

raf

TK2960 M42 2006



0000033255

Solarbot / Mohd Fairuz Che Abdul Wahab.


SOLARBOT

MOHD FAIRUZ BIN CHE ABDUL WAHAB

MEI 2006

“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penanugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri).”

Tandatangan

: 

Nama Penyelia

: En. Fariz Bin Ali @ Ibrahim

Tarikh

: 4 MEI 2006

SOLARBOT

MOHD FAIRUZ BIN CHE ABDUL WAHAB

Laporan Ini Dikemukakan Sebagai Memenuhi Sebahagian Daripada Syarat
Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kuasa Industri)

Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia

MEI 2006

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



Tandatangan :
Nama : Mohd Fairuz Bin Che Abdul Wahab
Tarikh : 4 MEI 2006

Teristimewa buat ayah dan ibu tersayang serta keluarga.

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah kurnia, berkat dan rahmat dariNya, dapat juga saya menyiapkan Projek Sarjana Muda (PSM) dengan sempurna yang mungkin. Pertama sekali saya ingin merakamkan jutaan terima kasih kepada kedua ibu bapa saya yang tercinta atas sokongan padu mereka dan juga ahli keluarga yang tidak jemu memberi dorongan kepada saya terutama dalam merealisasikan PSM saya ini. Saya juga mengambil kesempatan ini untuk merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada penyelia saya En. Fariz Bin Ali @ Ibrahim yang merupakan pensyarah di Fakulti Kejuruteraan Elektrik, Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia (KUTKM). Tanpa kerjasama, panduan, tunjuk ajar dan komitmen daripada beliau sudah pastinya saya menghadapi kesukaran dalam melaksanakan PSM saya ini dengan sempurna. Tidak lupa juga jutaan terima kasih buat semua pensyarah KUTKM yang terlibat secara langsung ataupun tidak. Akhir sekali saya ingin merakamkan jutaan terima kasih kepada rakan-rakan yang telah membantu saya serta sesiapa sahaja yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak. Sesungguhnya saya teramat menghargai bantuan dan sokongan yang telah dihulurkan oleh semua pihak. Terima Kasih.

ABSTRAK

Projek Sarjana Muda (PSM) adalah satu kajian ilmiah yang berkaitan dengan bidang kajian di fakulti yang mesti disediakan oleh pelajar tahun akhir sebagai memenuhi syarat bagi penganugerahan Ijazah Sarjana Muda. Dewasa ini, banyak robot telah dicipta dan dibangunkan yang kebiasaannya menggunakan bateri sebagai sumber kuasa. Sebagaimana yang kita tahu, bateri hanya boleh digunakan dalam tempoh jangkamasa yang singkat dan perlu ditukar jika tenaganya telah lemah. Jadi kita memerlukan bateri yang tahan lama dan boleh membekalkan tenaga sepanjang tempoh operasi untuk menggerakkan robot tersebut. Dengan lain perkataannya kita memerlukan sumber tenaga yang berterusan bagi mengoperasikannya. Dengan menggunakan tenaga solar atau photovoltik (PV), ditambah dengan sistem bateri cas semula, kita mampu membekalkan tenaga yang berterusan kepada robot tersebut untuk beroperasi. Tenaga solar atau PV adalah sumber tenaga baru yang bersih dan menepati aspek persekitaran. Jadi dalam Projek Sarjana Muda ini, satu *mobile* robot akan cuba dibangunkan dengan mengaplikasikan penggunaan solar atau PV sebagai sumber bekalan tenaga. Kombinasi solar dan robot yang dilengkapi dengan *microcontroller* PIC16F877A sebagai 'otak', maka lahirlah ***Solarbot***.

ABSTRACT

A lot of mobile robot has been developed recently and usually it uses battery as its power supply. As we know, battery just a short term supply and need to be change when their energy become weak. Longer lasting battery is needed for the mobile robot to withstand along the longer operating time. For the robot to operate continuously, batteries are not suitable. By using solar energy or photovoltaic (PV), it will provide longer duration energy for the mobile robot to operate. Solar energy or PV is one of the one of the most used renewable energy. This energy is a clean and doesn't pollute the environment. So for this project, a simple mobile robot which uses solar or PV as its power supply is being developed. Along with microcontroller PIC16F877A as the robot's brain, *Solarbot* is thus created.

ISI KANDUNGAN

BAB	TAJUK	HALAMAN
	PENGESAHAN PENYELIA	
	TAJUK PROJEK	i
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ISI KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	ix
	SENARAI RAJAH	x
	SENARAI LAMPIRAN	xii
1	PENGENALAN	
	1.1 Objektif	1
	1.2 Skop Projek	2
	1.3 Pernyataan Masalah	2
2	KAJIAN LITERATUR	
	2.1 Tenaga Solar	4
	2.2 Bagaimana Tenaga Elektrik Terhasil Daripada Tenaga Solar	6
	2.3 Konsep Asas Robot	7
	2.4 Revolusi Robot Berkonsepkan Solar	7
3	METODOLOGI	
	3.1 Senarai Komponen	11
	3.2 Panel Solar	12
	3.3 Motor Arus Terus (DC)	13
	3.3.1 Prinsip Asas Motor Arus Terus	14

3.3.2	Rekabentuk Dalaman Motor Arus Terus	15
3.4	Rekabentuk Akhir Litar	17
3.4.1	Litar Skematik Penghantar (<i>transmitter</i>)	17
3.4.2	Litar Skematik Utama	18
3.4.3	Litar Pengatur Voltan 5V	19
3.4.4	Perincian Litar	19
3.4.5	Kendalian Litar	21
3.5	Pengawal Mikro (<i>microcontroller</i>)	24
3.5.1	Gambarajah Pin	25
3.5.2	Aturcara	26
4	ANALISA SIMULASI	
4.1	Analisa Tanpa Beban	29
4.2	Analisa Dengan Beban	34
4.3	Analisa Kesan Resonan	37
4.4	Aplikasi Darlington Transistor	41
5	KEPUTUSAN	43
6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	48
	RUJUKAN	50
	LAMPIRAN	52

SENARAI JADUAL

NO.	TAJUK	HALAMAN
3.1	Senarai Komponen	11
3.2	Spesifikasi Panel Solar Solarex , SA-0640	13
3.3	Spesifikasi <i>TSOP1136 IR Receiver</i>	20
3.4	Spesifikasi <i>TSUS540 IR LEDs</i>	21
3.5	Kawalan Motor 1	23
3.6	Kawalan Motor 2	23
3.7	Parameter Pengawal Mikro PIC16F877A	24

SENARAI RAJAH

NO.	TAJUK	HALAMAN
2.1	Penyebaran cahaya matahari yang menyeluruh	5
2.2	<i>Energy Band-Gap</i>	6
2.3	<i>Solar-powered Autonomous Underwater Vehicles (SAUVs)</i>	8
2.4	<i>Cools Robot</i>	8
3.1	Panel Solar Solarex , SA-0640	12
3.2	Motor Arus Terus (DC) 3V	13
3.3	Prinsip Asas Motor Arus Terus	14
3.4	Keratan Rentas Motor Arus Terus	15
3.5	Kedudukan Berus Karbon	15
3.6	Bahagian Rotor Motor Arus Terus	15
3.7	Kedudukan Komponen Bahagian Rotor	16
3.8	Bahagian Stator Motor Arus Terus	16
3.9	Litar Skematik Penghantar (<i>Transmitter</i>)	17
3.10	Litar Skematik Utama	18
3.11	Litar Skematik Pengatur Voltan 5V	19
3.12	<i>TSOP1136 IR Receiver</i>	19
3.13	<i>TSUS540 IR LEDs</i>	21
3.14	Kedudukan Modul Infra Merah	22
3.15	Gambarajah Pin <i>microcontroller</i> PIC16F877A	25
4.1	Rekabentuk litar awal sebelum analisa simulasi	28
4.2	Gelombang keluaran litar awal	29
4.3 (a)	Simulasi pergerakan motor apabila logik tinggi (1) diberikan	30
4.3 (a)	Simulasi pergerakan motor apabila logik rendah (0) diberikan	31
4.4	Gelombang keluaran pada osiloskop	32
4.5	Gelombang keluaran analisa tanpa beban	32
4.6	Resonan pada gelombang keluaran analisa tanpa beban	33

4.7	Keluaran pada osiloskop	34
4.8	Gelombang keluaran analisa dengan beban	35
4.9	Resonan pada gelombang keluaran analisa dengan beban	35
4.10	Perbezaan antara gelombang keluaran analisa tanpa beban (a) dengan gelombang keluaran analisa dengan beban (b)	36
4.11	Sambungan perintang kuasa (<i>power resistor</i>)	36
4.12	Resonan pada gelombang keluaran	37
4.13	Penambahan kapasitor pada rekabentuk akhir litar	38
4.14	Gelombang keluaran setelah penambahan kapasitor	38
4.15	Kesan penambahan kapasitor	39
4.16	Perbezaan gelombang keluaran sebelum penambahan kapasitor (a) dengan selepas penambahan kapasitor (b)	40
4.17	Gelombang aplikasi penggunaan darlington transistor	41
5.1	Rekabentuk akhir litar utama	43
5.2	Gelombang keluaran bagi rekabentuk akhir litar	44
5.3	Litar kawalan motor yang telah siap dibuat	45
5.4	Litar kawalan motor yang dipasang dibahagian dalam solarbot	46
5.5	Panel Solar pada bahagian atas Solarbot	46
5.6	Pandangan tepi Solarbot	47
5.7	Pandangan belakang Solarbot	47

SENARAI LAMPIRAN

NO.	TAJUK	HALAMAN
A	Aturcara	52
B	PIC16F87XA Data Sheet	54
C	IR Receiver Data Sheet	65
D	Sun Chart for Malaysia	67

BAB 1

PENGENALAN

Dewasa ini telah banyak *mobile robot* atau robot mini telah dicipta terutamanya di negara-negara maju. Robot mini ini pada kebiasaannya menggunakan bateri sebagai sumber bekalan kuasa utama. Dalam Projek Sarjana Muda (PSM) ini sebuah robot mini akan cuba dibangunkan dengan mengintegrasikan tenaga solar atau photovoltik (PV) sebagai sumber bekalan kuasa. Mini robot ini dinamakan sebagai Solarbot. Tenaga solar adalah tenaga yang diperolehi dari sinaran cahaya matahari yang sampai ke bumi dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Pengawal mikro atau microcontroller PIC16F877A yang dikeluarkan oleh microchip digunakan sebagai pengawal atau 'otak' kepada mini robot ini. Solarbot merupakan mini robot yang mampu bergerak secara rawak dan mampu mengubah haluannya sekiranya terdapat sebarang halangan yang menghalang pergerakannya.

1.1 OBJEKTIF

- Dapat mengintegrasikan penggunaan tenaga solar (photovoltik) dengan robot mini.
- Dapat menentukan dan merekabentuk litar untuk menggerakkan dan juga mengawal pergerakan motor.
- Dapat menyediakan aturcara kepada pengawal micro atau *microcontroller* PIC16F877A untuk mengawal pergerakan motor secara rawak dan mengubah haluan sekiranya terdapat sebarang halangan.
- Dapat menerapkan penggunaan pengesan (sensor) dalam aplikasi mini robot.

- Dapat merekabentuk binaan bagi keseluruhan badan mini robot yang bersesuaian dengan kemampuan litar kawalan motor dan juga panel solar.

1.2 SKOP PROJEK

Dalam Projek Sarjana Muda (PSM) ini, fokus utamanya adalah lebih menjurus kepada bagaimana untuk mengaplikasikan penggunaan tenaga solar kepada robot mini. Untuk itu kajian ringkas serta analisis perlu dilakukan terhadap panel solar termasuk kesesuaian penggunaannya, ciri-ciri, aspek teknikal dan kemampuan atau keupayaan panel solar itu menghasilkan tenaga. Dalam pada itu juga analisa ringkas perlu dibuat terhadap penggunaan motor DC yang sesuai dengan sistem yang diwujudkan pada mini robot, litar-litar yang berkenaan dan penggunaan elemen atau medium yang sesuai untuk merekabentuk badan robot. Di samping itu juga analisa berkenaan dengan pengawal mikro (*microcontroller*) PIC16F877A yang bertindak sebagai 'otak' kepada mini robot perlu dilakukan dengan teliti kerana asas kawalan motor adalah pada pengawal mikro tersebut. Dengan mengimplimentasikan penggunaan *sensor* kepada mini robot sebagai medium pegas akan melengkapkan lagi keberfungsian mini robot terutamanya dalam mengawal pergerakan motor dengan mengesan sebarang bentuk halangan yang wujud dan menghantar isyarat kepada pengawal mikro untuk tindakan selanjutnya.

1.3 PERNYATAAN MASALAH

Hampir kesemua mini robot yang telah dibangunkan hari ini menggunakan bateri sebagai sumber bekalan kuasa utama. Sebagaimana yang kita tahu, bateri mempunyai had atau batas penggunaannya. Sekiranya tenaga yang tersimpan di dalam bateri itu telah berkurangan atau kehabisan maka bateri itu perlu ditukar dan sekiranya bateri itu adalah jenis yang boleh dicas semula, ia perlu dicas semula. Keadaan ini akan mengganggu operasi mini robot tersebut. Jadi untuk menambahbaikkan keadaan ini penggunaan satu bentuk tenaga yang berterusan perlu dibekalkan. Oleh itu penggunaan tenaga solar amat tepat sebagai sumber tenaga alternatif dan berterusan kepada mini robot tersebut.

Disamping mampu membekalkan sumber tenaga yang berterusan, tenaga solar juga adalah sumber tenaga yang mesra alam. Sebagai salah satu sumber tenaga alternatif, solar merupakan aset tenaga yang paling mendapat perhatian untuk dikormesilkan. Justeru itu aplikasi daripada teknologi solar ini kian giat dibangunkan seiring dengan arus kemodenan global. Aplikasi inilah yang cuba direkabentuk dan dibangunkan dalam Projek Sarjana Muda ini.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

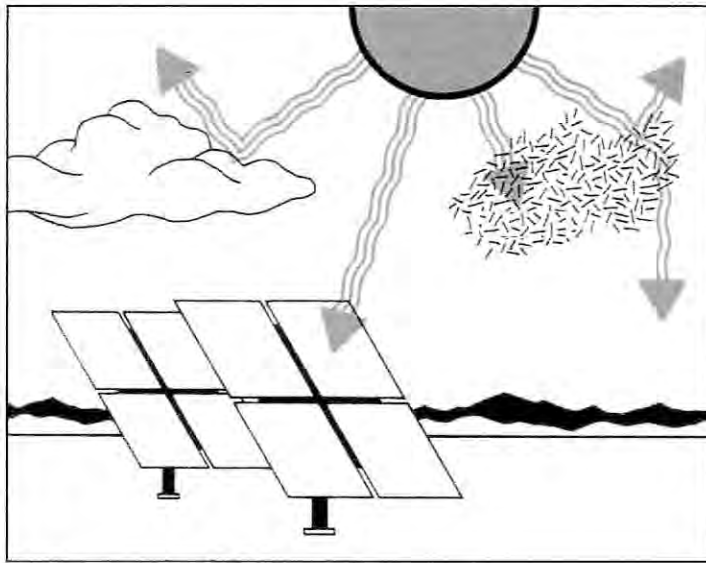
Pada hari ini telah banyak robot dibangunkan dalam bentuk yang pelbagai. Variasi penggunaan robot dalam kehidupan manusia telah meningkat dari sehari ke sehari. Revolusi perkembangan robot ini sejajar dengan kemajuan dan kemodenan kehidupan manusia. Namun dalam menghadapi alaf baru yang kian sofistikated ini sumber asli dari bumi seperti minyak, gas, galian dan seumpamanya kian terhad. Rentetan dari kesedaran inilah wujudnya kajian-kajian yang cuba untuk meneroka sumber tenaga baru seperti angin, solar, biogas dan seumpamanya bagi mencari kesesuaian penggunaannya kepada manusia. Antara sumber tenaga baru yang paling mendapat perhatian ialah tenaga solar. Tenaga solar pada asasnya adalah merupakan tenaga yang dijana dari cahaya matahari. Perkembangan teknologi sumber tenaga baru ini juga telah memberi aspirasi baru kepada penciptaan robot yang mengaplikasikan teknologi solar ini. Di negara-negara maju seperti di eropah, para saintis dan jurutera telah menggembleng tenaga membangunkan robot yang berasaskan tenaga solar ini.

2.1 TENAGA SOLAR

Tenaga Solar adalah tenaga yang dijana oleh cahaya matahari. Sebagaimana yang kita tahu, matahari amat penting kepada kehidupan harian manusia sebagai sumber tenaga. Matahari adalah sumber tenaga primer, yang membawa maksud semua tenaga yang dihasilkan secara semulajadi ataupun secara proses teknologi adalah bersumberkan matahari. Tenaga yang dihasilkan oleh matahari adalah tenaga yang terhasil daripada tindak balas kimia secara semulajadi dan sampai ke bumi dalam bentuk cahaya. Cahaya matahari ini mengandungi puluhan juta *photon* yang

menghasilkan spektrum solar yang boleh dikelaskan kepada beberapa aras tenaga. Pembahagian kelas ini adalah diantara cahaya infra-merah yang berada pada aras tenaga paling bawah sehinggalah cahaya ultra-violet yang berada pada aras tenaga paling tinggi. Kesemua spektrum solar ini mempunyai ciri-ciri atau karakteristik yang tersendiri.[12]

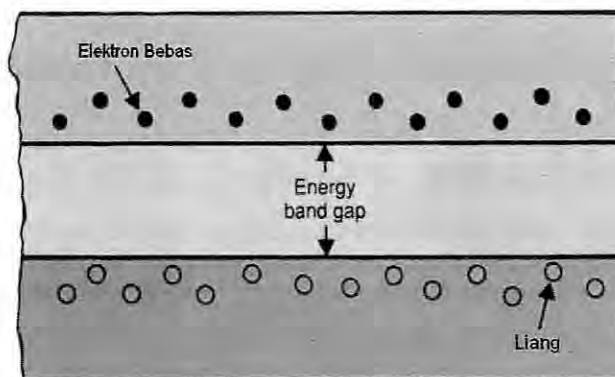
Cahaya matahari yang sampai ke bumi adalah secara menyeluruh dan disebarkan ke segenap pelusuk bumi tetapi bergantung kepada bentuk muka bumi atau struktur geografinya, garisan longitud dan latitud, perubahan musim dan juga persekitarannya. Sebagai contoh jumlah cahaya matahari yang diterima oleh bumi di garisan khatulistiwa adalah lebih banyak daripada jumlah cahaya matahari yang diterima oleh bumi diantartik ataupun atlantik.



Rajah 2.1 : Penyebaran cahaya matahari yang menyeluruh

2.2 BAGAIMANA TENAGA ELEKTRIK TERHASIL DARIPADA TENAGA SOLAR

Proses menghasilkan tenaga solar adalah merupakan proses menukarkan cahaya (*photon*) kepada daya gerak elektrik yang dikenali sebagai kesan photovoltik (PV). *Photon* yang terkandung dalam cahaya itu mengandungi jumlah atau kadar tenaga yang berbeza-beza bergantung kepada panjang gelombang dan juga jenis spektrum solar yang dihasilkan. Apabila *photon* ini melanggar atau terkena pada panel solar, panel solar ini akan menyerap *photon* mengikut kadar tertentu. Tidak semua *photon* diserap oleh panel solar kerana ia bergantung kepada jenis atau bahan semikonduktor yang digunakan untuk menghasilkan panel solar tersebut. *Photon* yang menghasilkan tenaga pada aras-aras tertentu mampu untuk meleraikan elektron daripada ikatan atom untuk menghasilkan tenaga elektrik. Aras tenaga inilah yang membezakan antara satu material dengan material yang lain dalam menghasilkan sel solar. Aras tenaga ini dikenali sebagai '*energy band-gap*' yang diukur dalam unit elektron-volt (eV).[12]



Rajah 2.2 : *Energy Band-Gap*

Material yang berbeza mempunyai nilai *energy band-gap* yang berbeza. Material yang mempunyai *energy band-gap* diantara 1eV dan 1.8 eV adalah merupakan material yang terbaik dan mempunyai kecekapan penghasilan tenaga yang tinggi.[12]

2.3 KONSEP ASAS ROBOT

Robot terdiri daripada beberapa sistem yang digabungkan menjadi satu dan beroperasi pada satu sistem utama secara keseluruhannya. Tugas atau aplikasi robot itu sendiri akan menunjukkan element yang ada dalam sistem robot tersebut. Secara umumnya sistem robot boleh dibahagikan kepada beberapa kategori yang mempunyai fungsi masing-masing seperti :-

- i. Pengawal
- ii. Badan Robot
- iii. Jenis Pergerakan
- iv. Sumber Bekalan Kuasa
- v. Pengesan (sensor)

Dalam Projek Sarjana Muda ini, sistem yang cuba diberi perhatian ialah sumber bekalan kuasa di mana tenaga solar digunakan sebagai alternatif kepada penggunaan sumber tenaga konvensional iaitu bateri.

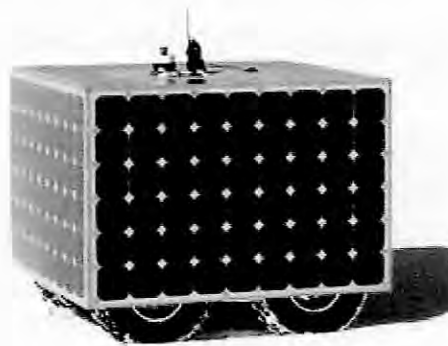
2.4 REVOLUSI ROBOT BERKONSEPKAN SOLAR

Pembangunan Robot berkonsepkan solar telah lama dimajukan oleh saintis-saintis dan ahli teknologi eropah. Beberapa penciptaan robot yang berkonsepkan solar ini telahpun berjaya direalisasikan berdasarkan fungsi-fungsi tertentu. Sekumpulan saintis dan penyelidik dari Rensselaer's Darrin Fresh Water Institute (DFWI) telahpun membangunkan robot pemantau yang khusus untuk digunakan di dalam air dan dilengkapi dengan sistem photovoltik. Robot ini dikenali sebagai *solar-powered autonomous underwater vehicles* (SAUVs). Tujuan membangunkan robot ini adalah untuk mengesan kandungan kimia dan elemen biologi dalam air seterusnya membantu dalam kajian untuk meningkatkan tahap kualiti air.[16]



Rajah 2.3 : *solar-powered autonomous underwater vehicles (SAUVs)*

Sekumpulan penyelidik daripada The National Aeronautics and Space Administration (NASA) telah membangunkan robot yang berkonsepkan solar yang dikenali sebagai Dante II. Dante II dibangunkan untuk menjalankan tugas di angkasa dan telah diuji keberfungsian di kawasan pegunungan di Alaskan. Army's Cold Regions Research and Engineering Laboratories (CRREL) telah membangunkan Cools Robots untuk digunakan di antartik.[18]



Rajah 2.4 : *Cools Robot*

Sekumpulan penyelidik daripada Carnegie Mellon University yang mendapat sokongan dan bantuan daripada pihak NASA, National Aeronautics and Space, telah cuba membangunkan robot yang menggunakan kuasa solar untuk digunakan di angkasa lepas bagi menjalankan aktiviti penyelidikan dan kajian berkaitan dengan angkasa lepas. Robot yang diberi nama Hyperion telah diuji di kawasan Artik berhampiran Canada. [21]

Setelah meneliti dan memahami hasil kajian dan penyelidikan yang telah dibuat oleh beberapa saintis dan ahli teknologi, kebanyakan hasil atau penemuan mereka telah dibangunkan untuk tujuan komersil terutamanya aplikasi dalam bidang aeroangkasa dan juga aplikasi untuk teknologi merin atau laut. Kalau dilihat skop aplikasi yang telah dibangunkan oleh para saintis ini ternyata penghasilan robot solar ini lebih menjurus ke arah memajukan teknologi alternatif seperti bidang-bidang yang berkaitan aeroangkasa, merin dan seumpamanya.

Namun hasil penemuan ini kurang diaplikasikan untuk membantu kehidupan seharian. Oleh yang demikian mini robot yang akan cuba dibangunkan dalam Projek Sarjana Muda ini adalah berkonsepkan mini robot yang ringkas yang boleh diubahsuai untuk digunapakai dalam kehidupan seharian bergantung kepada fungsi yang hendak dijalankan. Oleh kerana mobil robot ini menggunakan panel solar yang kecil, maka aplikasi utamanya hanyalah untuk memacu mini robot ini secara rawak dan mampu memberi tindakbalas sekiranya terdapat sebarang halangan.

Melalui konsep asas ini, kepelbagaian fungsi robot mini ini dapat divariasikan bergantung kepada tujuan penggunaannya. Dengan sedikit modifikasi terhadap sistem utamanya dan menggunakan panel solar yang lebih bermutu untuk menjana tenaga yang lebih cekap, mini robot yang dihasilkan dalam Projek Sarjana Muda ini boleh dikormesilkan mengikut keperluan penggunaannya.

BAB 3

METODOLOGI

Solarbot merupakan mini robot tiga (3) roda yang akan bergerak secara rawak dan akan mengelak atau menukar arah pergerakannya sekiranya terdapat sebarang halangan yang menghalangnya. Pengesan infra merah digunakan sebagai medium pengesan untuk mengesan sebarang bentuk halangan atau rintangan di mana pengesan infra merah ini akan memberi input kepada pengawal mikro yang akan memberi arahan kepada motor untuk melakukan pergerakan yang sepatutnya. Dua roda di bahagian belakang disambung daripada motor bagi membolehkan pergerakan mini robot ini dikawal manakala satu roda di bahagian depan adalah merupakan *castor wheel*.

Dengan menggunakan PIC16F877A sebagai pengawal mikro yang juga bertindak sebagai 'otak' kepada mini robot ini, pergerakan mini robot ini boleh diprogramkan mengikut kesesuaian dan juga kehendak penciptanya. Dalam Projek Sarjana Muda ini, Solarbot hanya diprogramkan untuk bergerak secara rawak dan memberi respon (menukar arah pergerakan) apabila bertembung dengan halangan. Penggunaan pengawal mikro ini juga merupakan satu teknologi baru dalam aplikasi robot kerana selain boleh diprogramkan, pengawal mikro ini lebih ringkas dan mempunyai keupayaan melaksanakan arahan yang lebih baik berbanding dengan kaedah lain.