

PENGESAHAN PENYELIA

“Saya akui bahawa telah membaca tesis ini dan pada pandangan saya tesis ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Rekabentuk dan Inovasi).”

Tandatangan :
Penyelia :
Tarikh :

MESIN PENAPIS AIR MUDAH ALIH UNTUK AKTIVITI LUAR

MUHAMMAD ‘IZZAT NAQUIDDIN BIN RAMLI

**Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Rekabentuk & Inovasi)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

JUN 2015

PENGAKUAN

“Saya akui tesis ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.”

Tandatangan :

Penulis :

Tarikh :

Khas buat
Ayah dan Ibu tersayang

PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi dengan limpah dan kurnia-Nya, saya berjaya menghasilkan tesis bagi Projek Sarjana Muda ini. Penghargaan yang tidak terhingga juga kepada mereka yang telah banyak membantu sepanjang proses penghasilan tesis ini khususnya dan Projek Sarjana Muda ini amnya.

Terima kasih yang tidak terhingga kepada kedua ibu bapa saya, Encik Ramli bin Hassan dan Puan Mahizah binti Abdul Malik atas sokongan dan dorongan yang tidak berbelah bagi sepanjang saya menyiapkan Projek Sarjana Muda ini.

Saya juga ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada penyelia Projek Sarjana Muda saya, Dr. Shamsul Anuar Bin Shamsudin kerana telah banyak memberi tunjuk ajar, panduan dan bantuan kepada saya sepanjang menjalankan kajian mengenai mesin penapis mudah alih dan banyak membantu saya dalam menyiapkan tesis ini.

Syukur dan terima kasih tidak terhingga kerana diberi kesempatan oleh Yang Maha Esa untuk saya bersama-sama rakan seperjuangan dalam mengharungi liku-liku kehidupan sebagai seorang mahasiswa. Tidak lupa juga kepada Nur Irsyad, Ammer Ezhar, Mohamad Tajuddin, Muhammad Syazwi, Anwar Naimi, Ahmad Syamil dan Noor Azihah atas kerjasama dan jasa kalian yang banyak membantu dalam susah senang sepanjang pengajian saya di UTeM ini. Alhamdulillah. Terima kasih kepada semua.

ABSTRAK

Secara umumnya, air yang bersih dan selamat amat diperlukan serta menjadi keperluan asas bagi semua kehidupan di dunia ini. Permintaan air bersih yang tinggi mendorong pelbagai teknologi baharu dibina bagi mencapai matlamat ini dalam penghasilan air yang bermutu untuk digunakan. Seiring dengan pembangunan dan kemajuan dunia, tanpa disedari pencemaran terus berlaku dan pada masa yang sama terus mencemarkan sumber alam terutamanya air. Jesteru, teknologi penapis air terus digiatkan bagi membendung masalah penggunaan air yang tidak bersih ini. Projek ini adalah berkaitan dengan pembangunan mesin penapis air mudah alih untuk kegunaan aktiviti luar. Seperti sedia maklum, air yang bersih amat sukar untuk didapati semasa mengadakan aktiviti di luar seperti perkhemahan, aktiviti ketenteraan, aktiviti maritim dan tidak lupa juga sekiranya berlaku bencana alam yang turut menyukarkan dalam mendapatkan air yang bersih setelah bekalan terputus dan sebagainya. Bagi membangunkan projek mesin penapis air mudah alih ini, kajian telah dilakukan berkenaan dengan reka bentuk mesin tersebut. Reka bentuk awal bagi mesin ini telah diilhamkan untuk membantu dalam menjalankan kajian ini. Ciri-ciri mesin ini hendaklah menepati kriterianya yang mudah alih dan sesuai dengan fungsinya sebagai penapis air. Carta Morfologi telah dirancang bagi memilih rekabentuk konsep untuk mesin penapis air mudah alih ini. Selain itu, carta pemilihan konsep Pugh juga dilakukan bagi membantu dalam proses pemilihan konsep setelah carta Morfologi dibentuk dan dianalisis. Sesudah mendapatkan konsep reka bentuk yang dikehendaki, lakaran reka bentuk awal akan dikeluarkan bagi memilih reka bentuk yang terbaik untuk mesin penapis air mudah alih ini.

ABSTRACT

Generally, clean and safe water is needed as well as a basic requirement for all life on earth. The high demand for clean water has brought many new technologies development to achieve the production of quality water for daily use. Along with the development of the world today, unnoticed pollution continues to occur and at the same time will also contaminate natural resources, especially water. Hence, water filter technology is intensified to curb the problem of dirty water. This project is concerned about the development of portable water filter machines for outdoors use. As we all know, clean water is very difficult to find during outside activities such as camping, military activities, maritime activities and not to forget the natural disaster that also makes it difficult to get clean water after the interruption of supply and so on. To develop the portable water filter machines, tests are carried out with respect to the design of the machine. The preliminary design for this machine is inspired to assist the further study. The features of this machine have to fullfil the criteria that are portable and suitable with its function as a water filter. Morphological chart has been designed to choose the concept design for the portable water filter machines. Additionally, Pugh concept selection is also been carried out to help in the selection process after the Morphological chart concept is formed and analyzed. After obtaining the desired design concepts, the sketches of preliminary design will be issued in order to choose the best design for portable water filter machines.

KANDUNGAN

| BAB | PERKARA | MUKA SURAT |
|------------|----------------------------|-------------------|
| | PENGESAHAN PENYELIA | i |
| | PENGAKUAN | iii |
| | DEDIKASI | iv |
| | PENGHARGAAN | v |
| | ABSTRAK | vi |
| | ABSTRACT | vii |
| | KANDUNGAN | viii |
| | SENARAI JADUAL | xii |
| | SENARAI RAJAH | xiii |
| | SENARAI SINGKATAN | xv |
| | SENARAI LAMPIRAN | xvi |

| BAB | PERKARA | MUKA SURAT |
|---------------|--|-------------------|
| BAB I | PENGENALAN | 1 |
| | 1.1 Latar belakang projek | 1 |
| | 1.2 Pernyataan masalah | 2 |
| | 1.3 Objektif | 2 |
| | 1.4 Skop projek | 3 |
| BAB II | KAJIAN ILMIAH | 4 |
| | 2.1 Gambaran Keseluruhan | 4 |
| | 2.2 Kaedah-Kaedah Penyulingan Air | 6 |
| | 2.2.1 Kaedah Penyulingan Konvensional | 6 |
| | 2.2.2 Kaedah Penyulingan Solar | 7 |
| | 2.3 Jenis-Jenis Penapis Air | 9 |
| | 2.3.1 Osmosis | 9 |
| | 2.3.2 Sistem Osmosis Songsang | 11 |
| | 2.4 Sistem Osmosis Songsang | 12 |
| | 2.4.1 Pengenalan Sistem Osmosis Songsang | 12 |
| | 2.4.2 Proses Sistem Osmosis Songsang | 12 |
| | 2.4.3 Kelebihan Sistem Osmosis Songsang | 13 |
| | 2.4.4 Membran | 14 |

| BAB | PERKARA | MUKA SURAT |
|----------------|---|-------------------|
| BAB III | METODOLOGI | 16 |
| 3.1 | Mengkaji Objektif Dan Masalah | 16 |
| 3.2 | Pengumpulan Data | 19 |
| 3.2.1 | Memahami Pasaran Penapis Air | 19 |
| 3.3 | Carta Morfologi | 20 |
| 3.4 | Lakaran Dan Reka Bentuk Awal | 21 |
| 3.5 | Pemilihan Sistem Penapis Air | 23 |
| 3.5.1 | Kaedah Pemilihan Konsep Pugh bagi Tapisan Air | 24 |
| BAB IV | KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN | 26 |
| 4.1 | Komponen Penapis Air Sistem Osmosis Songsang | 26 |
| 4.1.1 | Bateri | 27 |
| 4.1.2 | Pam | 28 |
| 4.1.3 | Penapis Sedimen | 29 |
| 4.1.4 | Penapis Karbon | 30 |
| 4.1.5 | Membran Osmosis Songsang | 31 |
| 4.1.6 | Penapis Karbon Kedua | 32 |
| 4.1.7 | Spesifikasi Komponen | 33 |

| BAB | PERKARA | MUKA SURAT |
|--------------|--------------------------------|---|
| | 4.2 | Pembangunan Prototaip 34 |
| | 4.3 | Pengiraan Kadar Kecekapan Sistem Penapis Air 38 |
| | 4.4 | Kajian Sistem Penapisan Air 41 |
| | 4.5 | Pemilihan Bekas Luaran 44 |
| | 4.6 | Perbincangan 45 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN CADANGAN | 48 |
| | 5.1 | Kesimpulan 48 |
| | 5.2 | Cadangan 50 |
| | RUJUKAN | 51 |
| | LAMPIRAN A | 53 |
| | LAMPIRAN B | 56 |

SENARAI JADUAL

| BIL. | TAJUK | MUKA SURAT |
|-------------|---|-------------------|
| 3.1 | Carta Morfologi | 20 |
| 3.2 | Pengkelasan jenis penapis air | 24 |
| 3.3 | Kaedah pemilihan konsep Pugh | 25 |
| 4.1 | Spesifikasi komponen bagi sistem penapis air mudah alih | 34 |
| 4.2 | Masa air bersih dihasilkan untuk satu liter | 38 |
| 4.3 | Catatan bagi kadar aliran air yang ditapis | 39 |

SENARAI RAJAH

| BIL. | TAJUK | MUKA SURAT |
|-------------|---|-------------------|
| 2.1 | Susun atur kaedah penyulingan | 7 |
| 2.2 | Kaedah penyulingan solar | 8 |
| 2.3 | Sistem Osmosis | 10 |
| 2.4 | Sistem Osmosis Songsang | 11 |
| 2.5 | Proses sistem Osmosis Songsang | 13 |
| 2.6 | Membran sistem Osmosis Songsang | 14 |
| 2.7 | Bendasing yang boleh ditapis melalui membran Osmosis Songsang | 15 |
| 3.1 | Carta aliran PSM | 18 |
| 3.2 | Lakaran awal 1 | 21 |
| 3.3 | Lakaran awal 2 | 22 |
| 4.1 | Bateri 12 volt | 28 |
| 4.2 | Pam diafragma | 29 |

| BIL. | TAJUK | MUKA SURAT |
|-------------|--|-------------------|
| 4.3 | Penapis Sedimen 5 mikron | 30 |
| 4.4 | Penapis Karbon | 31 |
| 4.5 | Membran Osmosis Songsang | 32 |
| 4.6 | Penapis Karbon kedua | 33 |
| 4.7 | Gambaran menggunakan Lukisan CAD | 35 |
| 4.8 | Prototaip pada pandangan sisi lain | 36 |
| 4.9 | Prototaip dari pandangan hadapan | 37 |
| 4.10 | Prototaip dari pandangan belakang | 37 |
| 4.11 | Pemasangan hos bagi melengkapkan sistem | 38 |
| 4.12 | Proses pengambilan sampel air sungai | 42 |
| 4.13 | Proses penapisan air sungai | 43 |
| 4.14 | Keadaan air yang sudah ditapis | 44 |
| 4.15 | Lukisan CAD bekas luaran sistem penapis air mudah alih | 45 |

SENARAI SINGKATAN

CAD = *Computer Advance Drawing*

RO = *Reverse Osmosis*

MF = *Micro Filtration*

UF = *Ultra Filtration*

NF = *Nano Filtration*

SENARAI LAMPIRAN

| BIL. | TAJUK | MUKA SURAT |
|-------------|-------------------------------------|-------------------|
| A1 | Carta Gantt PSM I | 54 |
| A2 | Carta Gantt PSM II | 55 |
| B1 | Draf lukisan CAD sistem penapis air | 57 |

BAB I

PENGENALAN

Bab ini akan menerangkan tentang latar belakang projek iaitu mesin penapis air mudah alih untuk aktiviti luar. Fungsi bagi mesin penapis air tersebut akan diterangkan dalam bab ini. Selain itu, bab ini akan disertakan sekali dengan pernyataan masalah, objektif dan skop kajian berkenaan projek ini.

1.1 LATAR BELAKANG PROJEK

Projek ini akan membangunkan sebuah mesin penapis air yang mudah alih bagi kegunaan aktiviti luar. Mesin penapis air ini merupakan penambahbaikan kepada mesin penapis air yang ada di pasaran pada masa kini. Dengan sifatnya yang mudah alih, ianya dapat memudahkan pengguna untuk mendapatkan bekalan air bersih walaupun berada pada keadaan yang tidak mengizinkan. Seperti contoh, mesin penapis air ini dapat digunakan untuk aktiviti di luar yang sukar untuk mendapatkan sumber air bersih seperti aktiviti perkhemahan, perkelahan, aktiviti di dalam hutan, aktiviti maritim, operasi

ketenteraan, bencana alam dan lain-lain lagi. Dengan menggunakan mesin penapis air mudah alih ini, bekalan air yang terhad dapat ditapis menjadi air yang lebih bersih dan selamat digunakan. Mesin penapis air ini didatangkan dalam skala yang kecil berbeza dengan mesin penapis air yang ada di pasaran sekarang. Mesin penapis air yang berada di pasaran sekarang hanyalah boleh diletakkan di sesuatu tempat dan tidak fleksibel. Berbeza dengan mesin penapis air mudah alih ini, ianya pasti membantu dalam mendapatkan air bersih walaupun dalam sumber air yang terhad kerana keistimewaannya yang mudah alih.

1.2 PERNYATAAN MASALAH

Ketika mengadakan aktiviti di luar seperti perkhemahan, perkelahan dan sebagainya, air yang bersih agak susah untuk didapati. Selain itu, hal ini turut berlaku sekiranya terdapat bencana alam, operasi ketenteraan di dalam hutan dan lain-lain lagi. Oleh sebab itu, projek ini akan membangunkan sebuah mesin penapis air yang mudah alih bagi menapis air yang kotor supaya dapat digunakan. Mesin penapis air mudah alih ini akan direka bentuk, difabrikasikan dan diuji keberkesanannya bagi mengatasi masalah tersebut. Selain itu, mesin ini juga dapat menapis dan menyahgaramkan air laut menjadi air yang bersih dan dapat diminum. Dengan konsep mesin ini yang mudah alih, ianya dapat meningkatkan keberkesanannya untuk diguna ketika saat kecemasan selain dapat menjimatkan ruang.

1.3 OBJEKTIF

Antara objektif bagi projek ini ialah:

- a. Mereka bentuk mesin penapis air yang mudah alih untuk kegunaan aktiviti di luar.
- b. Mencipta mesin penapis air mudah alih.
- c. Menguji prestasi mesin penapis air yang dicipta.

1.4 SKOP PROJEK

Bagi skop projek ini, ia termasuklah membangunkan sebuah mesin penapis air yang mudah alih dan dapat digunakan pada waktu kecemasan dan sebagainya. Selain itu, mesin ini turut dapat menapis air yang keruh dan kurang bersih selain air laut. Mesin penapis yang akan dibangunkan ini akan menggunakan teknologi penapisan yang sedia ada. Fokus bagi projek ini ialah membangunkan sebuah mesin penapis air yang mudah alih dan mudah dibawa ke sesuatu tempat sesuai dengan sifatnya yang mudah alih.

BAB II

KAJIAN ILMIAH

Bagi bab ini, tujuan projek ini iaitu membangunkan sebuah mesin penapis air yang mudah alih akan diterangkan secara menyeluruh. Bab ini juga akan meliputi tentang gambaran keseluruhan berkenaan projek ini selain menerangkan tentang komponen, spesifikasi, fungsi dan lain-lain lagi. Kajian yang berkaitan dengan projek ini juga turut disertakan untuk dijadikan sebagai rujukan kepada pembinaan mesin penapis air mudah alih ini.

2.1 GAMBARAN KESELURUHAN

Mesin penapis air merupakan sebuah mesin yang mampu untuk menapis air yang kotor menjadi air yang lebih bersih. Air yang bersih amat penting dan diperlukan dalam kehidupan seharian terutamanya untuk kegunaan memasak, membasuh baju, membersihkan diri dan lain-lain lagi. Sekiranya air yang digunakan itu tidak bersih malah tercemar, sudah tentu ia akan memudaratkan sesiapa yang menggunakannya.

Oleh sebab itu, ianya amat penting bagi menggunakan air yang cukup bersih selain dapat menghindari daripada berlakunya penyakit yang boleh tersebar melalui air seperti taun dan cirit-birit. Bagi mengatasi masalah tersebut, mesin penapis air boleh digunakan bagi memastikan air yang hendak diguna itu dijamin selamat dan tidak memudaratkan.

Kebanyakan mesin penapis air yang terdapat di pasaran sekarang adalah untuk kegunaan di kediaman ataupun di pejabat iaitu lebih kepada bersifat tertutup ataupun *indoor*. Air yang digunakan kebiasaannya bersumberkan daripada air paip yang disalurkan kepada mesin tersebut untuk ditapis. Mesin penapis air ini selalunya akan dipasang pada singki atau tempat yang dekat dengan sumber air paip. Air yang ditapis melalui mesin ini kebiasaannya digunakan sebagai air minuman ataupun untuk memasak. Selain itu, mesin penapis air ini dipasang adalah bertujuan untuk memastikan kebersihan air terjamin dan selamat digunakan. Selepas ditapis, air tersebut juga dapat dipanaskan atau disejukkan selain didapati pada suhu yang suam bergantung kepada jenis mesin.

Selain daripada itu, terdapat juga mesin penapis air yang dikomersialkan untuk tujuan perniagaan. Mesin penapis air ini turut menggunakan konsep yang sama iaitu menapis air paip yang digunakan sebagai sumber air. Walaupun begitu, mesin jenis ini selalunya diletakkan di tempat awam dan di kawasan terbuka untuk tujuan perniagaan. Sebagai contoh, seseorang yang mahu mendapatkan air bersih yang ditapis perlu memasukkan syiling ke mesin ini sebelum air bersih yang ditapis itu dapat diperolehi. Mesin penapis air ini juga didatangkan dalam skala yang besar dan ditempatkan di luar bangunan sebagai mesin layan diri.

Bagi skop untuk projek ini, sebuah mesin penapis air yang mudah alih akan dibangunkan dan berbeza dengan jenis mesin penapis air yang berada di pasaran sekarang. Ianya akan didatangkan dengan ciri-ciri mudah alih dan dapat digunakan pada bila-bila masa. Mesin penapis air mudah alih ini juga dapat digunakan untuk aktiviti luar dan senang dibawa ke mana sahaja. Kelebihan mesin penapis air ini ialah ianya dapat digunakan dalam keadaan sumber air yang terhad. Mesin ini tidak terhad untuk menapis air paip sahaja, malah dapat menapis air yang keruh dan air laut. Selain itu, mesin penapis air mudah alih ini sesuai untuk digunakan semasa perkhemahan, aktiviti di

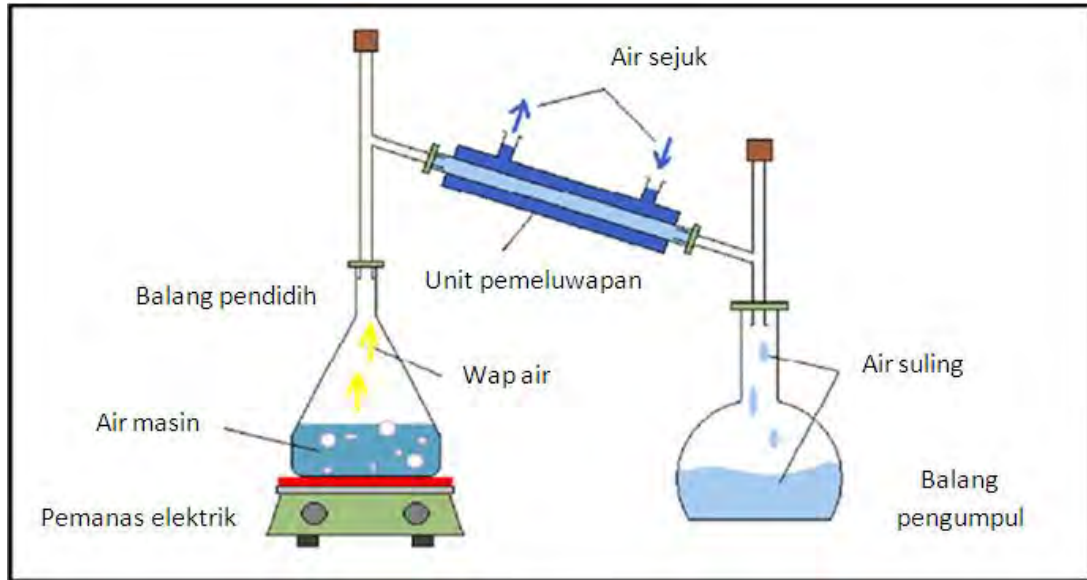
dalam hutan, aktiviti ketenteraan, aktiviti maritim, bencana alam dan lain-lain lagi. Sistem yang digunakan untuk menapis air bagi kebanyakan mesin-mesin penapis air yang sedia ada masa kini ialah sistem Osmosis Songsang.

2.2 KAEDAH-KAEDAH PENYULINGAN AIR

Selain proses penapisan air, terdapat kaedah lain yang boleh digunakan bagi mendapatkan air yang bersih. Antaranya ialah melalui proses penyulingan air. Proses penyulingan merupakan proses bagi mendapatkan air suling dengan cara memisahkan bahan-bahan kotor dan bendasing yang terdapat pada larutan air melalui proses penyejatan dan pemeluwapan. Proses penyulingan air tidak menggunakan penapis yang khusus secara langsung. Ianya bergantung kepada air suling yang akan terhasil selepas proses pemeluwapan. Kaedah-kaedah yang akan dinyatakan ini adalah antara cara yang digunapakai bagi proses penyulingan air berskala kecil yang tidak memerlukan loji rawatan dan sebagainya. Ada antara kaedah ini menggunkapakai sistem yang mesra alam dan tidak menjejaskan ekosistem muka bumi. Selain itu, kaedah yang digunakan bagi menyuling air ini juga sesuai digunakan untuk kegunaan domestik, kilang-kilang kecil, makmal dan juga di saat kecemasan (Saidur *et al.* 2011).

2.2.1 Kaedah Penyulingan Konvensional

Kaedah penyulingan konvensional adalah salah satu cara mendapatkan air bersih yang mudah dan selamat. Kaedah penyulingan sebenarnya terbahagi kepada beberapa jenis peringkat penyulingan yang lebih kompleks. Tetapi bagi proses penyulingan yang berskala kecil, kaedah penyulingan konvensional adalah menjadi pilihan. Cara penyulingan yang konvensional ini adalah lebih mudah dan cepat dihasilkan. Selain itu, air laut ataupun air yang kotor dapat disuling dengan mudah jika kaedah penyulingan ini digunakan. Rajah 2.1 menunjukkan susun atur bagi kaedah penyulingan konvensional.



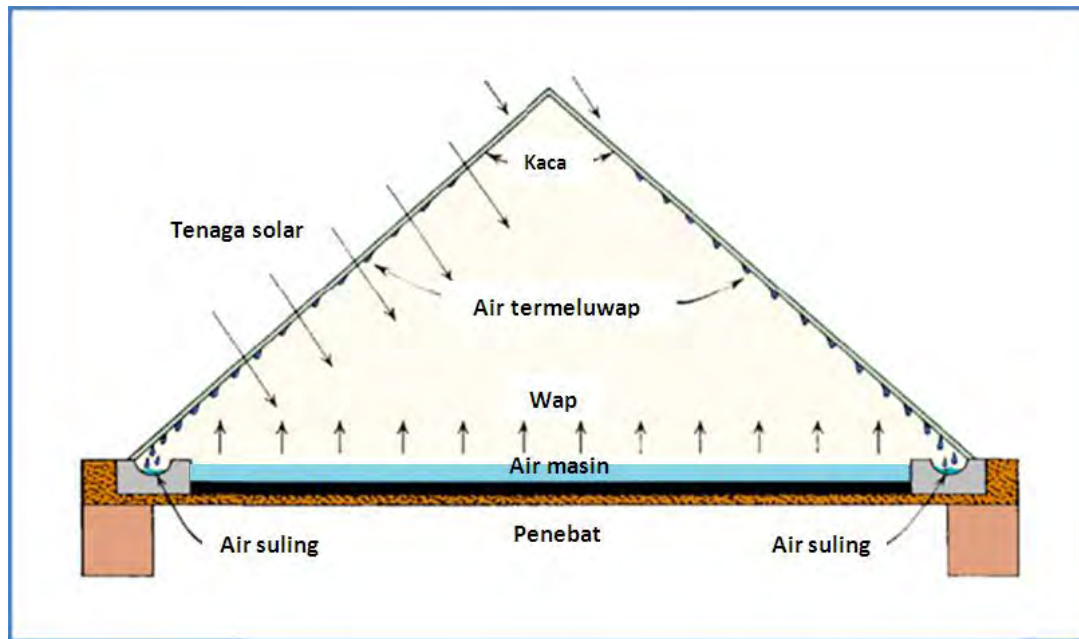
Rajah 2.1 : Susun atur kaedah penyulingan (Sumber: Saidur *et al.* 2011)

Kaedah ini kebiasaannya digunakan di makmal kimia dan juga untuk kegunaan domestik. Walaubagaimanapun, kaedah ini merupakan jenis penyulingan yang agak mahal dari segi penggunaan tenaga. Bagi kaedah ini, air masin akan dikumpulkan di dalam balang didih sebelum dipanaskan dengan menggunakan sama ada pemanas elektrik, dapur gas, dapur minyak, panel solar ataupun alat pemanas yang lain. Setelah dipanaskan, wap air yang tercetus akan naik ke unit pemeluwapan yang disejukkan dengan air sejuk di bahagian yang berasingan. Hasil daripada proses ini, wap air akan bertukar daripada keadaan gas kepada keadaan cecair. Cecair yang terbit ini seterusnya akan mengalir ke balang pengumpul dan menjadi air suling. Kaedah ini hanya sesuai untuk mendapatkan air bersih dalam kuantiti yang sedikit sahaja (Saidur *et al.* 2011).

2.2.2 Kaedah Penyulingan Solar

Kaedah penyulingan solar merupakan proses mendapatkan air suling melalui hasil pemeluwapan air yang menyejatkan akibat tindak balas semulajadi dari matahari. Kaedah ini merupakan cara yang mesra alam dan tidak mencemarkan alam sekitar. Matahari digunakan sebagai sumber tenaga yang utama bagi mendapatkan air suling

melalui kaedah ini. Selain itu, kaedah ini juga hanya memerlukan kos yang murah dan tidak membebankan. Kaedah penyulingan solar ini juga tidak melibatkan penggunaan tenaga yang berlebihan sekaligus tidak berlakunya pembaziran tenaga. Rajah 2.2 menunjukkan susun atur bagi kaedah penyulingan solar ditempatkan.



Rajah 2.2: Kaedah penyulingan solar (Sumber: Saidur *et al.* 2011)

Berdasarkan Rajah 2.2, air laut ataupun air yang hendak disuling akan dimuatkan di bahagian tengah di atas plat penyejat. Kedudukan air laut ini adalah terletak di bahagian yang paling bawah di dalam alat penyuling solar ini. Alat ini seterusnya akan dibiarkan di bawah sinaran matahari yang terik. Kesan haba daripada matahari ke atas alat ini akan menyebabkan air laut tersebut menyejat ke atas. Apabila wap air yang tersejat ini termeluwap ke atas permukaan condong yang lutsinar dan sejuk tersebut, titisan air akan terbentuk. Permukaan condong yang lutsinar ini biasanya diperbuat daripada kaca atau plastik (Saidur *et al.* 2011). Dengan bantuan tarikan graviti dan kedudukan condong permukaan kaca tersebut, titisan air akan mengalir ke bawah lalu terkumpul di bahagian sisi alat yang mempunyai tempat takungan. Setelah itu, air suling