapolis, Minnesota. Walaupun sudah berkembang menjadi bermacam – macam bentuk dan kegunaan, prinsip dan cara kerja penyaman udara tetap sama. Teknologi akan sentiasa berkembang tetapi prinsip asas tetap sama.

- I. Tanpa penyaman udara, tidak mungkin ada bangunan pencakar langit. Ini kerana semakin tinggi bangunan semakin kuat angin bertiup. Tidak mungkin orang di dalamnya dapat membuka tingkap untuk menyejukkan ruangan di dalam bangunan itu. Dengan adanya penyaman udara suhu di dalam bangunan dapat di kawal tanpa perlu membuka tingkap.
- II. Didalam makmal pembiakan haiwan, penyaman udara mengawal suhu sehingga darjah tertentu yang dapat mempercepatkan proses pembiakkan haiwan tertentu.
- III. Makmal komputer menggunakan penyaman udara agar komputer tidak cepat panas.
- IV. Dalam dunia perubatan, penyaman udara berfungsi mengawal suhu di dalam dewan bedah agar tetap steril dan mengurangkan kemungkinan terjadinya jangkitan



Gambar Rajah 2.5: Ammonia Cair

Sejarah sistem penghawa dingin bermula dengan keperluan untuk mengawet makanan. Makanan yang disimpan pada suhu bilik merosak dengan mudah kerana pertumbuhan bakteria. Pada suhu di bawah 4°C , pertumbuhan bakteria berkurang dengan cepat. Sebagai hasil dari perkembangan teknologi penyejukan makanan, aplikasi lain mula menyusul termasuk penghawa dingin, kawalan kelembapan dan proses pembuatan.

Pada tahun 1824 prinsip penyerapan jenis penyejukan telah ditemui dan hasilnya menunjukkan bahawa ammonia cair dapat menyejukkan udara ketika dibiarkan menguap. Pada tahun 1842 pula seorang doktor bernama John Gorrie telah berjaya mencipta ais menggunakan teknologi pemampat.

Penggunaan penghawa dingin secara komersial bermula apabila adanya keperluan untuk menyejukan udara didalam proses industri, berbeza dengan penggunaan pada hari ini yang lebih meluas kegunaan dalam ruang kediaman dan peribadi. Penyaman udara elektrik pertama dicipta oleh Willis Haviland Carrier pada tahun 1902. Beliau juga dikenali sebagai Bapa Penyaman Udara Modern.

Penemuannya dirancang untuk meningkatkan proses pembuatan di kilang percetakan. Dengan mengawal suhu dan kelembapan kilang, proses pembuatan lebih efisien kerana ukuran kertas dan penjajaran dakwat dijaga secara konsisten.

Carrier Air Conditioning Company of America didirikan olehnya untuk memenuhi permintaan produktiviti yang lebih baik di tempat kerja. Kini, Carrier Corporation adalah

pengeluar penghawa dingin dan syarikat pemasaran terbesar di dunia dalam sistem penyaman udara berpusat.

Pada tahun 1928 pula Thomas Midgley Jr. Telah menemui Freon, bahan pendingin yang lebih selamat bagi manusia berbanding gas beracun dan mudah terbakar seperti amonia, propana dan metil klorida telah mencetuskan penggunaan sistem penyaman udara untuk aplikasi kediaman, perindustrian dan komersial.

Malangnya sejarah juga merekodkan penggunaan bahan pendingin CFC dan HCFC di dalam penghawa dingin menyebabkan penipisan lapisan ozon di atmosfera kita yang menyebabkan sinar berbahaya menembusi bumi. Penyejuk mesra ozon yang lebih baru telah dikembangkan untuk menggantikan bahan pendingin seperti R-11, R-12 dan R-22. Bahan pendingin penipisan bukan ozon seperti R-410a dan R-32 telah digunakan dalam sistem penyaman udara yang lebih baru.

2.2 TEKNOLOGI PENYEJUKAN DAN PENYAMANAN UDARA

2.2.1 Pengenalan Kepada Sistem Penyejukan

- I. Penyejukan didefinisikan sebagai proses pemindahan haba dari satu tempat yang tidak diperlukan ke satu tempat yang memerlukan.
- II. Haba yang tidak diperlukan pada suatu tempat, ruang ataupun bahan perlulah dipindahkan untuk menjadikan sesuatu tempat, ruang ataupun bahan menjadi sejuk atau nyaman. Proses ini dipanggil hukum penyejukan (refrigerated ordinarily) dimana haba akan dipindahkan dari tempat yang panas ke tempat yang sejuk.

2.2.2 Penyejukan (*Refrigeration*)

Ditakrifkan sebagai satu proses menjadikan sesuatu itu sejuk. Manakala sejuk pula boleh ditakrifkan sebagai suatu keadaan tanpa haba. Oleh sebab itu, penyejukan (refrigeration) ialah proses pemindahan atau pembuangan haba dari satu bahan samada pepejal, cecair, mahupun gas.

2.2.3 Sejarah Penyejukan (*History Of Refrigeration*)

- I. Sistem penyejukan dan penyaman udara adalah satu sistem yang sangat penting kepada manusia pada masa kini. Terdapat berbagai-bagai jenis dan model direka untuk memenuhi permintaan pengguna. Seawal kehidupan manusia, manusia mengenali bahawa bahan sejuk adalah suatu medium yang sesuai digunakan untuk memindahkan haba. Oleh itu salji dan ais adalah diperlukan untuk tujuan pemindahan haba tersebut. Salji digunakan untuk menyimpan daging dan sebagainya supaya tahan lebih lama
- II. Orang China mempelajari bagaimana ketulan ais ini boleh menyegarkan minuman. Mereka memotong beberapa ketulan ais di dalam tasik semasa musim sejuk dan disimpan untuk dijual pada musim panas. Mengikut sejarah juga, orang China adalah manusia yang pertama memperkenalkan minuman yang dicampurkan dengan ais dan ia menjadikan minuman lebih sejuk dan lebih sedap untuk diminum.
- III. Orang-orang Greek dan Roman mempergunakan hamba abdi untuk membawa salji dari pergunungan dan disimpan di tempat yang dikhaskan berbentuk seperti kunut untuk tujuan menyejukan makanan. Bagitu juga dikalangan penduduk Egypt yang mendapati bahawa air yang disimpan di dalam tempayan yang diperbuat daripada tanah lebih sejuk daripada air yang disimpan di tempat lain. Tempayan yang berisi air tadi disimpan di atas bumbung di sebelah matahari jatuh.

- IV. Apabila malam, suhu bertukar menjadi sejuk . Ini menyebabkan suasana sekeliling bertukar menjadi lembab. Kelembapan akan mempengaruhi suhu air dalam tempayan. Dalam masa yang sama proses pemeluwapan (evaporation) berlaku dan menyebabkan air berubah sifat menjadi sejuk.

2.2.4 Pembangunan Sistem Penyejukan

Sejarah pembangunan sistem penyejukan bermula disekitar tahun 1626. Francis Bacon adalah manusia pertama yang memikirkan bahawa sistem penyejukan adalah sangat penting untuk menyimpan makanan. Beliau telah membuat satu penyelidikan dengan menyimpan daging ayam di dalam satu tempat khas yang diisi dengan salji. Beliau telah mendapati bahawa daging ayam yang disimpan di dalam tempat yang diisi dengan salji dapat mengawal pembiakan bakteria.

Selepas penemuan yang pertama oleh Francis Bacon pada tahun 1626 dengan menggunakan salji, pada tahun 1834 terciptalah reka bentuk mesin penyejukan yang pertama. Reka bentuk sistem penyejukan yang pertama ini telah ditemui selepas 208 tahun berlalu. Tujuh belas tahun kemudian, dalam tahun 1851 Dr. John Gorrie of Apalachicola dari Florida telah dianugerahkan sebagai pereka perubahan dan pembuatan ais. Unit buatan beliau digunakan di United States Marine Hospital di Apalachicola, untuk tujuan perubatan.

Pada tahun, 1910 Sear Reback And Company telah berjaya mencipta peti sejuk domestik (domestik refrigerator) yang pertama. Peti sejuk domestik ini mampu menghasilkan 25 pound (11-34 kg) ais , tetapi mesin ini hanya boleh digunakan dalam masa yang singkat sahaja. J.L Larsen telah mengeluarkan peti sejuk yang dijalankan secara manual pertama pada tahun 1913. Namun begitu penggunaannya tidak begitu meluas. Pada tahun 1918 sebuah syarikat yang terkenal Kalvinator Company telah berjaya menghasilkan peti sejuk yang pertama yang beroperasi secara automatik . Ini membuka lembaran baru dalam menghasilkan produk peti sejuk.



Gambar Rajah 2.6: Peti Sejuk Domestik

Pada tahun, 1910 Sear Reback And Company telah berjaya mencipta peti sejuk domestik (*domestik refrigerator*) yang pertama. Peti sejuk domestik ini mampu menghasilkan 25 pound (11-34 kg) ais, tetapi mesin ini hanya boleh digunakan dalam masa yang singkat sahaja. J.L Larsen telah mengeluarkan peti sejuk yang dijalankan secara manual pertama pada tahun 1913. Namun begitu penggunaannya tidak begitu meluas. Pada tahun 1918 sebuah syarikat yang terkenal Kalvinator Company telah berjaya menghasilkan peti sejuk yang pertama yang beroperasi secara automatik. Ini membuka lembaran baru dalam menghasilkan produk peti sejuk.

Dalam jangka masa yang agak lama iaitu lebih kurang 300 tahun, maka wujudlah sebuah unit penyejukan yang mana sampai ke hari ini ia digunakan dengan secara meluas. Suatu ketika dulu sistem penyejukan hanya digunakan oleh golongan atasan sahaja. Tapi masa kini, ia merupakan keperluan asas tidak kira golongan sederhana atau golongan atasan.

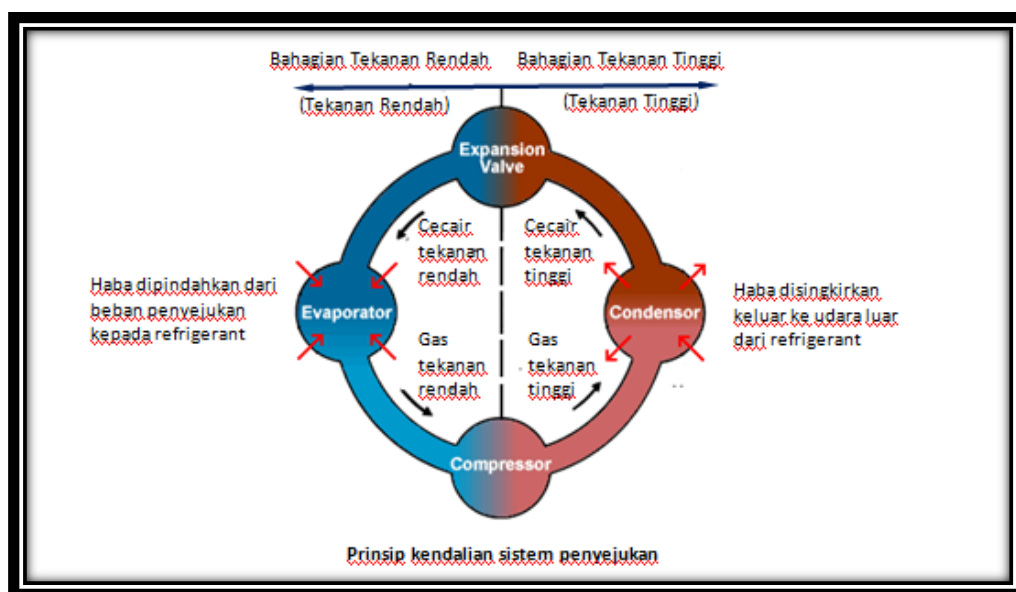
Teknologi penyejukan semakin berkembang maju dan lebih canggih. Pada masa kini unit-unit penyejukan lebih mesra alam dengan penggunaan bahan pendingin bebas CFC dan kurang menggunakan tenaga berbanding dengan unit-unit yang terdahulu tetapi mempunyai kecekapan penyejukan yang lebih tinggi.

Kemungkinan pada masa-masa hadapan peti-peti sejuk akan bebas terus dari penggunaan sebarang bahan kimia dan dapat menggunakan magnet untuk penyejukan.

2.2.5 Prinsip Kendalian Sistem Penyeaman Udara

Sistem penyeaman udara dikendalikan oleh empat komponen asas; iaitu;

- i. Pemampat (*compressor*)
- ii. Pemeluwap (*condenser*)
- iii. Peranti pemeteran (*metering device*)
- iv. Penyejat (*evaporator*)



Gambar Rajah 2.7: Prinsip Kendalian Sistem Penyejukan

I. Pemampat

Berfungsi untuk menyenggara tekanan tinggi dan rendah sistem penyejukan. Ia berfungsi seperti jantung kepada sistem. Pemampat akan menyedut gas bahan pendingin tekanan dan suhu rendah dari penyejat untuk dimampatkan menjadi gas bahan pendingin tekanan dan suhu tinggi. Gas bahan pendingin tekanan dan suhu tinggi ini terus dianjakkan ke pemeluwap.

II. Pemeluwap

Berfungsi untuk menyingkirkan haba yang diserap oleh bahan pendingin ke udara luar secara perolakan udara biasa atau secara perolakan udara paksa. Apabila haba dari gas bahan pendingin bertekanan dan suhu tinggi disingkirkan dipemeluwap, bentuk gas bahan pendingin akan bertukar kepada cecair bertekanan dan suhu tinggi.

III. Peranti pemeteran

Komponen yang mengawal kadar aliran cecair bahan pendingin dari bahagian tekanan tinggi ke bahagian tekanan rendah sistem. Peranti pemeteran juga berfungsi untuk menurunkan tekanan cecair bahan pendingin supaya ianya menjadi cecair bahan pendingin bersuhu rendah sebelum masuk ke penyejat.

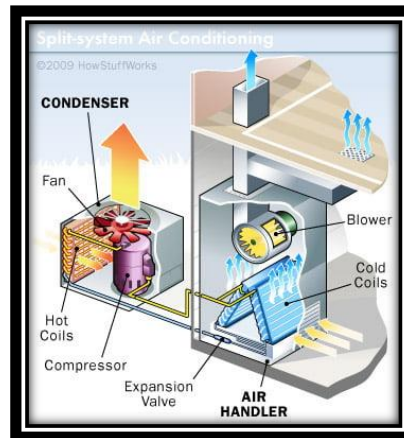
IV. Penyejat

Cecair bahan pendingin bersuhu rendah di dalam penyejat akan menyerap beban haba penyejukan . Proses ini menyebabkan cecair bahan pendingin tekanan dan suhu rendah itu akan bertukar menjadi gas bahan pendingin tekanan rendah suhu rendah. Gas bahan pendingin tersebut akan disedut semula oleh pemampat untuk mengulangi kitaran penyejukan

2.3 BAGAIMANA PENYAMAN UDARA BERFUNGSI

Penyaman udara adalah satu keperluan disebabkan sesetengah kawasan beriklim panas tetapi sesetengah pandangan penyaman udara ialah sebagai satu tanda kemewahan. Penyaman udara dapat membantu sesuatu kawasan menjadi sejuk dan selesa. Sebagai pengguna hendaklah sentiasa memastikan penyaman udara anda dalam keadaan baik supaya tidak berlaku kerosakan di waktu anda memerlukan.

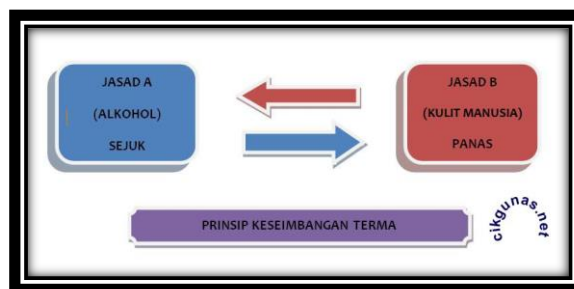
Fungsi penyaman udara sama seperti penghawa dingin iaitu memindahkan haba dari dalam rumah ke luar. Penyaman udara menggunakan kipas, penapis air untuk menyejukkan udara di sekitar dan penapis air untuk menapis habuk-habuk agar udara yang keluar lebih segar.



Gambar Rajah 2.8: Bahagian Dalaman Pendingin Hawa

2.4 IDEA PENGHASILAN PENYAMAN UDARA

Pada peringkat awal, satu eksperimen telah dilakukan terhadap kulit manusia iaitu dengan menitiskan setitis alkohol pada kulit. Kulit akan menjadi sejuk kerana alkohol termeluwap dan menyerap haba dari badan. Seperti yang kita tahu haba bergerak daripada kawasan bersuhu tinggi (panas) ke kawasan bersuhu rendah (sejuk). Maka suhu alkohol yang lebih rendah (sejuk) itu menyebabkan suhu badan manusia yang lebih tinggi (panas) mengalir ke arahnya. Proses ini berterusan sehingga kadar pemindahan haba jasad A (alkohol) ke jasad B (kulit manusia) adalah sama dari jasad B ke jasad A. Prinsip ini di namakan sebagai keseimbangan terma.



Gambar Rajah 2.9: Prinsip Keseimbangan Terma

Sistem penyejukan dan penyamanan udara telah menggunakan prinsip ini untuk menghasilkan satu sistem yang lebih sistematik dan selamat untuk proses perpindahan haba ini. Satu eksperimen lanjutan telah dibuat dalam sebuah bilik pula.

Sebekas alkohol telah diletakkan dalam sebuah bilik dan di dapati suhu bilik tersebut menjadi lebih rendah. Ini adalah kerana alkohol telah termeluwap dan menyerap haba bilik yang lebih tinggi. Lama – kelamaan alkohol akan habis kerana telah melalui proses pemeluwapan.

Idea 1:

- I. Adakah lebih baik jika alkohol yang telah termeluwap kembali kebentuk asal (cecair) maka proses penyejukan dapat diteruskan.

Idea 2:

- I. Suhu dalam bilik menjadi sejuk namun ia tidak disebarkan secara sekata dalam bilik tersebut. Oleh itu satu kipas diperlukan untuk mengedarkan suhu ke seluruh bilik.
- II. Daripada masalah maka wujudlah penyelesaian seiring dengan perkembangan teknologi. Idea – idea di atas sebenarnya bukanlah masalah tetapi satu bentuk inovasi dalam proses penyelidikan.

Masalah UTAMA adalah adakah alkohol sesuai diletakkan dalam sebuah bilik?. Ini tentulah TIDAK kerana ia adalah bahan yang mudah terbakar dan berbahaya. Untuk mengatasi masalah ini bahan pendingin (refrigerant) diperkenalkan.

2.5 JENIS-JENIS PENYAMAN UDARA DI MALAYSIA

Jenis-jenis penyaman udara terbahagi kepada 2 kategori utama iaitu domestik dan komersil. Bagi kegunaan domestik 3 jenis penyaman udara yang biasa digunakan ialah jenis pisah(*split*), jenis tingkap(*window*) dan jenis mudahalih (*portable*). Manakala bagi kegunaan komersil sistem penyaman udara agak kompleks dan menggunakan sistem Air Handling Unit.

2.5.1 Unit Pisah

Unit pisah terdiri daripada unit dalam (*indoor*) dan unit luar (*outdoor*). Unit ini paling meluas digunakan pada hari ini kerana lebih mudah dan kemas semasa pemasangan, terdapat kepelbagaian kapasiti pendinginan dan mudah dioperasi. Unit pisah mempunyai alat kawalan jauh untuk pelbagai tujuan.



Gambar Rajah 2.10: Jenis penyaman udara unit pisah

Terdapat pelbagai rekabentuk unit pisah dipasaran untuk memenuhi permintaan pengguna. Lokasi dan keluasan bilik adalah faktor utama untuk memilih unit pisah yang sesuai. Antara yang biasa di jumpai ialah:

		
lekapan dinding (<i>wall mounted</i>)	siling (<i>ceiling mounted</i>)	lantai (<i>floor mounted</i>)

Gambar Rajah 2.11: Jenis penyaman udara

2.5.2 Unit Tingkap

Unit tingkap mempunyai semua komponen – komponen utama dalam kerangka unit. Unit ini mempunyai sambungan perpaipan yang telah disambung dari awal rekabentuk menjadikan unit ini jarang mengalami kebocoran gas. Pemasangan unit agak mudah tetapi memerlukan ruang yang lebih luas untuk menempatkan kerangka.



Gambar Rajah 2.12: Jenis penyaman udara unit tingkap

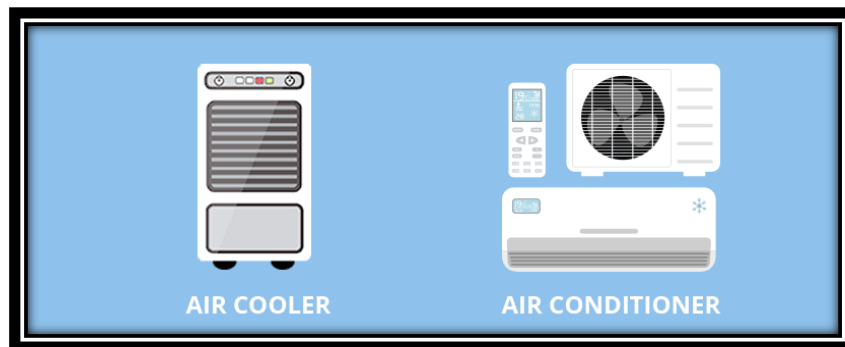
2.5.3 Unit Mudah Alih

Kini terdapat unit mudahalih untuk memberi lebih pilihan kepada pengguna. Unit ini mempunyai penyejat, pemeluwap dan motor di bahagian atas dan bawah serta *built in compressor*. Maklumat lanjut unit ini boleh di dapati pada manual produk. Dari aspek luaran unit ini kelihatan seperti Air Cooler namun ia berbeza dari aspek komponen dalaman dan aspek rekabentuk.



Gambar Rajah 2.13: Jenis Penyaman Udara Mudah Alih

2.5.4 Perbezaan Penyaman Udara Dan Pendingin Udara



Gambar Rajah 2.14: Penyaman udara dan pendingin udara

Jadual 2.1: Perbezaan penyaman udara mudah alih dan pendingin udara(AC)

	Penyaman Udara Mudah Alih	Penyejuk Udara
Definisi	Sejam menyejukkan udara dengan menguap udara	Penyaman udara adalah sistem yang direka untuk menukar suhu dan kelembapan udara di dalam kawasan. Ia boleh menjadi sejuk atau panas
Nama Lain	Penyejatan sejuk, paya sejuk, sejuk padang pasir dan sejuk udara basah	AC
Proses	Udara ditarik melalui bahagian belakang unit dan diproses melalui pad absorptif basah dan disejukkan	Udara hangat dikendalikan oleh gegelung yang diisi penyejuk, yang menyerap haba dan mengubahnya daripada cecair ke keadaan gas. Udara kemudian ditukar kembali ke keadaan cair dan dipindahkan di luar.

Tenaga Yang Cepak	Lebih cepak berbanding AC	Kurang efisien berbanding penyaman udara mudah alih
Penyelenggaraan	Tidak mahal	Lebih mahal
Kos	Kos kurang untuk membeli unit	Kos lebih banyak untuk membeli unit
Mesra Alam	Lebih mesra alam sekitar	Kurang mesra alam sekitar
Kemudahan	Lebih mudah alih berbanding AC	Setelah tetap ia tidak mudah alih, walaupun AC mudah alih baru boleh didapati
Kelebihan	Kurang mahal untuk dipasang, Kurang mahal untuk beroperasi, Kemudahan penyelenggaraan, udara lebih segar	Bekerja dalam semua musim, boleh memanaskan serta sejuk, boleh mendapat manfaat pemurnian, penyejukan boleh dikawal, menghalang serangga, mengurangkan kelembapan
Kekurangan	Kelembapan menurunkan keupayaan penyejukan, udara yang dibekalkan oleh sejuk adalah lembap, memerlukan bekalan air yang tetap untuk pad, memerlukan pembersihan tetap, boleh menarik nyamuk	Kurang mesra alam sekitar, lebih mahal untuk mengekalkan, mahal untuk membeli, udara adalah basi, menggunakan 4x tenaga penyejuk, kelembapan berkurang yang berterusan boleh menyebabkan masalah pernafasan

2.6 PENYAMAN UDARA

Kaedah penyaman udara adalah susunan kerja penyejukan yang berbeza dengan sistem pemanasan untuk membentuk udara dalam celah tertutup untuk menjaga suhu meletakkan dengan persekitaran kelembapan. Dalam kebanyakan kes, penyaman udara secara khusus menimbulkan kepuasan dengan penyejukan / penyembuhan udara di ruang yang tertutup. Ruang tertutup mungkin sebuah bilik, ruang pertemuan, dewan atau teater atau tempat makan. Keadaan lain untuk penyaman udara mungkin dikembangkan untuk mesin ketepatan tinggi atau makmal pemeriksaan.

Konsol yang sejuk untuk manusia ialah:

1. Suhu = 22 hingga 25 °C.
2. Halaju udara 5 hingga 8 m/mm.
3. Kelembapan perbandingan 40 hingga 60%.

Lebih-lebih lagi keperluan ini untuk memudahkan penyejukan, kebersihan udara dalam keadaan bebas dari:

- Kotoran.
- Bau busuk
- Bunyi juga harus dijaga.

Elemen penting sistem penyaman udara adalah:

- Elemen penyejukan untuk menyejukkan udara.
- Pelembapan dengan unit penyahidratan untuk menguruskan kelembapan udara.
- Sistem kawalan untuk mengawal pada unit penyejuk atau pemanas yang bertujuan untuk penyejukan atau pemanasan udara.
- Kipas atau peniup untuk menghalakan udara di dalam bilik.
- Membekalkan dan memulihkan saluran udara ke ruang udara.
- Penapis supaya bebas kotoran ke persekitaran.

2.7 TEORI PENYAMAN UDARA

Untuk berkesan, penyaman udara mesti mengawal empat (4) keadaan:

1. Ia mesti menyejukkan udara.
2. Ia mesti merebak di udara.
3. Ia mesti membersihkan udara
4. Ia mesti menlembabkan udara

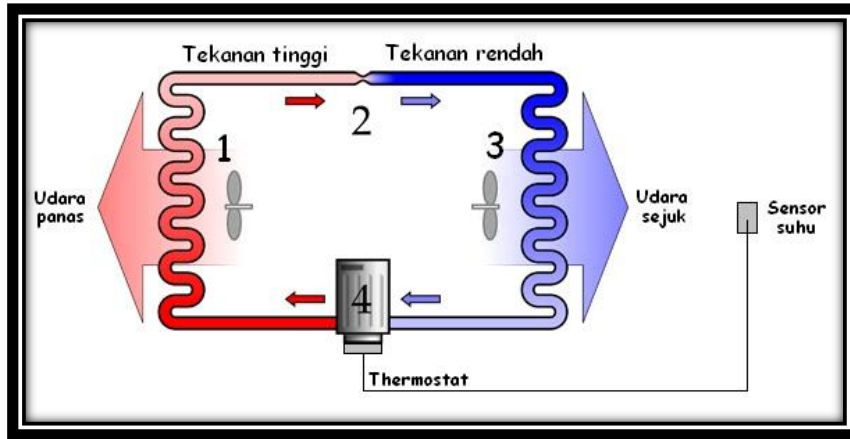
Fungsi-fungsi ini penting untuk keselesaan ketika suhu dan kelembapan persekitaran tinggi. Dengan melaksanakan fungsi-fungsi ini, penyaman udara dapat menjaga keselesaan udara persekitaran.

2.8 OPERASI ASAS SISTEM PENYAMAN UDARA

Udara dari bahagian dalam sebuah bilik (*Recirculation Air Inlet Mode*) atau dari bahagian luar bilik (*Fresh Air Inlet Mode*) disedut ke dalam unit HVAC oleh alat pengaliran aliran udara yang disebut unit peniup. Aliran udara melalui gegelung penyerap panas yang disebut penyejat yang terletak di dalam unit HVAC. Penyejat kemudian memindahkan haba dari udara ke medium cecair sejuk yang disebut penyejuk R134a yang dikemas dalam jaringan paip. Bahan pendingin yang dipanaskan dipindahkan oleh pam atau pemampat ke dalam ruang enjin di mana ia kemudian menolak haba ini ke aliran udara luaran yang bergerak melalui gegelung penolakan haba yang disebut kondensor. Ini adalah proses berterusan yang berlaku setiap kali pemampat beroperasi.

Untuk digunakan dalam sistem penyejukan, suhu gas patut berada pada suhu negatif apabila gas berada pada tekanan rendah atau tekanan vakum. Oleh itu, gas yang dipanggil *refrigerant* dicipta untuk digunakan dalam sistem penyejukan. Suhu *refrigerant* ini sangat sensitif kepada tekanan. Sekiranya *refrigerant* berada dalam tekanan rendah atau tekanan vakum, suhu *refrigerant* akan menurun sehingga ke nilai negatif.

Secara asasnya sistem penyejukan terdiri daripada 4 komponen asas iaitu pemampat, gelung penyejat, gelung pemeluwap dan injap pengembangan. Keempat-empat komponen ini disambung antara satu sama lain menggunakan paip logam yang diisi dengan *refrigerant*.



Gambar Rajah 2.15: Diagram Penyaman Udara

Fungsi-fungsi komponen sistem penyejukan adalah:

1. Gelung pemeluwap (*Condenser Coil*)

Terdiri daripada gelungan paip tembaga atau aluminium yang dilitupi dengan sirip aluminium yang dipasang rapat. Gelung pemeluwap berfungsi untuk mengurangkan suhu *refrigerant* yang sedang berada pada tekanan tinggi selepas keluar dari pemampat.

2. Injap pengembangan (*Expansion Valve*)

Berfungsi untuk menukarkan tekanan *refrigerant* dari tekanan tinggi ke tekanan rendah dengan menghadkan laluan *refrigerant* ke gelung penyejat.

3. Gelung penyejat (*Evaporator Coil*)

Terdiri daripada gelungan paip tembaga atau aluminium yang dilitupi dengan sirip aluminium yang dipasang rapat. Gelung penyejat berfungsi untuk menyerap haba udara yang ditiup masuk oleh kipas. Udara yang keluar dari gelung penyejat adalah udara sejuk.

4. Pemampat (*Compressor*)

Menyedut *refrigerant* dari gelung penyejat dan kemudian memampatkannya ke gelung pemeluwap. Pemampat digerakkan oleh motor elektrik yang memerlukan kuasa elektrik yang tinggi untuk menggerakkan pemampat ini. Pemampat dikawal oleh termostat yang mengukur suhu udara bilik. Sekiranya suhu bilik telah cukup sejuk, termostat akan mematikan pemampat.

2.9 PENYAMAN UDARA MUDAH ALIH

Air Cooler berbeza dengan unit penyaman udara mudah alih. Perbezaan utama adalah Air Cooler tidak mempunyai pemampat dan tidak menggunakan apa-apa jenis bahan pendingin. Air Cooler menggunakan konsep penyejatan air untuk merendahkan suhu bilik. Terdapat pam air dalam unit untuk merenjisikan (sprinkle) udara yang berkelembapan lebih tinggi dan bersuhu lebih rendah dari udara masuk. Ini akan membuat pengguna berasa lebih sejuk.



Gambar Rajah 2.16: Konsep Penyejatan Air & Peredaran Udara

Air Cooler juga dilengkapi dengan kipas penghembus di mana kelajuan boleh di laras kepada High, Medium dan Low. Pada harga kurang RM500

- Air Cooler dapat membantu mendapat suhu lebih rendah tetapi tidak sama seperti penyaman udara sehingga 18°C. Suhu bilik hanya turun sekitar 3°C – 5 °C.
- Agak berbaloi digunakan pada ruang atau bilik yang besar bersama-sama dengan unit penyaman udara.
- Membantu mengelak masalah kulit kering.

2.10 KAJIAN KOMPONEN

2.10.1 Kipas



Gambar Rajah 2.17: Jenis kipas komputer

Kipas komputer digunakan bagi tujuan menyejukkan, dan mungkin merujuk kepada kipas yang menarik udara sejuk dari luar ke dalam kelongsong, menyingkir udara panas dari dalam, atau mengerakkan udara melalui penenggelam haba untuk menyejukkan komponen tertentu.

2.10.2 Acrylic

Jadual 2.2: Jenis *acrylic* dan kelebihanannya

 Gambar Rajah 2.18: Jenis akrilik lembaran transparan	Jenis akrilik ini adalah akrilik lembaran transparan. Akrilik jenis ini merupakan salah satu jenis yang paling umum dan paling mudah untuk Anda temui. Lembaran akrilik yang transparan bisa Anda manfaatkan untuk berbagai keperluan yang berbeda-beda dan salah satunya adalah untuk menjadi pengganti dari kaca untuk meja makan
 Gambar Rajah 2.19: Jenis akrilik lebaran berwarna	Membuatkan suasana rumah menjadi lebih berwarna maka kita bisa memanfaatkan lembaran akrilik yang memiliki warna. Ada banyak ragam lembaran yang berwarna dan kita boleh menyesuaikannya dengan keinginan sendiri.
 Gambar Rajah 2.20: Jenis arkilik	Akrilik ekstrusi sedikit berbeda dengan akrilik cetak yang memanfaatkan alat cetak. Akrilik jenis ini dibuat menggunakan mesin, dimana mesin akan menekan akrilik menjadi sebuah bentuk, sementara proses kimia terjadi saat proses mekanik terjadi. Harganya lebih murah dari Cast Acrylic karena lebih sedikit melibatkan peranan manusia.

Akrilik adalah bahan plastik lutsinar dengan kekuatan dan kejelasan optik yang luar biasa. Lembaran akrilik mudah dibuat, diikat dengan pelekat dan pelarut, dan termoform mudah dibuat. Ia mempunyai sifat luluhawa yang lebih baik berbanding dengan plastik lutsinar yang lain.

2.10.3 Pam Akuarium

Jadual 2.3: Jenis pam akuarium dan kelebihanannya

 Gambar Rajah 2.21: Jenis pam Hmax manufacturers	Pam berkualiti tinggi yang dilengkapi dengan perlindungan overheat dan pengatur daya aliran
 Gambar Rajah 2.22: Jenis pam solar	Pam air akuarium yang menggunakan panel solar dirancang dengan menggunakan beberapa alat, iaitu: panel suria, pengecas kawalan, bateri atau bateri, dan penyongsang, dalam bentuk alat utama untuk menghidupkan pam air akuarium.
 Gambar Rajah 2.23: Jenis pam akuarium elektrik 1 lubang	Pam yang terbukti dan boleh dipercayai dengan kapasiti yang berbeza. Mereka baik kerana tidak membuat bising semasa operasi

Pam udara juga boleh membantu fungsi skimer protein. Peranti ini, yang popular di akuarium air masin, berfungsi secara radikal berbeza daripada penapis, tetapi masih membersihkan air. Skimer protein membuat buih berbuih, yang mengangkat protein keluar dari lajur air. Sesetengah reka bentuk skimmer protein bergantung kepada pam udara dan airstones berkualiti tinggi untuk menghasilkan busa mereka. Reka bentuk ini biasanya menggunakan batu permata kayu yang berkualiti tinggi, tetapi hampir semua pompa udara lama dapat menyediakan udara untuk skimmer protein.

2.10.4 Suis On/Off

Jadual 2.4: Jenis suis dan kelebihanannya

 Gambar Rajah 2.24: Jenis suis on/off	Menyambung atau memutuskan aliran arus elektrik dalam litar
 Gambar Rajah 2.25: Jenis suis togel	Suiz ini berfungsi untuk mengalirkan dan memutuskan arus elektrik
 Gambar Rajah 2.26: Jenis suis tekan	Digunakan untuk menyambung dan memutuskan aliran arus elektrik. Arus elektrik akan mengalir apabila punat ditekan dan akan berhenti apabila dilepaskan

Suis merupakan sejenis alat yang boleh memutuskan litar elektrik, menghentikan aliran arus elektrik ataupun mengalihkan arah aliran dari satu pengalir ke pengalir yang lain. Jenis suis yang paling lazim ialah jenis kendalian elektromekanikal dengan satu atau lebih set sesentuh elektrik. Setiap set sesentuh boleh jadi salah satu daripada dua keadaan sama ada 'tertutup' yang bermaksud kedua-dua sesentuh adalah bersentuhan dan membenarkan aliran elektrik, ataupun 'terbuka' yang bermaksud sesentuh adalah berasingan dan tidak mengalirkan arus elektrik.

2.10.5 Penapis Akuarium

Jadual 2.5: Jenis penapis akuarium dan kelebihanannya

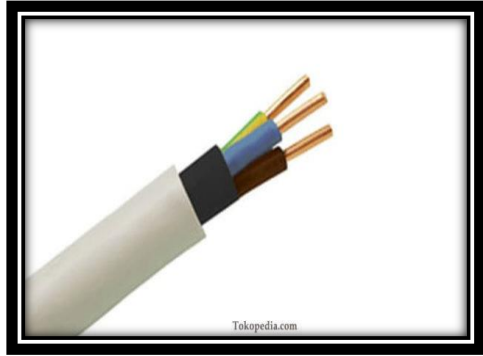
 Gambar Rajah 2.27: Jenis penapis akuarium turbin kecil	Untuk penapis jenis ini, pemampat udara tidak diperlukan lagi. Ia sudah mempunyai motor terbina dalam yang mengepam air melalui perumahan penuras. Anda boleh mengisi penapis dengan apa-apa, dengan gelang dan seramik cincin. Plus, anda boleh mengkonfigurasi pengudaraan air di akuarium. Biasanya dijual dengan lengkap dengan akuarium kecil. Dilampirkan ke kaca dalam akuarium.
 Gambar Rajah 2.28: Jenis penapis akuarium udara	Ini adalah salah satu penapis akuarium terkecil dan paling sederhana. Sekiranya anda mengetahui namanya dalam bahasa Inggeris, maka prinsip kerjanya akan menjadi jelas. Nama bermaksud "Pengangkutan Udara". Iaitu, ia berfungsi dengan mengorbankan air, yang disedut dan disalurkan melalui span dengan bantuan udara..
 Gambar Rajah 2.29: Jenis penapis akuarium aqual asap	Penyelesaian yang sangat menarik dalam reka bentuk penapis ini. Motor berada di bahagian bawahnya dan ketika ia menolak air melalui petak dengan pengisi. Sangat mudah dikekalkan. Tiada apa-apa yang masuk ke dalam akuarium apabila membersihkannya. Semua kotoran kekal di ruang terkurung. Anda boleh mengisi dengan spons dan cincin seramik. Selain itu, penapis ini boleh digunakan di terrarium. Lagipun, untuk karyanya, hanya sentimeter 5 air yang mencukupi.

Fungsi utama sistem ini adalah untuk menapis air akuarium. Proses penapisan ini akan mengeluarkan bahan partikulat. Semua bahan partikulat ini merupakan kotoran dalam akuarium. Jika dibiarkan di dalam air, kotoran ini akan menurunkan kandungan oksigen terlarut, menaikkan pH air (air menjadi lebih berasid) dan meningkatkan kandungan ammonia dalam air.

2.10.6 Kabel

Jadual 2.6: Jenis kabel dan kelebihanannya

 Gambar Rajah 2.30: Jenis kabel NYMHY	N: Kabel teras tembaga Y: Penebat PVC Y: Penebat PVC H: kabel fleksibel atau tali Y: Sarung luar penebat PVC Kabel NYMHY adalah kabel dengan teras tembaga berserat (tembaga fleksibel) dengan penebat PVC. Dengan kabel teras tunggal atau lebih dengan sarung penebat PVC (300v - 500v). Kabel jenis ini digunakan untuk pemasangan elektrik di rumah yang sering dipindahkan dan mesti berada di tempat yang kering. Kabel ini mempunyai penebat plastik tahan panas. Pada titik sambungan kabel dengan alat, suhunya tidak boleh melebihi 85 darjah Celsius agar tidak membahayakan kabel itu sendiri.
---	--



Gambar Rajah 2.31: Jenis kabel NYM

N: Kabel teras tembaga

Y: Penebat PVC

M: Pengasingan lebih daripada satu kabel

Kabel NYM adalah kabel dengan lebih daripada satu teras yang diperbuat daripada tembaga dan penebat yang diperbuat daripada PVC dan bertebat di bahagian luar (300v - 500v).

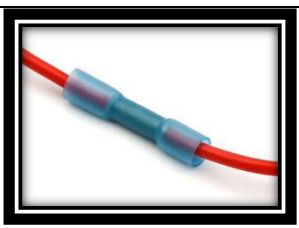
Kabel NYM jenis ini sering digunakan untuk pemasangan di sistem elektrik dan elektrik di rumah atau bangunan. Ia mempunyai 2 hingga 4 teras dan penebat yang terbuat dari dua lapisan PVC sehingga jenis NYM lebih selamat daripada jenis NYA.

Boleh digunakan di tempat kering dan basah tetapi tidak untuk pemasangan elektrik bawah tanah (ditanam).

Wayar, kawat atau dawai ialah tali halus dan panjang yang diperbuat daripada logam. Elektrik dan data komunikasi dapat mengalir melalui wayar, Kegunaan/pengkelasan wayar Diasingkan mengikut kod warna yang ditentukan oleh pengeluar, badannya disaluti getah penebat di sekelilingnya untuk mengelakkan arus dari keluar. kebiasaannya menggunakan logam dari jenis tembaga.

2.10.7 Penyambung Wayar

Jadual 2.7: Jenis penyambung wayar dan kelebihanannya

 Gambar Rajah 2.32: Jenis wayar penyambung M685-T	Penyambung kalis air wayar dan kabel jenis T menyambung bahagian wayar elektrik dari jarak 0,5-2,5 milimeter persegi, penyambung kalis air wayar dan kabel jenis T yang banyak digunakan pada lampu luar untuk menyambungkan wayar elektrik, wayar jenis T dan penyambung kalis air kabel direka mudah untuk memasang, akan menjimatkan banyak masa untuk juruelektrik ketika bekerja di luar.
 Gambar Rajah 2.33: Jenis wayar penyambung terminal spring	Diperbuat menggunakan tinning tembaga. Memberikan perlindungan kakisan dan meningkatkan kawasan sentuhan teras. Mata air mempunyai bentuk yang rata, diperbuat daripada keluli austenitik. Perumah bagi terminal ini adalah penebat elektrik. Ia diperbuat daripada poliamida dan polikarbonat diubah suai. Bahan-bahan ini mempunyai rintangan yang tinggi terhadap pencucuhan, pemadam sendiri, tahan terhadap bahan api dan pelincir serta pengaruh luaran yang lain.
 Gambar Rajah 2.34: Jenis penyambung wayar tengah kalis air	Tiub penyusut haba (atau, biasanya, penyusutan panas atau penyerap panas) adalah tiub plastik yang boleh dikecilkan yang digunakan untuk melindungi wayar, memberikan ketahanan lelasan dan perlindungan persekitaran untuk konduktor, sambungan, sambungan dan terminal dawai dan padat yang terdampar dan elektrik dalam kerja elektrik.

Selalunya, penyambung kabel sekarang mengambil bentuk terminal. Mereka diperbuat daripada tembaga. Dalam kes ini, hujung kabel yang menghubungkan tidak menghubungi satu sama lain. Oleh itu, dengan menggunakan struktur itu boleh commutate konduktor sama, wayar pelbagai saiz keratan rentas, diperbuat daripada bahan-bahan yang berbeza.

2.10.8 Penyambung Hos

Jadual 2.8: Jenis penyambung hos dan kelebihanannya

 Gambar Rajah 2.35: Jenis penyambung <i>joint hose</i>	Penyambung hos bertujuan untuk menyambungkan (atau memasangkannya) dengan selang lain atau dengan paip atau alat selang, seperti penyiram pengairan. Biasanya diperbuat daripada keluli, tembaga, keluli tahan karat, aluminium atau plastik.
 Gambar Rajah 2.36: Jenis penyambung hos T	
 Gambar Rajah 2.37: Jenis penyambung hos Y	

2.10.9 Silicon Sealent



Gambar Rajah 2.38: Jenis *silicon sealent*

Pelekat silikon biasanya digunakan untuk mengikat permukaan seperti plastik, logam, dan kaca bersama-sama. Contohnya, akuarium sering ditutup dengan silikon. Tingkap sering ditutup pada bingkai dengan pelekat silikon kerana tahan cuaca.

2.10.10 Ice Cooler

Jadual 2.9: Jenis *ice cooler* dan kelebihanannya

 Gambar Rajah 2.39: Jenis <i>ice pack cooler</i>	Ais pek lebih banyak digunakan untuk menjaga suhu ais, contohnya untuk perniagaan makanan ais krim, pengumpul ikan dan sebagainya. Dari segi pembungkusan, pek ais ini biasanya dibungkus dalam plastik keras yang memanjang. Sesuai untuk menduduki ais krim, ikan atau bekas lain.
 Gambar Rajah 2.40: Jenis <i>gel cooler</i>	<i>Ice gel</i> merupakan material pendingin seperti <i>ice pack</i>. Hanya saja bentuknya berupa gel lembut yang biasa dikemas di dalam plastic. Warnanya biasanya bening, bisa putih bening atau biru. <i>Ice gel</i> berwarna biru digunakan untuk dua fungsi, yakni sebagai elemen pendingin dan pemanas

Pek ais atau pek gel adalah beg plastik mudah alih yang diisi dengan air, gel penyejuk, atau cecair. Untuk disiapkan untuk digunakan, bungkusan pertama kali diletakkan di dalam peti sejuk beku. Kedua-dua ais dan penyejuk lain yang tidak beracun (kebanyakannya air) dapat menyerap sejumlah besar haba sebelum memanaskan di atas 0 ° C (32 ° F) yang digunakan untuk memastikan udara tetap sejuk di dalam penyejuk mudah alih, bekas atau sebagai kompres sejuk untuk mengurangkan haba di dalam sesuatu ruangan yang diletakkan di dalam bekas

2.10.11 Roda

Jadual 2.10: Jenis roda dan kelebihanannya

 Gambar Rajah 2.41: Jenis roda <i>heavy duty black iron caster top plate swivel</i>	
 Gambar Rajah 2.42: Jenis roda <i>heavy duty black iron caster top plate fixed</i>	Roda ialah suatu peranti bulat yang berupaya berputar pada paksinya (gandar) dan dengan itu, dapat memudahkan pergerakan atau pengangkutan melalui penggelekan. Selain itu, roda juga boleh dipergunakan untuk melakukan kerja melalui mesin. Contoh-contoh yang biasa boleh didapati dalam kegunaan-kegunaan pengangkutan atau memudahkan pergerakan pada sesuatu benda misalnya penyaman udara mudah alih.
 Gambar Rajah 2.43: Jenis roda <i>grey caster top plate with brake</i>	

2.10.12 Plug 3-Pin

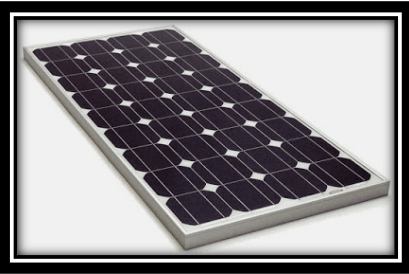
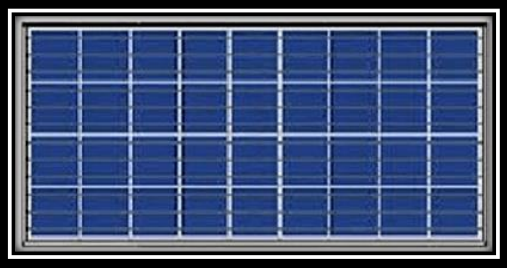
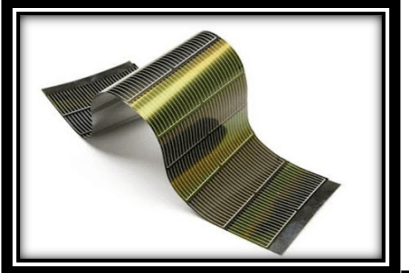


Gambar Rajah 2.44: Jenis plug 3 pin

- Palam menyambung kepada kord kuasa yang seterusnya menyambung kepada peralatan elektrik yang digunakan, sama ada vakum, pengisar, kuasa melihat atau lampu kerja. Litar di dalam radas berwayar supaya semuanya disambungkan ke terminal tanahnya.
- Terminal tanah menghubungkan ke dawai tanah di litar bangunan melalui pin tanah pada palam. Jika perkakas mempunyai palam 3-pin, anda tidak boleh memintas pin ketiga dengan memotongnya atau menggunakan 3-pin untuk penyesuai 2-pin. jika anda melakukan ini, peranti yang anda gunakan tidak berasas dan boleh berbahaya.

2.10.13 Solar Panel

Jadual 2.11: Jenis solar dan kelebihanannya

 Gambar Rajah 2.45: Jenis solar <i>monocrystalline silicon</i>	Termasuk dalam salah satu jenis sel suria yang paling cekap apabila digunakan. Ini kerana keratan rentasnya boleh menyerap cahaya matahari dengan lebih cekap berbanding jenis sel suria yang lain.
 Gambar Rajah 2.46: Jenis solar <i>polycrystalline silicon</i>	sel-sel yang membentuk panel solar ini kelihatan menarik kerana ia disusun dengan lebih kemas, padat dan kelihatan seperti terdapat rekahan pada sel solar tersebut. - Proses membuat panel solar silikon polihablur adalah agak mudah dan lebih murah daripada silikon monohablur.
 Gambar Rajah 2.47: Jenis solar <i>thin film solar cell</i>	Saiznya yang nipis dan bentuk yang fleksibel menjadikannya lebih ringan daripada jenis sel suria yang lain. - Kerana ia diperbuat daripada beberapa bahan, menjadikan panel solar ini lebih mesra alam. - Kos pengeluaran adalah lebih murah kerana ia sangat nipis berbanding sel solar yang lain.

BAB 3

METODOLOGI

3.0 PENGENALAN

Pentingnya pemilihan tajuk merupakan langkah-langkah awal sebelum memulakan kerja-kerja yang berkaitan dengan sesuatu projek. Tajuk projek yang dipilih hendaklah bersesuaian dengan kos ini kerana ianya adalah satu projek akhir sepanjang pembelajaran dalam pengajian kursus Diploma Kejuruteraan Mekanikal (Automotif).

Disamping itu, pemilihan projek yang bersesuaian turut membantu daya ketahanan mental, daya pemikiran yang tinggi dan kerja-kerja yang dihasilkan kreatif dan inovatif. Selain itu, ia melambangkan taraf pemikiran seseorang individu dan taraf pengetahuan yang luas dalam program Diploma Kejuruteraan Mekanikal (Automotif).

Dengan ini kami memilih permasalahan ini untuk diselesaikan dengan mencipta satu alat *Portable Cooler* untuk menyelesaikan masalah yang telah dinyatakan bagi memenuhi projek akhir kami. Akhir sekali, kami akan menggunakan segala pengetahuan, pembelajaran seta pengalaman yang kami ada dan serba-sedikit yang kami pelajari di Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah untuk mengendalikan projek akhir semester kami dengan jayanya.

3.1 KAEDAH YANG DIGUNAKAN

Kaedah yang akan kami gunakan adalah kaedah *prime*

1.0 **P** = *Problem Statement*

2.0 **R** = *Research*

3.0 **I** = *Invention*

4.0 **M** = *Modification*

5.0 **E** = *Evaluation*

3.1.1 PERNYATAAN MASALAH (P)

Cuaca yang panas membuatkan ruang rumah juga menjadi panas. Maka dengan ini perancangan agak teliti dilaksanakan bagi mengatasi masalah tersebut dengan mencipta *Portable Cooler*. Ianya praktikal dan efektif bagi pengguna yang inginkan kediaman yang selesa dan nyaman. Bahagian sistem yang digunakan pada *Portable Cooler* ini juga menjimatkan kos sama ada untuk penyelenggaraan atau baik pulih

3.1.2 PENYELIDIKAN (R)

Portable Cooler ini merupakan alatan yang berkait rapat dalam penggunaan bidang mekanikal dan mempunyai ciri-ciri komponen mekanikal. *Portable Cooler* ini direka secara ‘DIY’ dan segala bahan dan komponen mudah didapati di kedai peralatan. Penggunaan air sebagai agen penyejukan akan menjadi jimat kerana air di dalam tangki tidak perlu ditukar dengan kerap dan hanya menggunakan kitaran air yang sama sahaja.

3.1.3 PENEMUAN (I)

Percambahan idea adalah satu teknik perbincangan bagi meningkatkan aktiviti sesuatu projek. Kaedah ini dijalankan secara berkumpulan dimana idea-idea baru akan dibincangkan dan idea tersebut diaplikasikan ke atas projek. Pelbagai penambahan sistem baru akan digunakan pada *Portable Cooler*.

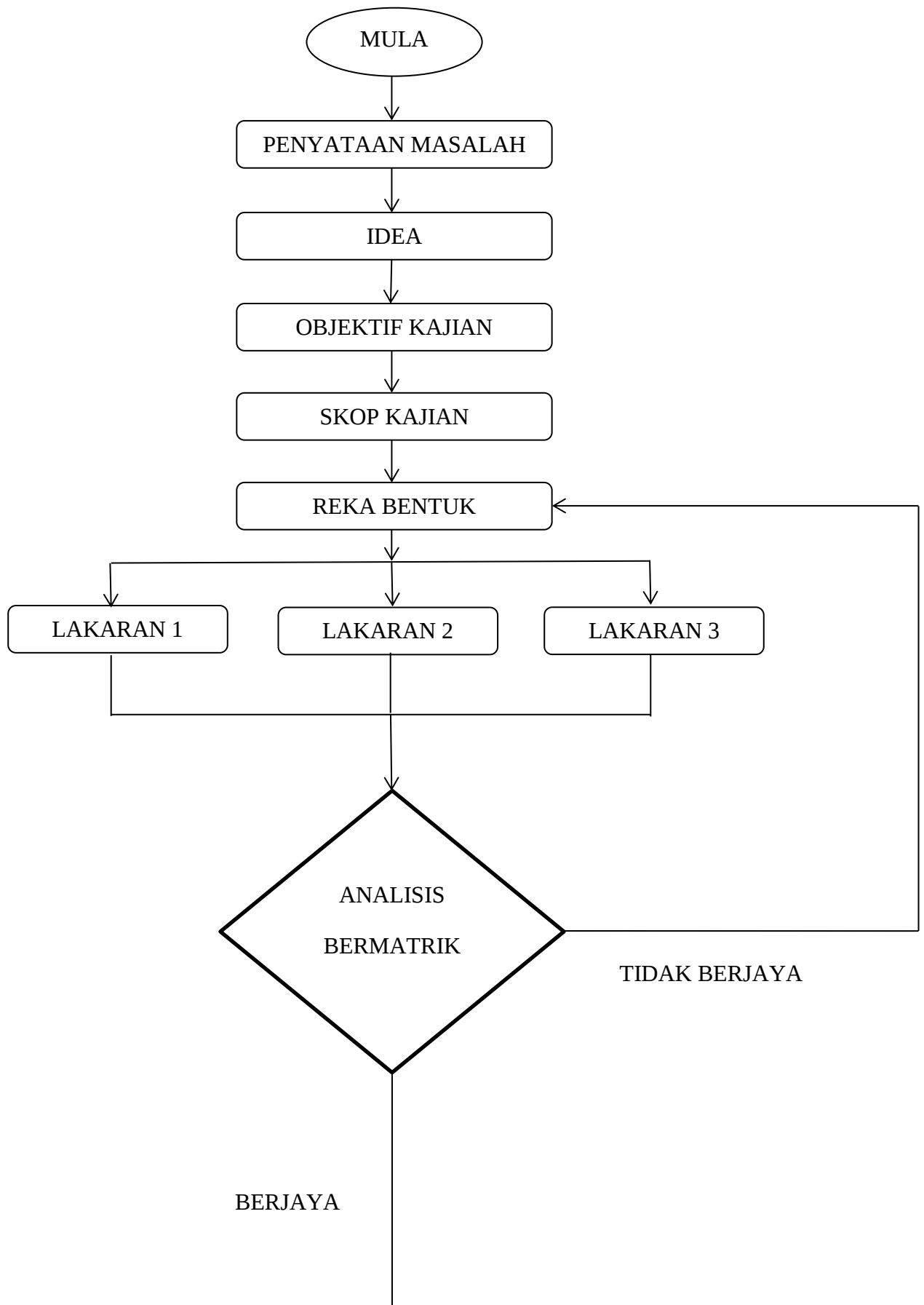
3.1.4 PENGUBAHSUAIAN (M)

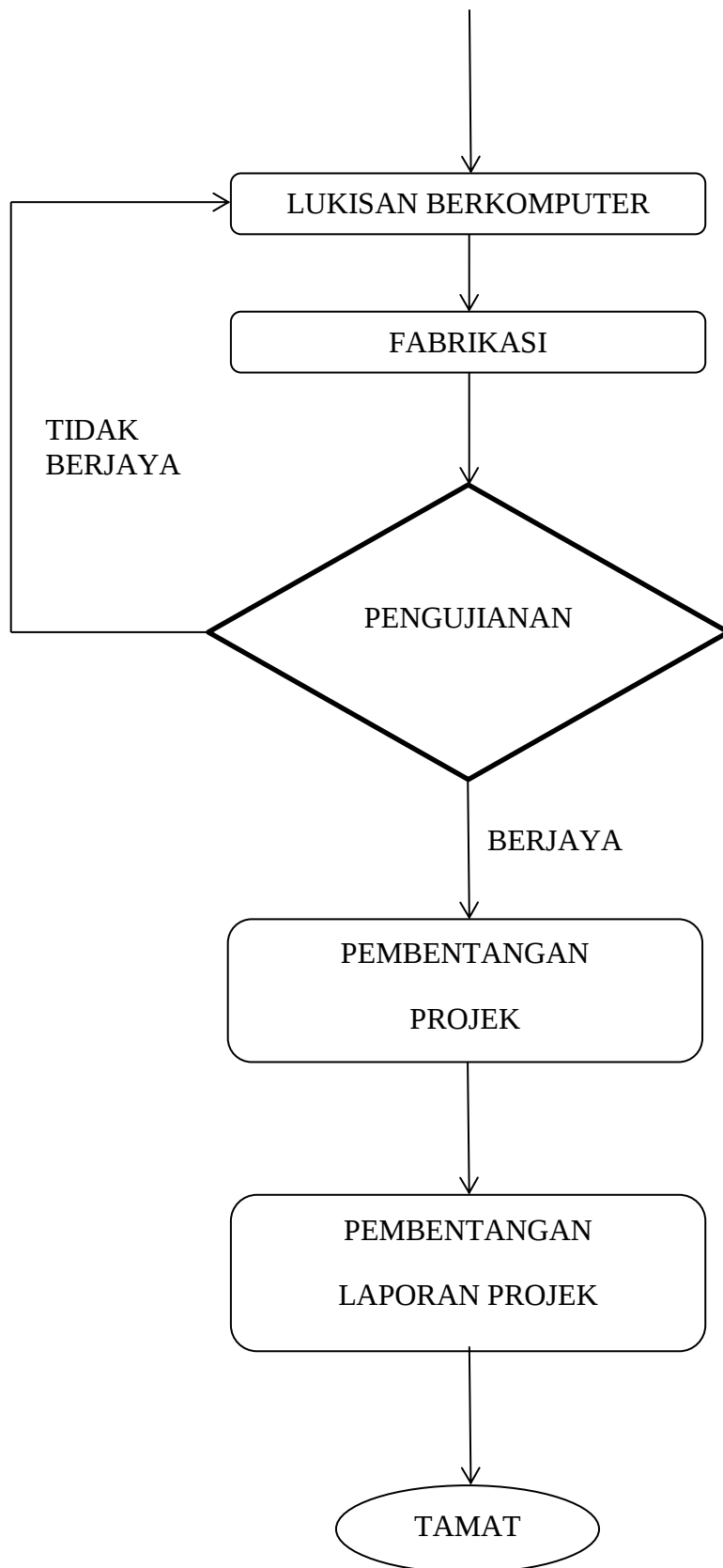
Projek *Portable Cooler* diuji keberkesanannya adalah untuk memastikan sistem yang digunakan pada projek sebenar dengan betul sama ada berfungsi dengan baik atau tidak. Pengubahsuaian terdiri daripada mereka bentuk semula model untuk melihat dengan tepat berapa banyak kehilangan data dan andaian yang kami telah lakukan untuk projek ini dengan harga yang mampu milik. Walaupun produk masih dipasaran.

3.1.5 PENILAIAN (E)

Proses pengujian ini amat penting dalam melakukan proses penghasilan sesuatu reka bentuk projek. Pengujian ini juga menentukan ketahanan, kesetabilan, keupayaan, dan boleh digunakan dengan cemerlang yang ditetapkan dan keselamatan projek yang dihasilkan. Kerja-kerja pemasangan dan uji kaji bagi projek ini dilakukan selepas pengukuran dan proses pemotongan dilakukan kerja pemasangan yang dilakukan pada peringkat awal. Setersnya, uji kaji amat penting dan bertujuan untuk memastikan setiap pengukuran yang dilakukan adalah tepat dan menjamin kesetabilan dan ketahanan yang kukuh bagi struktur *Portable Cooler* ini.

3.2 CARTA ALIR PERLAKSANAAN PROJEK





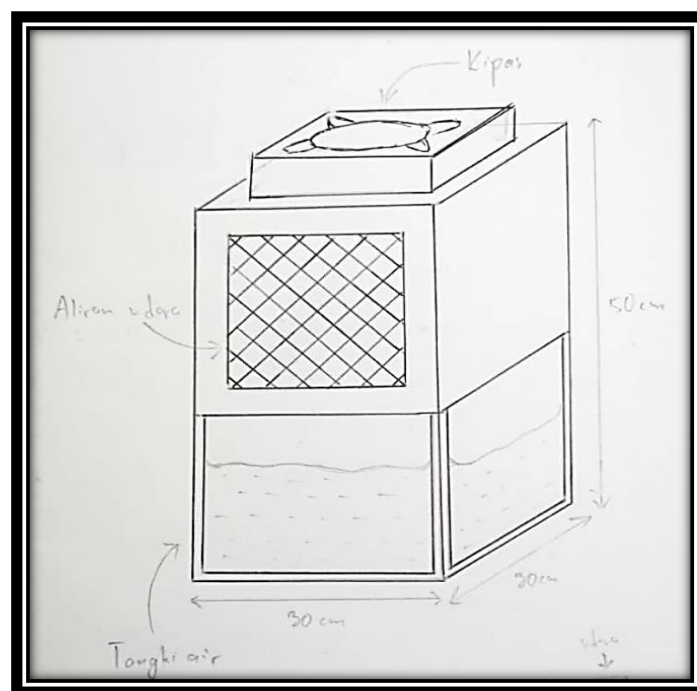
Gambar Rajah 3.1: Carta Alir Projek

3.3 IDEA

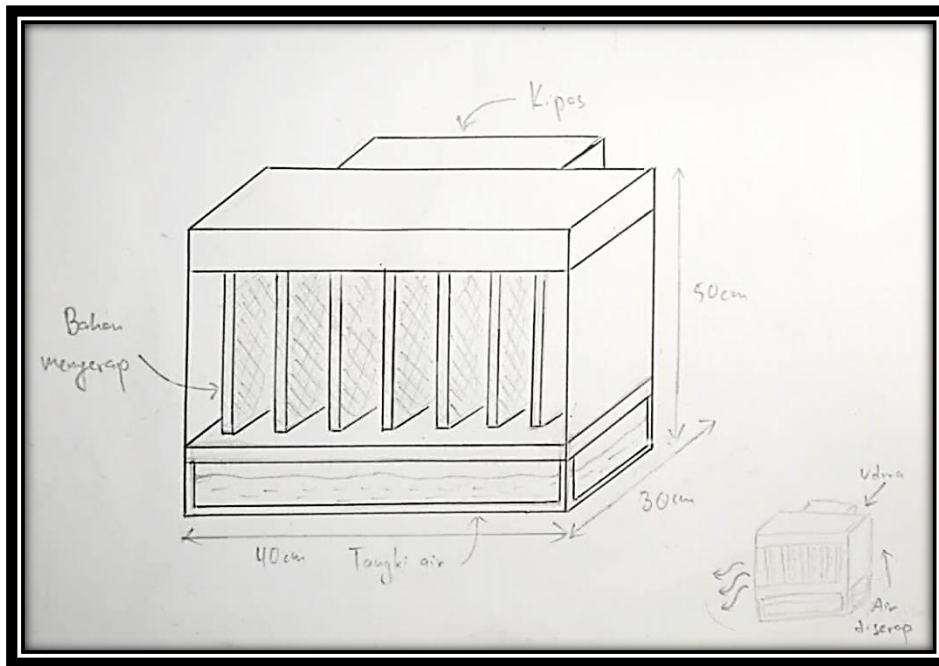
Pemilihan tajuk bagi *Portable Cooler* ini dibuat berdasarkan kaedah Pembelajaran Berasaskan Masalah. Bermula dengan proses mengenalpasti beberapa permasalahan yang berlaku di persekitaran pengkaji. Setiap permasalahan yang dicadangkan telah dinilai melalui beberapa sapek seperti kaedah penyelesaian, saiz, projek, kos dan sebagainya. Penilaian diteruskan dengan membuat kajian literature yang berkaitan dengan permasalahan tersebut. Pemilihan tajuk juga perlu memenuhi piawaian yang telah ditetapkan oleh pihak panel Jabatan Kejuruteraan Mekanikal POLISAS.

Seterusnya, apabila tajuk yang sesuai telah dipilih, langkah yang diambil ialah memilih bahan-bahan yang diperlukan bagi menjayakan projek ini. Di samping itu, proses mengenal pasti bahan-bahan yang terlibat dengan projek ini telah dilakukan dengan terperinci terutamanya memastikan kebolehdapatan semua bahan yang sukar didapati yang mampu menjejaskan pelaksanaan projek terutamanya dari segi pengurusan masa.

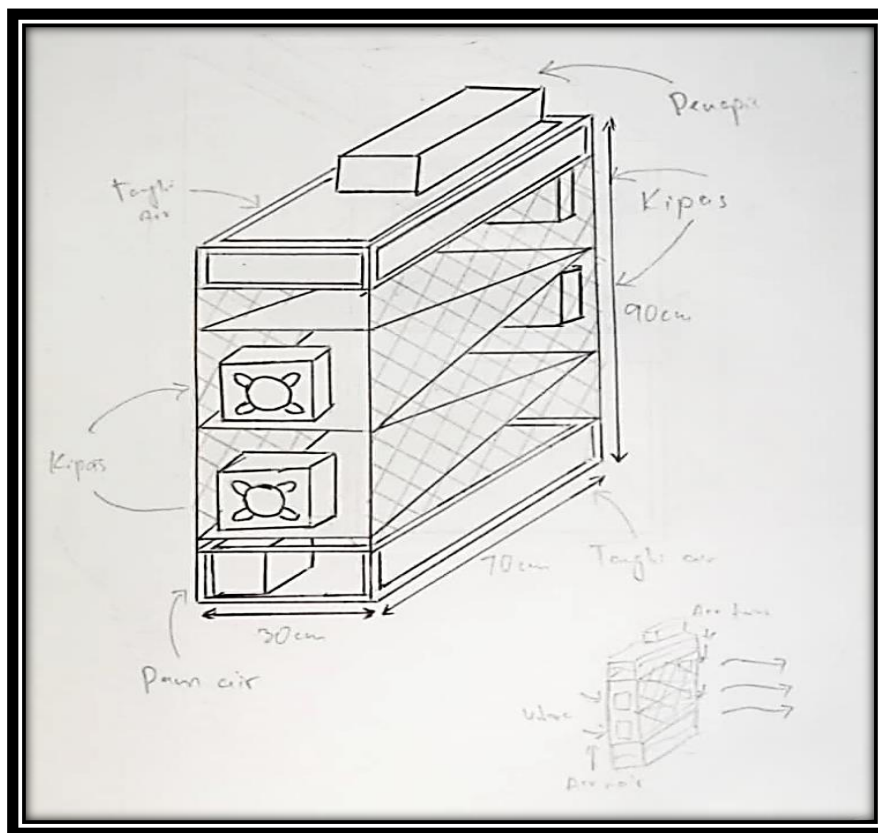
1.4 LAKARAN PROJEK ASAL



Gambar Rajah 3.2: Lakaran Reka Bentuk *Portable Cooler* 1



Gambar Rajah 3.3: Lakaran Reka Bentuk *Portable Cooler 2*



Gambar Rajah 3.4: Lakaran Reka Bentuk *Portable Cooler 3*

Reka bentuk lakaran yang ke 3 menjadi pilihan kami ini kerana ada beberapa faktor yang dibandingkan dengan reka bentuk 1 dan 2. Disamping itu, dari segi aspek keselamatan, reka bentuk 3 mempunyai kelebihan yang tinggi ini kerana mempunyai reka bentuk yang kukuh dan stabil, dari aspek keselamatan ianya bagus, aliran air yang cukup sempurna dan kedudukan kipas yang strategik berbanding dengan rekaan yang lain. Akhir sekali, reka bentuk yang menjadi pilihan kami ini kerana memenuhi syarat-syarat seperti aspek keselamatan bagus, memenuhi fungsi dan mudah untuk digunakan berbanding yang lain.

3.5 JADUAL PENILAIAN BERMETRIK

Jadual penilaian bermetrik untuk menunjukkan kriteria projek

Jadual 3.1: Jadual Bermetrik

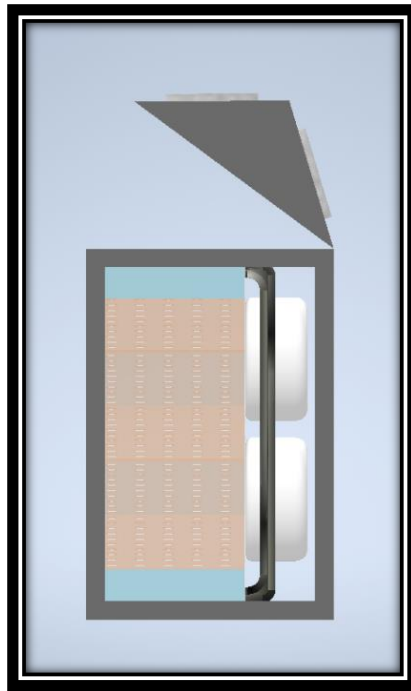
SKALA	
1-2	MEMUASKAN
3-4	BAIK
5	SANGAT BAIK

NO.	KRITERIA	REKA BENTUK 1	REKA BENTUK 2	REKA BENTUK 3
1.	KOS	4	4	3
2.	KESELAMATAN	3	3	3
3.	REKA BENTUK KOMERSIAL	3	4	5
4.	PENYELENGARAAN	4	4	4
5.	SAIZ	2	3	4
6.	BERAT	2	3	4
7.	MEMENUHI SPESIFIKASI	3	4	5
8.	JUMLAH	20	25	28

Kesimpulan menunjukkan reka bentuk 3 paling baik kerana mempunyai markah yang paling baik iaitu sebanyak 28 mata berbanding reka bentuk 1 dan reka bentuk 2. Oleh itu, Reka bentuk 3 diguna pakai untuk membina *Portable Cooler* ini.

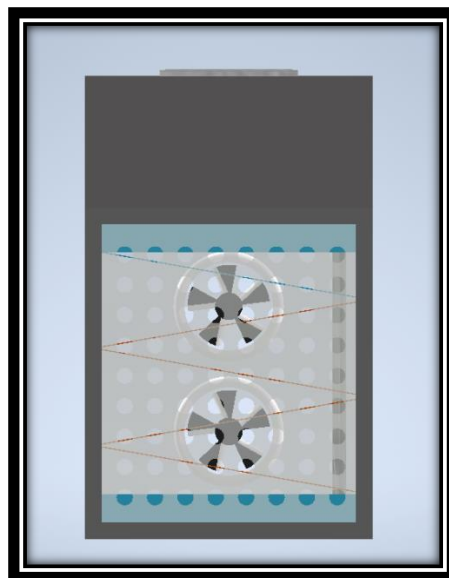
3.6 LUKISAN PROJEK MENGGUNAKAN KOMPUTER (AUTOCAD)

3.6.1 Pandangan Sisi



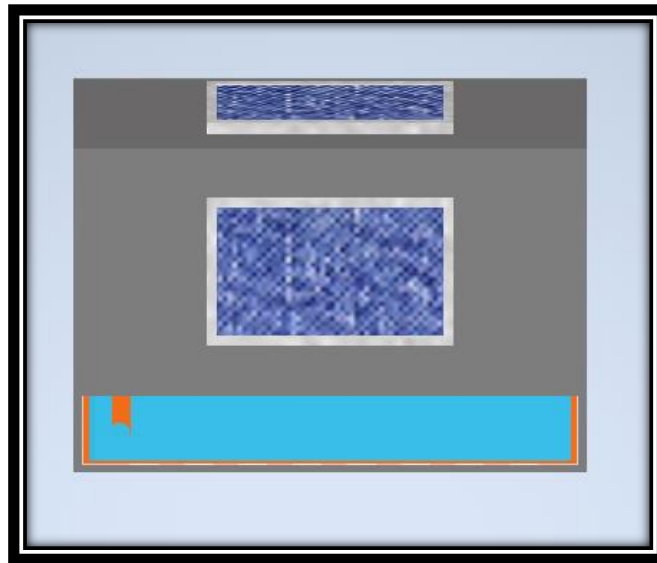
Gambar Rajah 3.5: Pandangan Sisi

3.6.2 Pandangan Hadapan



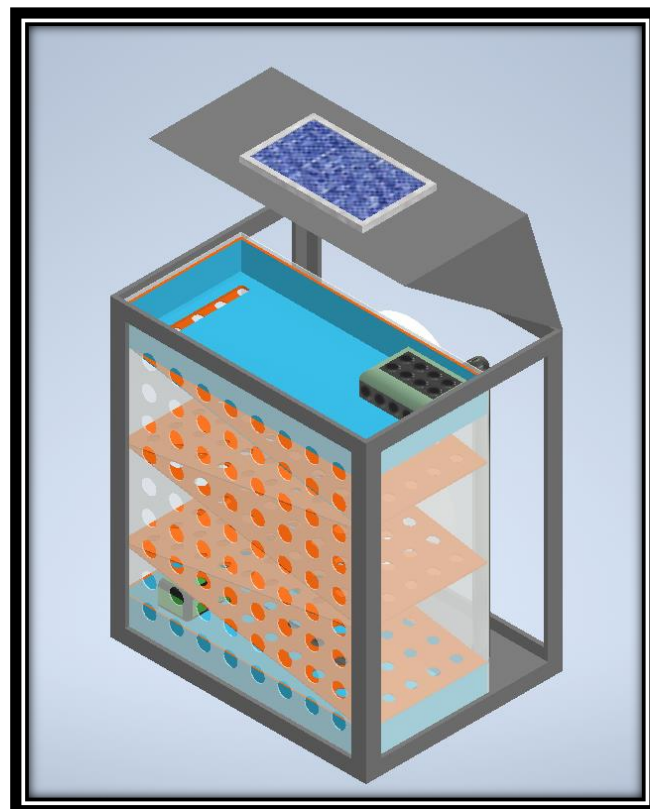
Gambar Rajah 3.6: Pandangan Hadapan

3.6.3 Pandangan Atas



Gambar Rajah 3.7: Pandangan Atas

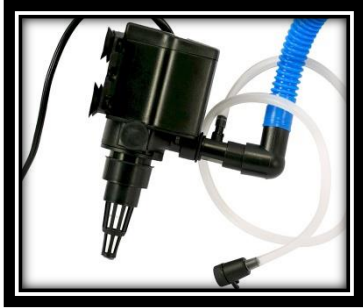
3.6.4 Pandangan 3d



Gambar Rajah 3.8: Pandangan 3D

3.7 SENARAI BAHAN DAN PERALATAN

Jadual 3.2: Senarai bahan dan peralatan

NO.	BAHAN / PERALATAN	GAMBAR	SPESIFIKASI
1.	Papan Acrylic		Panjang : 60 mm Lebar : 40 mm Ketebalan : 5mm
2.	Pam Aquarium		Model: HG-028 Voltan: DC 12v Kuasa: 20 Watts Kadar maksimum: 1100L/h Tinggi maksimum air dapat dialirkan: 5m Tinggi: 11.5cm
4.	Kipas Bs Boss		Kuasa: 18Watts Voltan: 265v Size: 205mm*100mm*275mm
5.	<i>Hose Connector</i>		<i>Material: High Quality PVC Dimension: 5/8" Diameter 8cm Length Applicable Hose joint: 13mm to 16mm hose</i>

6.	Roda		<i>Dia (mm) : 200</i> <i>Width (mm) : 46</i> <i>Height (mm) : 236</i> <i>Plate (mm) : 105 x 135</i> <i>Capacity (kg) :150</i>
7.	Solar		Kuasa: 25Watts Voltan: 18v Saiz: 210mm*165mm*2.5mm
8.	3-Pin Plug		Voltan: ~250V Current: 13A Fuse Kuasa: 3200W
9.	Suis ON / OFF		Voltan Ditampal:250V Semasa Rated:10A Bahan Plat: Bakelite : MOQ:2000PCS
10.	Wayar		Nama produk: 22awg Wire Jenis: 2 Pin Rintangan suhu tinggi : 200 darjah C Rintangan suhu rendah : -60 darjah C Voltan : 600 volt Diameter luar 3.5 mm Toleransi : +/- 0.1 mm

11.	Bateri Solar		Voltan: 12v Arus: 26Ah Saiz: 175mm*166.5mm*126mm Berat: 8.1kg
12.	Inverter		<i>Battery:</i> Lithium-ion Battery <i>Capacity:</i> 151Wh <i>DC Input:</i> 15V/2.5A –AC <i>Output:</i> 200W <i>Rated,</i>250W Peak Power <i>DC Outputs:</i> 9~12V/ 10A (Max) <i>USB Outputs(3):</i> 2*QC 3.0, 1*Auto 5V/ 2.4A <i>Weight:</i> 5.6lb (2.55kg) <i>Dimensions:</i>8.2x4.3x6.2in(208x110x158mm)

3.8 KOS BAHAN

Jadual 3.3: Senarai kos bahan

NO.	BAHAN / PERALATAN	UNIT	HARGA SEUNIT	JUMLAH
1.	Papan <i>Acrylic</i> (A2)	5 keping	RM 24.50	RM 122.50
2.	Pam akuarium	1	RM 38.50	RM 38.50
3.	Penapis air akuarium	1	RM 13.00	RM 13.00
4.	Kipas computer	4	RM 13.00	RM 52.00
5.	<i>Hose connector</i>	2	RM 2.00	RM 4.00
6.	Roda	4	RM 7.50	RM 30.00
7.	Penyambung wayar (10pcs)	2	RM 2.80	RM 5.60
8.	<i>3-pin plug</i>	1	RM 3.50	RM 3.50
9.	Suis <i>ON / OFF</i>	1	RM 13.00	RM 13.00
10.	Wayar	2 meter	RM 1.20	RM 2.40
11.	Pisau pemotong <i>Acrylic</i>	1	RM 4.90	RM 4.90
12.	<i>Acrylic silicone sealant</i>	1	RM 9.00	RM 9.00
13.	<i>Permanent marker pen</i>	2	RM 2.50	RM 5.00
14.	Solar	1	RM60	RM60
15.	Bateri solar	1	RM200	RM200
16.	Inverter	1	RM150	RM150
JUMLAH KESELURUHAN				RM 713.40

3.9 KAEDAH PEMBUATAN

Rangka penyejuk udara mudah alih perlu diubahsuai mengikut kesesuaian dan kekemasan untuk meletakkan bateri solar dan inventer di bahagian bawah serta memastikan terdapat ruang yang luas di bahagian dalaman. Di bahagian bawah tapak pula roda dipasang pada ke-empat sudut.



Rajah 3.9: Rangka Asal



Rajah 3.10: Rangka Diubahsuai



Rajah 3.11: Gambaran Tayar Pada Bahagian Tapak Projek



Rajah 3.12: Rangka Yang Telah Diubahsuai

Papan *acrylic* diukur menggunakan *permanent marker* dan pita pengukur serta pembaris keluli. Kemudiannya papan tersebut dipotong menggunakan pisau pemotong *acrylic* mengikut ukuran yang ditetapkan. Bahagian papan rangka sisi, atas, tengah dan hadapan ditebuk menggunakan *hand drill* bagi tujuan pengudaraan, pengaliran air menerusi lekuk (*zig-zag*) serta penempatan kipas komputer dan kotak penapis.



Rajah 3.13: Perspektif Yang Siap ditanda



Rajah 3.14: Perspektif Yang Telah Ditebuk



Rajah 3.15: Perspektif Yang Telah Siap Ditebuk

Papan yang telah siap dipotong dan ditebuk kemudiannya dicantum bermula dari bahagian bawah tapak. Menggunakan *acrylic silicone sealant*, papan-papan yang telah dipotong dipasang bermula dari ruangan tangki bawah. Seterusnya, pemasangan papan (*zig-zag*). Akhir sekali, pemasangan ruangan tangki atas.



Rajah 3.16: Tangki Bawah

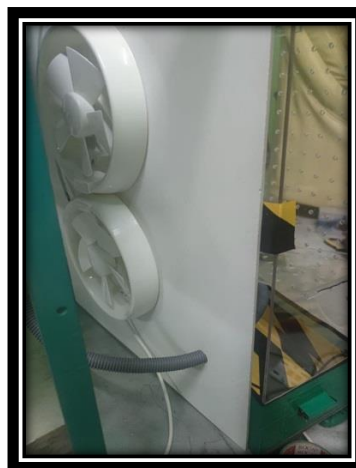


Rajah 3.17: Pemasangan Papan Zig-Zag

Sebelum memasang papan di bahagian hadapan, pam akuarium dipasang serta aliran paip air dicantumkan. Kemudiannya, papan bahagian hadapan dipasangkan. Di bahagian belakang papan, *connecting hose* dipasang mengikut lubang yang telah ditebuk.



Rajah 3.18: Penapis Air Disambungkan Bersama Hos



Rajah 3.19: Hos Dimasukkan Ke Dalam Lubang Yang Telah Ditebuk



Rajah 3.20: Gambaran Hadapan Tangki Bawah

Di bahagian atas pula, kotak penapis dipasang. Suis *ON / OFF* diletakkan di bahagian sisi projek bersama kipas-kipas komputer. Akhirnya, suis, pam akuarium serta kipas komputer disambungkan sekali menggunakan wayar dan penyambung wayar pada *3-pin plug*.



Rajah 3.21: Gambaran Tangki Atas



Rajah 3.22: Gambaran Penyambungan Wayar

3.10 UJI KAJI

Antara uji kaji yang kami lakukan terhadap *Portable Cooler* berdasarkan projek ini adalah uji kaji panel solar dan bateri, uji kaji pam air dan uji kaji suhu yang dikeluarkan.

3.10.3 Uji Kaji Panel Solar Dan Bateri

TEORI

Tenaga solar adalah teknologi yang dicipta untuk mendapatkan tenaga daripada cahaya matahari. Tenaga matahari ini telah digunakan dalam banyak teknologi tradisional sejak beberapa abad yang lepas secara meluas.

TUJUAN

Untuk membaca voltan dan arus panel solar apabila terkena sinaran matahari

ALAT DAN BAHAN

- I. PAM
- II. PANEL SOLAR
- III. BATERI SOLAR
- IV. MULTIMETER

LANGKAH-LANGKAH

- I. Bahan dan peralatan yang digunakan telah dipasang dan diletakkan pada penyaman udara mudah alih
- II. Sambungkan wayar panel solar ke bateri solar
- III. Air dibiarkan mengalir berterusan di dalam penyaman udara mudah alih
- IV. Bacaan data voltan, arus dan kuasa di ambil pada setiap satu jam
- V. Bacaan data dicatat di dalam jadual

RUMUS

$$P = Voltan(V) \times Arus(I)$$

JADUAL

Jadual 3.4: Ujikaji Panel Solar dan Bateri

BIL	MASA	VOLTAN (V)	ARUS (amps)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			

3.10.3 Uji Kaji Pam Air

TEORI

Pam digunakan untuk menghasilkan aliran aeration dan memberikan aliran arus air. Pam udara di dalam akuarium direka bentuk untuk menghasilkan aliran udara berterusan yang diperlukan untuk operasi penuras, penapis bawah atau untuk peranti lain. Ia perlu dipasang di atas paras air untuk mengelakkan air daripada memasuki akuarium.

TUJUAN

Untuk mengetahui masa yang dapat diambil untuk air dikeluarkan melalui pam.

ALAT DAN BAHAN

- I. Jam masa
- II. Air
- III. Baldi
- IV. Penimbang
- V. Bateri
- VI. Pam air

LANGKAH-LANGKAH

- I. Air digunakan sebagai sampel diletakkan di dalam tangki bersama pam air.
- II. Wayar pam air akan bersambung dengan bateri supaya pam dapat digunakan.
- III. Masa akan dimulakan sebaik saja pam dihidupkan.
- IV. Air akan ditarik dari tangki pertama dan terus keluar tangki kedua dan mengalirkan air ke setiap paip.
- V. Apabila air keluar dari paip, maka masa akan henti dan dicatat dalam jadual.
- VI. Ujikaji selesai setelah semua data telah diambil mengikut kapasiti yang disediakan.
- VII. Ujikaji dilakukan 3 kali untuk melihat keberkesanannya dengan mengulang langkah ujikaji.

RUMUS

$$Q = Av$$

$$\text{Halaju} = s / t$$

$$hp = Fd / t$$

JADUAL

Jadual 3.5: uji kaji pam air

BIL	KUANTITI AIR KELUAR (LITER)	MASA (SAAT)
1.		
2.		
3.		
Purata		

3.10.1 Uji Kaji Suhu Yang Dikeluarkan

TEORI

Berdasarkan uji kaji yang kami lakukan ke atas penyaman udara mudah alih direka daripada perspek kemudian terdapat 2 buah kipas. Kami dapati suhu yang didapati 62hermo hampir sama setiap 5 minit dan sedikit berubah mengikut keadaan sekitar. Hal ini terjadi kerana kipas akan menarik udara dari luar dan mengeluarkan udara yang sejuk disebabkan air yang terus mengalir dari atas ke bawah melalui laluan zig-zag .

TUJUAN

Untuk mengenal pasti suhu yang dikeluarkan dalam masa yang tertentu.

ALAT DAN BAHAN

- I) Kipas 62hermome
- II) Pam air
- III) Air
- IV) Thermometer

LANGKAH – LANGKAH

- I. Pasang plug 3 pin pada soket.
- II. Hidupkan *Portable Cooler*.
- III. Gunakan 62hermometer untuk mengambil suhu setiap 5 minit.
- IV. Kemudian catat suhu tersebut di dalam jadual 3.4
- V. Ulang semua Langkah-langkah tersebut sehingga minit yang terakhir iaitu 30 minit.

RUMUS

$$T_{\text{julat}} = T_{\text{keluar}} - T_{\text{masuk}}$$

$$\text{Jumlah } T_{\text{julat}} = \text{julat} \times \text{detik}$$

JADUAL

Jadual 3.6 uji kaji suhu Udara

MASA (MIN)	SUHU DI BAHAGIAN DALAM LALUAN ZIG-ZAG (°C)	SUHU UDARA YANG DIKELUARAN (°C)	JULAT SUHU DIPEROLEHI (°C)
0			
15			
10			
15			
20			
25			
30			