

MEREKA BENTUK DAN MEMBINA BOT SOLAR

NADZRI BIN ABITALIB

**PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN
KEPUJIAN**

**PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

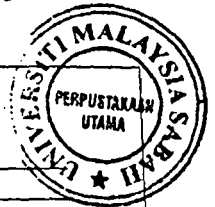
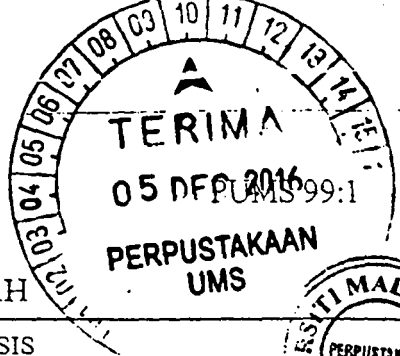
2016



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ARKIB

264192



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: MEREA BENTUK DAN MEMBINA BOT SOLAR

IJAZAH: SARJANA MUDA KEPUJIAN FIZIK DENGAN ELEKTRONIK

SAYA: NADZRI BIN ABITALIB SESI PENGAJIAN: _____
(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis *(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT (Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD (Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana Penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
Disahkan oleh: ANDAZLYNE MOH. JOHAN @ JACKLYNE
PUSTAKAWAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

[Signature]
(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat tetap: PERADAT CS CHAN KE,
MILE 10, JALAN TUNABI SUPPAS
LOT 1, MEGGAGAL, 88450
COTA LIMABAWA.

Ag. Suqyan Abd. Hamid.
NAMA PENYELIA

Tarikh: 01/7/2016

Tarikh: 01/7/16

Catatan :- * Potong yang tidak berkenaan.
* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
* Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)

PERPUSTAKAAN UMS



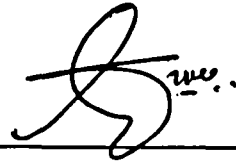
1000372372



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.



NADZRI BIN ABITALIB

(BS13110372)

7 JUN 2016

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH




UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

PENYELIA

(EN. AG SUFIYAN ABD HAMID)

 30/6/16.

Ag Sufiyan Abd Hamid
Pensyarah
Program Fizik Dengan Eksotik
Fakulti Sains dan Sumber Alam
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Syukur alhamdulillah dengan izin-Nya dapat saya siapkan Projek Sarjana Muda ini dalam masa yang telah ditetapkan. Di kesempatan ini, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua pihak yang banyak membantu saya dalam menyiapkan projek tahun akhir ini.

Jutaan terima kasih kepada penyelia projek saya iaitu Encik Ag Sufiyan yang banyak membantu dan memberi tunjuk ajar dalam membina projek ini. Selain itu, memberikan saya semangat yang tidak berbelah bagi dan juga sokongan beliau dalam menjayakan tugas tersebut serta atas perkongsian idea yang banyak membantu saya dalam menyiapkan projek ini dari awal hingga akhir. Terima kasih juga kepada semua tenaga pengajar program Fizik dengan Elektronik yang tidak putus-putus memberikan tunjuk ajar kepada saya.

Terima kasih juga kepada ibu bapa saya yang banyak memberi sokongan dan bertukar pendapat tentang projek kajian yang saya lakukan. Tidak lupa juga kepada sahabat-sahabat saya yang banyak membantu dan memberi tunjuk ajar kepada saya sepanjang proses pembelajaran ini.

Ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada semua individu yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam menyiapkan projek saya ini. Diharapkan projek kajian yang saya lakukan ini dapat memberi manfaat kepada pihak yang memerlukan.

Terima kasih.

ABSTRAK

Teknologi fotovoltex ialah teknologi yang mendapat sumber tenaga sepenuhnya daripada cahaya matahari. Dalam sistem ini, cahaya matahari akan diserap oleh PV panel dan akan ditukarkan kepada tenaga elektrik. Ini merupakan salah satu teknologi yang semakin berkembang pesat mengikut peredaran zaman. Untuk membina bot berkuasa solar ini, terdapat satu sistem PV yang dikenal pasti. Iaitu jenis sistem PV ialah *stand alone*. Tenaga elektrik yang dijana sistem PV disimpan dalam storan bateri yang menanggung segala keperluan beban. Oleh itu, untuk menghasilkan projek ini, memerlukan beberapa komponen yang sangat penting untuk melengkapkan sistem *stand alone*. Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk membina bot yang dijana oleh sistem integrasi kuasa solar dan motor elektrik. Hal ini adalah untuk menjimatkan kos pembelian untuk bahan api disamping mengurangkan pencemaran terhadap alam sekitar memandangkan harga bahan api semakin mahal. Projek ini meliputi gabungan sistem motor elektrik dan sistem solar fotovoltex. Kedua-dua sistem ini kemudiannya digabungkan dengan bot yang telah dibina untuk menggerakkan bot tersebut. Beberapa pengujian dan analisis dijalankan antaranya ialah pengujian daya apung bot. Analisis ini adalah bagi menguji beban yang mampu untuk dibawa oleh bot tersebut. Selain itu, ujian kelajuan bagi bot tersebut juga dijalankan. Ujian ini dijalankan adalah dengan menetapkan jarak dan mengambil masa yang diambil oleh bot tersebut untuk sampai ke destinasi. Proses mengkaji dan mendapatkan data mengenai prestasi bot dari segi pelbagai aspek akan dilakukan secara berasingan. Set data pertama akan diambil semasa bot tersebut menggunakan bateri sahaja sebagai sumber tenaga. Seterusnya data akan diambil semasa bot tersebut menggunakan sumber tenaga dari bateri yang diintegrasikan dengan tenaga solar. Perbandingan akan dilakukan bagi mengetahui sumber tenaga mana yang mempunyai lebih banyak kelebihan. Kesimpulannya, penggunaan sistem solar untuk mengecap bateri dapat meningkatkan penggunaan motor elektrik lebih lama.

ABSTRACT

Photovoltaic technology is the technologies that fully harvested from the sun. In this system, sunlight absorbed by the PV panels and will converted into electrical energy. This is one of the fast growing technologies in accordance with the times. To build a solar-powered boat, there is type of PV system that are identified which is stand alone system. Electricity generated is stored in the storage PV system batteries to bear any load requirements. Therefore, to accomplish this project, it is requiring some of important components to complete the stand alone system. The tools that required are photovoltaic cells, charge controllers, batteries and loads. Each of this component must be connect according to the right circuit to make sure this project would run smoothly. The purpose of this study is to build a boat which is generated by the integration of solar power system and electric motor. This is to save the cost of the fuel while reducing environmental pollution as the price of fuel more expensive. The project includes the combination of an electric motor system and solar photovoltaic system. This combination is then connected the boat that been build to move it. Some tests and analysis are conduct such as testing the buoyancy of the boat. This analysis is to test how many load that can be carried out by the boat. In addition, the speed test also carried out. This test is done by setting the distance and took the time taken by the boat to reach the destination. The process of review and get the data about the performance of the boat in various aspects will be carried separately. The first data will be taken when the boat using only the battery as a power source. Then, the data will be collected and record during the boat using battery that integrated with solar energy. Comparisons will be made to identify which have more advantages. In conclusion, the electric motor can be used much longer when solar systems use to charge the battery.

KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Tujuan Kajian	3
1.3 Objektif Kajian	4
1.4 Skop Kajian	4
1.5 Pengetahuan	5
1.6 Hipotesis	6
BAB 2 ULASAN LITERATUR	7
2.1 Panel Solar Fotovoltek	7
2.2 Jenis Sistem Fotovoltek	9
2.2.1 Sistem Berdiri Sendiri	10
2.2.2 Sambungan Grid	12
2.2.3 Hibrid	12
2.3 Sejarah Bot	13

2.3.1	Bot Yang Direka	16
2.3.2	Komponen Asas Bot Solar	16
	a. Pengawal Cas	16
	b. Bateri	17
	c. Motor Elektrik	18
2.4	Kegunaan Bot Solar	19
	2.4.1 Global	19
	2.4.2 Malaysia	20
2.5	Penggunaan Sistem Solar Dalam Bot	20
BAB 3 METODOLOGI		21
3.1	Pengenalan	21
3.2	Mereka Bentuk dan Membina Bot	21
	3.2.1 Carta Alir	22
	3.2.2 Senarai Komponen	23
	3.2.3 Reka Bentuk 3D Bot Solar	24
3.3	Integrasi Sistem Motor Elektrik dan Sistem Solar	25
	3.3.1 Kelajuan	25
BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN		27
4.1	Pengenalan	27
4.2	Keputusan dan Perbincangan	28
	4.2.1 Ujikaji kelajuan bot solar	29
	4.2.2 Ujikaji voltan berkurang	31
4.3	Ulasan hasil projek	34

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Cadangan	38
RUJUKAN	39



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
3.1	Senarai komponen dan bahan	23
4.1	Masa diambil untuk beban berbeza-beza dalam jarak 100 meter	29
4.2	Integrasi antara sistem tenaga elektrik (bateri) dan sistem solar untuk menggerakkan motor	31
4.3	Integrasi antara sistem tenaga elektrik (bateri) untuk menggerakkan motor	32

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
2.1 Skema sel fotovoltex	9
2.2 Sistem pasangan terus	10
2.3 Sistem berdiri sendiri	11
2.4 Sistem sambungan grid	12
2.5 Sistem hibrid	13
2.6 Kanu	14
2.7 Bot berkuasa stim ataupun wap	15
2.8 Contoh pengawal cas modul PV	17
2.9 Contoh bateri asid-plumbum	18
2.10 Motor elektrik	19
3.1 Carta alir pelaksanaan projek	22
3.2 Reka bentuk 3D Bot berkuasa solar	24
4.1 Graf menunjukkan kelajuan Bot solar dengan beban berbeza-beza	30
4.2 Graf Integrasi antara sistem bateri dan sistem solar untuk menggerakkan motor dan Integrasi antara sistem bateri untuk menggerakkan motor	33

SENARAI FOTO

No. Foto	Muka Surat
2.1 Rakit	14
2.2 Bot menggunakan enjin sangkut berkuasa petrol	15
2.3 Contoh Bot solar	16
4.1 Bot Solar	28
4.2 Bot solar dengan beban empat orang	28

SENARAI SIMBOL

A	Ampere
V	Volt
W	Watt
AJ	Ampere Jam
kg	kilogram
m	meter
I	Arus
P	Kuasa

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Pada era globalisasi tanpa limitasi ini, peningkatan populasi hidup dan kemajuan teknologi yang semakin rancak berkembang mengakibatkan permintaan penggunaan sumber tenaga semakin meningkat dari semasa ke semasa. Permintaan penggunaan sumber tenaga yang semakin besar haruslah ditangani dengan mengimbangkan permintaan tenaga dan penghasilan tenaga dengan sedikit pencemaran dan kemusnahan kepada alam sekitar. Penggunaan berterusan ini akan mengakibatkan kemelesetan kepada bekalan tenaga yang sedia ada serta menyumbang kepada pencemaran alam sekitar. Dunia bakal mengalami krisis kekurangan sumber tenaga bagi sumber bahan api seperti arang batu, petroleum dan gas asli. Kebergantungan sumber tenaga dunia adalah tertumpu kepada sumber tenaga yang tidak boleh diperbaharui bagi memenuhi keperluan dan kehendak pengguna.

Untuk menangani isu-isu tenaga secara menyeluruh, adalah penting untuk mempertimbangkan kerumitan penghasilan tenaga ini. Bagi mengatasi masalah ini, sumber-sumber yang boleh diperbaharui dilihat sebagai prospek yang berpotensi tinggi. Sumber-sumber tenaga yang boleh diperbaharui seperti tenaga suria atau solar, tenaga angin, tenaga arus, tenaga ombak, tenaga geoterma, biojisim dan lain-lain yang dipanggil sumber bukan tenaga konvensional mesti terus diasas dan diterokai sehingga sumber yang boleh diperbaharui atau tidak terhad benar-benar berdaya maju dan mampu menandingi sumber tenaga tidak boleh diperbaharui.

Sumber tenaga yang boleh diperbaharui ini sangatlah berpotensi untuk menjamin masa depan dan memberi kesinambungan penjana tenaga yang menyakinkan kerana sumber tenaga ini lebih bersih, mesra alam, selamat dan berkekalan (Snedden, 2005).

Tenaga solar adalah tenaga sinaran yang dihasilkan oleh matahari yang tidak akan habis digunakan sekurang-kurangnya untuk berjuta-juta tahun. Setiap hari matahari memancarkan tenaga yang mengekalkan planet bumi pada suhu yang boleh diterima. Terdapat dua teknologi yang diguna pakai dalam menukarkan tenaga solar kepada tenaga elektrik iaitu menggunakan teknologi fotovoltaik (PV) dan *concentrated solar power*. Sel fotovoltaik atau PV ini beroperasi dengan menerima sinaran matahari dan menukarkan kepada kuasa elektrik. Teknologi PV ini menjanakan kuasa menggunakan panel solar yang terdiri daripada beberapa sel solar yang mengandungi bahan-bahan semikonduktor seperti silikon. Pada tahun 1960 sel fotovoltaik telah dicipta, sel ini di gunakan untuk menjana kuasa kepada satelit, kalkulator, cas bateri, kereta solar, bot solar dan lain-lain. Sel ini menyediakan elektrik dan memanaskan air untuk rumah-rumah dan perniagaan komersial. Proses penghasilan tenaga elektrik ini adalah daripada cahaya atau foton dari matahari melanggar dinding sel solar dan membolehkan foton cahaya ini dipantulkan semula, menembusi atau diserap. Foton yang diserap ini akan membekalkan tenaga untuk menjana kuasa elektrik (Quaschnig, 2010).

Teknologi *concentrated solar power* pula menggunakan kanta atau cermin dan sistem pengesanan untuk memberi tumpuan kawasan luas cahaya matahari kepada pancaran kecil dan dihalakan ke dalam cecair untuk dipanaskan. Cecair itu kemudian menghasilkan wap. Wap ditukarkan kepada tenaga mekanikal atau kinetik dalam turbin dan kemudian kepada elektrik oleh penjana kuasa yang disambungkan kepada turbin. Teknologi ini menggunakan teknologi penumpuan yang sangat luas, contohnya ialah *parabolic trough*, *concentrating linear Fresnel reflector*, *stirling dish* dan menara kuasa solar.

Pelbagai teknik yang telah dicipta dan dibangunkan untuk mengesan dan memfokus matahari (Kaltschmitt *et. al*, 2007). Dengan kedudukan geografi negara Malaysia yang sangat strategik iaitu terletak pada garisan khatulistiwa dan tidak mengalami perubahan musim seperti negara-negara lain. Oleh itu, teknologi tenaga solar ini haruslah dikembangkan lagi kerana negara kita menerima banyak sinaran matahari sepanjang tahun.

Salah satu aplikasi yang boleh di buat menggunakan teknologi solar ialah rakit ataupun bot yang telah di integrasi menggunakan integrasi motor elektrik dan sistem solar. Sistem ini berfungsi dengan menyambungkan sumber tenaga yang dicas dengan menggunakan panel solar (PV) yang menukarkan cahaya matahari kepada tenaga elektrik. Bot ini akan digerakkan oleh motor elektrik yang di integrasi dengan sumber tenaga dan panel solar tersebut.

1.2 TUJUAN KAJIAN

Kajian ini dilakukan bertujuan untuk membina bot yang dijana menggunakan integrasi kuasa solar dan motor elektrik. Kajian ini berupaya memberikan banyak kebaikan kepada para nelayan, perniagaan komersial yang membabitkan perkapalan, dan kaki pancing sekiranya teknologi ini diselidik dan dibangunkan. Antaranya ialah, dapat menjimatkan kos pembelian bahan api disamping mengurangkan pencemaran terhadap alam sekitar. Hal ini kerana, tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan bot ini adalah menggunakan kuasa yang diserap dari matahari.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian adalah seperti berikut:

1. Merekabentuk dan membina bot yang dijana oleh tenaga solar yang optimum.
2. Membina integrasi antara sistem motor elektrik dan sistem solar.
3. Melakukan ujian-ujian, mengkaji serta mendapatkan data mengenai prestasi bot.

1.4 SKOP KAJIAN

Dalam skop projek yang dijalankan ini, objektif yang telah dinyatakan diatas adalah skop utama dalam kajian ini. Untuk membuat projek ini saya menggunakan beberapa tempat untuk menyiapkan dan menguji bot ini. Saya menggunakan bengkel elektrik untuk membuat kerja pertukangan untuk membuat rangka dan struktur badan bot tersebut.

Perkakasan seperti gerudi tangan, *sander*, *air compressor*, *air stapler gun*, alat pemotong kayu, gam silikon dan *epoxy* ini hanya ada terdapat di bengkel ini. Seterusnya, saya menggunakan makmal tenaga dan getaran untuk menguji sistem motor elektrik dan sistem solar. Selain itu, saya menggunakan tasik yang terdapat di Universiti Malaysia Sabah untuk menguji kelajuan dan jarak yang boleh dicapai oleh bot yang telah di integrasi dengan motor elektrik dan sistem solar. Saya memilih tasik ini kerana ianya sesuai untuk saya menjalankan aktiviti dan ujikaji kerana keadaan persekitaran yang tidak berombak dan arus yang tidak kuat. Saya juga melakukan pengoptimuman pada sistem solar fotovoltex sebelum membina bot yang menggunakan kuasa solar fotovoltex.

1.5 PENGETAHUAN

Sewaktu membuat projek ini, secara tidak langsung banyak pengetahuan yang baru dapat dipelajari disamping meningkatkan kemahiran seorang pelajar. Dalam membuat projek ini, merekabentuk produk dengan menggunakan perisian yang betul adalah salah satu elemen yang sangat penting sebelum membina produk tersebut. Selain itu, membina produk dengan menggunakan peralatan yang betul dan sesuai. Untuk membina bot ini terdapat beberapa kerja-kerja pertukangan yang harus dilakukan. Antaranya ialah, kerja pemotongan kayu dan plywood, memaku dan mengecat. Dalam melakukan kerja-kerja pertukangan ini penggunaan peralatan yang betul adalah sangat penting dalam melakukan pekerjaan ini. Mesin seperti gerudi tangan, pemotong kayu, *air compressor* adalah alatan khas yang digunakan dalam membuat projek ini.

Selain itu, pengetahuan baru dalam membuat projek bot solar ini ialah kerja-kerja elektrik iaitu penggunaan sumber tenaga yang sesuai dan penyambungan wayar yang betul. Kesalahan dalam penyambungan wayar dan penggunaan sumber tenaga yang tidak sesuai boleh menyebabkan kerosakan pada alatan dan kemalangan. Penyambungan sumber tenaga kepada motor elektrik adalah sangat penting kerana setiap motor elektrik menggunakan voltan yang berbeza-beza.

Membuat ujikaji bot solar tersebut dalam mendapatkan data merupakan elemen yang sangat penting dan berguna kepada pelajar atau individu. Bot solar tersebut akan diuji dan setiap proses serta analisis akan diambil dan dicatat bagi mendapatkan data yang dingini tepat dan padat. Ujikaji seperti mengukur jarak maksimum yang boleh dicapai oleh bot tersebut dan ketahanan sumber tenaga yang digunakan merupakan pengetahuan yang sangat penting untuk menambah kemahiran seseorang individu.

Dalam membuat projek ini, terdapat banyak ciri-ciri keselamatan yang harus dipatuhi sebelum membuat kerja-kerja pertukangan dan pengujian terhadap projek tersebut.

Antaranya ialah memakai sarung tangan getah, kaca mata keselamatan, topeng kimpalan keselamatan dan kasut keselamatan dalam membuat kerja-kerja pertukangan. Bagi kerja-kerja pengujian bot solar diatas tasik ialah, seseorang individu harus menggunakan jaket keselamatan.

1.6 HIPOTESIS

Semakin banyak tenaga yang boleh disimpan dalam jangka masa yang lebih panjang sistem ini akan dapat beroperasi dengan lebih lama. Dengan rekabentuk yang sesuai dan jumlah sinaran suria yang optimum, sistem ini akan beroperasi dengan lancar di mana bot menjadi lebih laju.

BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 PANEL SOLAR FOTOVOLTEK

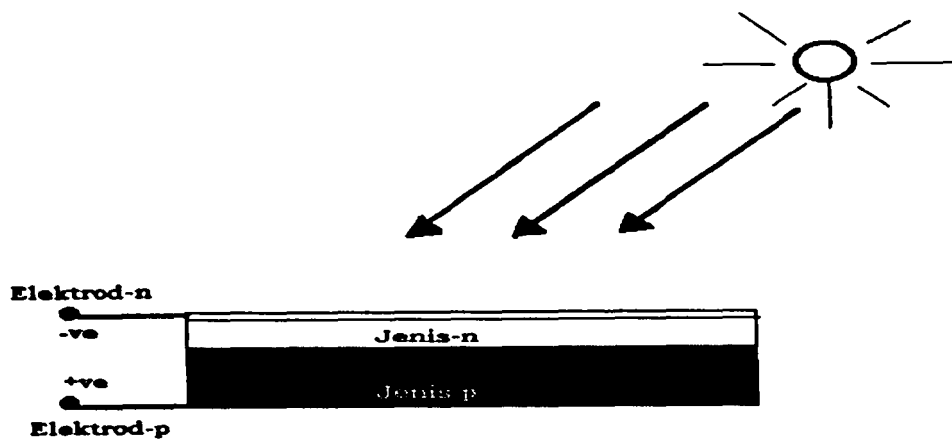
Tenaga suria ataupun dikenali sebagai tenaga solar bermaksud cahaya dan pancaran cahaya dari matahari yang mempengaruhi iklim dan cuaca bumi. Kuasa solar juga dinamakan sebagai tenaga solar atau lebih khusus lagi untuk merujuk kepada tenaga elektrik yang dijana daripada radiasi solar. Sinaran matahari adalah sumber sekunder seperti kuasa angin, ombak, hidroelektrik dan bijisim adalah antara kebanyakan aliran yang sedia ada yang boleh diperbaharui tenaga di bumi (Ariffin, 2008).

Kesan fotovoltex ditemui oleh seorang ahli fizik Perancis, Edmond Becquerel. Pada 1839 Becquerel menulis kertas kerja tentang kajian beliau ke atas bateri basah yang menunjukkan bahawa voltan bateri bertambah apabila plat perak pada bateri tersebut disinarkan dengan sinaran suria. Namun, kajian tersebut tidak banyak memberi sumbangan kepada pembangunan sel suria pada masa itu, sebaliknya konsep ini digunakan sebagai asas kajian dalam bidang fotografi. Kesan fotovoltex dalam bahan pepejal kemudiannya dilaporkan oleh Adams dan Day, pada tahun 1877 dari Universiti Cambridge. Mereka membuat kajian ke atas bahan selenium dan mencerap perubahan sifat elektrik apabila bahan ini didedahkan kepada sinaran suria. Pada 1883 Charles Edger Fritts, seorang pakar elektrik dari New York berjaya membina sel suria daripada selenium yang hampir sama dengan sel suria silikon yang banyak digunakan hari ini (Mohd Yusof & Kamaruzzaman, 2002).



Tenaga solar boleh dibahagikan kepada beberapa jenis dan salah satunya ialah sistem fotovoltex. Fotovoltex merupakan teknologi yang menukarkan kuasa elektrik arus terus (DC) dengan menggunakan bahan semikonduktor apabila bahan ini terkena pancaran matahari. Bahan semikonduktor digunakan dalam pembuatan panel solar fotovoltex membolehkan tenaga cahaya yang terpancar ke permukaan bahan ditukarkan kepada tenaga elektrik. Panel solar fotovoltex tidak memerlukan pengecasan semula seperti bateri (Hegedus & Lurque, 2011).

Rajah 2.1 menunjukkan skema sel fotovoltex. Sel suria didalam fotovoltex ialah simpan p-n yang terdiri daripada sekeping wafer semikonduktor silikon jenis-p yang diendapkan diatasnya satu lapisan nipis semikonduktor silikon jenis-n. Wafer di sebelah bawah dinamakan tapak, manakala mendapan di atasnya dinamakan lapisan permukaan. Perhatikan bahawa lapisan permukaan bahan jenis-n ialah lapisan yang menghadap sinaran matahari. Elektrod yang terdiri daripada lapisan mendapan yang sangat nipis dipasang di lapisan permukaan. Oleh sebab sinaran suria dalam julat frekuensi gelombang nampak diperlukan untuk menjana elektron, maka elektrod pada permukaan ini dibuat sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu sinaran suria yang menyimpannya. Bahagian atas lapisan permukaan ini terdapat bahan lutsinar yang kuat dan kukuh. Elektrod pada wafer pula disambungkan ke wafer oleh bahan pengalir biasa. Apabila sinaran suria menimpa peranti sel suria, sebahagian daripada foton akan memberikan tenaganya kepada sel tersebut. Akibatnya elektron teruja daripada aras valensi ke aras konduksi dan membentuk pasangan elektron-lohong di dalam sel fotovoltex. Pembentukan pasangan elektron-lohong akan menghasilkan arusfoto yang mengalir daripada bahan jenis-n kepada bahan jenis-p didalam sel suria. Arus pasangan elektron-lohong yang terjana akan membolehkan tenaga elektrik dijana (Mohd Yusof & Kamaruzzaman, 2002).



Rajah 2.1 Skema sel fotovolttek (Mohd Yusof & Kamaruzzaman, 2002).

2.2 JENIS SISTEM FOTOVOLTEK

Sistem fotovolttek (PV) merupakan teknologi yang mampu untuk membekalkan tenaga elektrik kepada beban yang diberikan dengan menukarkan tenaga solar melalui kesan fotovolttek. Struktur sistem ini sangatlah fleksibel. Modul PV adalah blok bangunan utama untuk sistem fotovolttek, ini dengan menyusunnya ke dalam tatasusunan untuk meningkatkan penghasilan tenaga elektrik. Secara kebiasaannya, terdapat beberapa peralatan yang diperlukan untuk mengubahnya kedalam bentuk tenaga atau menyimpan tenaga tersebut untuk kegunaan masa depan. Oleh itu, sistem yang dihasilkan akan ditentukan oleh keperluan tenaga (beban) dalam aplikasi tertentu. Sistem PV boleh dikelaskan secara umum kedalam tiga kumpulan utama iaitu sistem sambungan grid dan sistem berdiri sendiri (stand alone) dan sistem hibrid.

2.2.1 SISTEM BERDIRI SENDIRI

Kini terdapat banyak sistem fotovoltex berdiri sendiri beroperasi di seluruh dunia untuk aplikasi kuasa. Sistem ini mempunyai pelbagai saiz dari beberapa watt hingga ke puluhan kilowatt. Kebanyakan pengeluar sistem ini menawarkan pelbagai sistem standard seperti untuk pengecas bateri, pam air, lampu jalan, peti sejuk, peralatan sekuriti dan banyak lagi (Hill, 1989).

Sistem ini diasingkan daripada grid pengagihan elektrik. Sistem berdiri sendiri bermaksud ia beroperasi secara sendiri bagi menyalurkan tenaga elektrik. Sistem ini boleh dibahagikan kepada dua iaitu sistem pasangan terus (*Direct coupled System*) dan sistem berdiri sendiri sambungan bateri. Untuk sistem pasangan terus sel fotovoltex akan menyalurkan tenaga elektrik terus kepada muatan elektrik tanpa sambungan bateri. Sistem jenis ini akan berfungsi hanya pada siang hari dimana terdapat cahaya matahari kerana tiada sistem untuk menyimpan tenaga. Rajah 2.2 menunjukkan salah satu sistem berdiri sendiri. Sistem ini sering digunakan bagi penggunaan kipas atau pam air (Messenger *et. al*, 2011).



Rajah 2.2 Sistem pasangan terus (S. Sumathi *et. al*, 2015).

Satu lagi sistem berdiri sendiri dimana bateri digunakan sebagai penyimpan tenaga. Rajah 2.3 menerangkan konfigurasi sistem yang paling biasa digunakan. Sistem ini sama dengan sistem pasangan terus, kecuali ada beberapa tambahan komponen yang diperlukan untuk kestabilan pengecasan bateri. Panel PV boleh disambung secara siri untuk mendapatkan peningkatan yang diinginkan dalam voltan arus terus (DC) seperti 12V, 24V atau 42V.

RUJUKAN

Accessories Ajiking. Retrieved April 20, 2016, from

<http://www.tcetackles.com.my/>

Antonio Luque and Steven Heqedus. 2011. *Handbook of Photovoltaic Science & Engineering 2nd edition*. John Wiley and Sons Ltd.

Ariffin Abdullah. 2008. *Portable Solar Street Lamp*. Disertasi Sarjana Kejuruteraan. Universiti Malaysia Pahang.

Battery reconditioning-old battery resurrection. Retrieved May 15, 2016, from

<http://batteryreconditioningisawesome.com/lead-acid-battery-repair/>

Dag Pike. 1992. *Fishing Boats and their Equipment 3rd edition*. University Press Cambridge.

Evolusi teknologi enjin bot. Retrieved November 14, 2015, from

http://ww1.utusan.com.my/utusan/Luar_Negara/20140428/lu_07/Evolusi_teknologi-enjin-bot#ixzz3tRHhPDmH

Homemade Rafting Association. Retrieved November 28, 2015, from

<http://www.raftplan.com/lograft.aspx>

Kirkpatrick Sale. 2001. *The Fire of His Genius: Robert Fulton and the American Dream*. Simon & Schuster. New York.

Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese. 2007. *Renewable Energy: Technology, Economics and Environment*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York.

- Mohd. Yusof Hj. Othman, Kamaruzzaman Sopian. 2002. *Teknologi Tenaga Suria*. Universiti Kebangsaan Malaysia. Selangor.
- Noor Juwaini Ayuni. 2009. *Photovoltaics Charge Controller*. Disertasi Sarjana Kejuruteraan. Universiti Malaysia Pahang.
- Pedal your way to fun. Retrieved November 23, 2015, from <https://www.boats.com/reviews/paddle-qwest-16-pedal-way-fun/>
- Perkembangan kapal laut masa ke masa. Retrieved November 23, 2015, from <http://www.writinganythink.com/2013/01/perkembangan-kapal-laut-masa-ke-masa.html>
- R Hill. 1989. *Applications of Photovoltaics*. Adam Hilger. Philadelphia and Bristol.
- Raymond A. Chris Vuille. 2007. *Serway's Essential of College Physics*. David Harris. USA.
- Rcgur Messenger, D Yogi Goswami, Hari M. Upadhaya, Takhir M. Razykof and Roland Winston. 2011. *Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy. Photovoltaics Fundamental, Technology & Application*. Taylor & Francis group.
- Robert Snedden. 2005. *Energy Alternatives*. Heinemann Educational. Oxford.
- Roger Marshall. 2002. *All about Powerboats: Understanding Design and Performance*. McGraw-Hill.
- Schuler. 2003. *Electronics Principle and Application Ed. Ke-6*. Mc Graw Hill, New York.

Solar Battery Chargers and PV System Controlllers. Retrieved November 28, 2015,
from

<http://www.powerstream.com/pv-control.htm>

Sumathi S, Ashok Kumar L, Surekha P. 2015. *Solar PV and Wind Energy Conversions Systems An Introduction to Theory, Modeling with MATLAB/SIMULINK, and the Role of Soft Computing Techniques*. Springer International. Switzerland.

Volker Quaschnig. 2010. *Renewable Energy and Climate Change*. John Wiley & Sons, Ltd. United Kingdom.