

**ROBOT AUTOMATIK MENGGUNAKAN  
MOTOR PENGINJAK**

**MOHD ADAM BIN SEPEE**

**APRIL 2008**

**ROBOT AUTOMATIK MENGGUNAKAN MOTOR PENGINJAK**

**MOHD ADAM BIN SEPEE**

**LAPORAN INI DISERAHKAN BAGI MEMENUHI SYARAT DAN  
KEHENDAK IJAZAH SARJANA MUDA KEJURUTERAAN ELEKTRIK  
(KAWALAN, INSTRUMENTASI DAN AUTOMASI)**

**FAKULTI KEJURUTERAAN ELEKTRIK  
UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA**

**APRIL 2008**

“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 (Kawalan, Instrumentasi dan Automasi).”

Tandatangan : .....  
Nama Penyelia : En. Ahmad Zaki Bin Haji Shukor  
Tarikh : 23 April 2008

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

Tandatangan : .....

Nama : Mohd Adam Bin Sepee

Tarikh : 23 April 2008

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur kehardat Allah S.W.T diatas limpah dan kurnianya dapatlah saya menyiapkan projek sarjana muda ini. Jutaan penghargaan kepada ahli keluarga yang juga turut membantu terutama ayah yang memberikan dorongan dan galakkan. Kepada pensyarah pembimbing saya En Ahmad Zaki Bin Haji Shukor, saya ingin mengambil kesempatan untuk mengucapkan jutaan terima kasih kerana memberi kepercayaan kepada saya untuk mengambil tajuk ini. Selain itu beliau juga telah banyak memberi pandangan, idea dan dorongan sepanjang tempoh setahun ini walaupun sibuk dngan tugas-tugas lain. Tidak lupa juga kepada Muhammad Herman b. Jamaluddin, En. Mohd Shahrieel Bin Mohd Aras, En. Kyairul Azmi bin Baharin, Pn. Sahazati Bt Md Rozali dan rakan-rakan saya iaitu saudara Shahrir Bin Alias, Ahmad Ismail Bin Man dan saudari Siti Nadirah binti Md Saad serta rakan-rakan yang lain yang turut serta memberi sumbangan dari segi masa, pandangan, idea dan dorongan sepanjang saya menyiapkan projek ini. Diharap pada masa akan datang kita dapat bekerjasama lagi. Sekian terima kasih.

## ABSTRAK

Projek ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah prototaip robot automatik yang menggunakan motor penginjak dan pembinaannya adalah berdasarkan pertandingan Robocon 2008. Projek ini dibahagikan kepada tiga bahagian utama iaitu litar elektronik, reka bentuk mekanikal dan membuat aturcara dalam bahasa C. Objektif utama adalah untuk mengarahkan robot automatik itu bergerak dari kedudukan asal ke kedudukan yang dikehendaki. Sejurus sampai ke kedudukan yang terakhir, robot itu akan kembali ke kedudukan asalnya dengan tepat. Konsep yang digunakan adalah dengan mengira jumlah jarak yang harus dilalui robot automatik berdasarkan koordinat-koordinat yang telah dimasukkan pengguna. Berdasarkan jarak yang telah dikira, mikro pengawal akan mengira jumlah sudut langkah yang akan dilakukan oleh kedua-dua motor penginjak. Jumlah sudut langkah ini akan diproses oleh mikropengawal 18F4550 dan dihantar kepemacu motor penginjak. Aturcara algoritma untuk kawalan motor akan ditulis dalam bahasa aturcara C. Bas bersesiri sejagat (USB) digunakan sebagai pengantaramuka antara litar pengawal mikro dan komputer untuk muat turun program ke dalam PIC.

## ABSTRACT

This project is about development of an automatic robot prototype using stepper motor and this robot is based on Robocon 2008. This project divides into three sections that are electronic circuits, mechanical design and programming in C language. The main objective is to make the robot move from the initial position to the desired position accurately. Then the robot must move back to its initial position correctly after its complete the task. The concept that is being used is by calculating the total distance for the robot to move from the old coordinate to the new one. Then, microcontroller 18F4550 will calculate the total of step angle according to the distance measured before. The data of total step angle will be sent to the stepper motor drive to make the motor move. The program is done in C language and the Universal Serial Bus (USB) cable is used to interface between the controller and computer.

## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>HALAMAN</b>
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>ABSTRAK</b>	v
	<b>ABSTRACT</b>	vi
	<b>SENARAI JADUAL</b>	x
	<b>SENARAI RAJAH</b>	xi
	<b>SENARAI GRAF</b>	xiii
	<b>SENARAI RUMUS</b>	xiv
	<b>BIBLIOGRAFI</b>	xv
<b>1</b>	<b>Pengenalan</b>	
	1.0 PENDAHULUAN	1
	1.0 OBJEKTIF	1
	1.1 KONSEP	2
	1.2 SKOP	2
	1.3 PENYATAAN MASALAH	3
<b>2</b>	<b>Kajian Ilmiah</b>	
	2.0 PENDAHULUAN	4
	2.1 PROJEK YANG BERKAITAN	4
	2.1.1 Mobile Robot Localization using an Electronic Compass for Corridor Environment	4
	2.1.2 Mobile Robot Localization Using Landmarks	5
	2.2 PENGGUNAAN MIKRO PENGAWAL PIC	6
	2.3.1 Kriteria Pemilihan Mikro Pengawal	6



2.3.2	Mikro Pengawal PIC18FXXX	7
2.3	MOTOR PENGINJAK	8
2.3.1	Sistem Terbuka	10
2.3.2	Jenis-Jenis Motor Penginjak	10
2.3.2.1	Motor Penginjak Enggan Boleh Ubah	10
2.3.2.2	Motor Penginjak Magnet Kekal	11
2.3.2.3	Motor Penginjak Kacukan ( <i>hybrid</i> )	11
2.3.4	Jujukan Motor Penginjak	12
2.4.4.1	Anjakkan Gelombang ( <i>wave</i> )	12
2.4.4.2	Anjakkan Penuh	13
2.4.4.3	Anjakkan Separuh	13
2.4.4.4	Anjakkan Mikro	14
2.4	PEMACU MOTOR PENGINJAK EKAKUTUB	14
<b>3</b>	<b>METADOLOGI</b>	
3.1	PENDAHULUAN	15
3.2	REKABENTUK LITAR	16
3.2.1	Rekabentuk Litar Pengawal Mikro	16
3.2.2	Rekabentuk Litar Pemacu Motor Penginjak	17
3.2.3	Rekabentuk Litar Papan Kekunci Dan Paparan Kristal	18
3.3	ATURCARA PROGAM	19
3.3.1	Perisian	20
3.3.2	Aturcara Motor Peginjak	22
3.3.3	Aturcara Papan Kekunci	23
3.3.4	Aturcara Paparan Kristal	25
3.4	SIMULASI LITAR	25
3.4.1	Simulasi Litar Pemacu Motor Penginjak	25
3.4.2	Simulasi Litar Papan Kekunci Dan Paparan Kristal	26
3.5	STRUKTUR ROBOT	27
3.5.1	Struktur Badan Robot	27

3.5.2	Struktur Tayar dan Gandar	28
<b>4</b>	<b>ANALISIS DAN KEPUTUSAN</b>	
4.0	PENDAHULUAN	29
4.1	STRUKTUR ROBOT	29
4.2	LITAR	31
4.2.1	Litar Pengawal Mikro	31
4.2.2	Litar Pemacu Motor Penginjak Ekakutub	31
4.2.3	Litar Paparan Kristal Dan Papan Kekunci	33
4.3	ATURCARA	35
4.3.1	Arah putaran dan Kelajuan Motor Penginjak	35
4.3.2	Pengiraan Sudut Langkah Untuk Jarak dan Sudut yang Perlu Dilalui	37
4.3.3	Fungsi Trigonometri dan Fungsi “Lookup Table“	39
<b>5</b>	<b>KESIMPULAN, PERBINCANGAN DAN CADANGAN</b>	
5.0	PENDAHULUAN	42
5.1	KESIMPULAN	42
5.2	PERBINCANGAN	43
5.3	CADANGAN	44
	<b>RUJUKAN</b>	45
	<b>LAMPIRAN 1</b>	46
	<b>LAMPIRAN 2</b>	57
	<b>LAMPIRAN 3</b>	59
	<b>LAMPIRAN 4</b>	60
	<b>LAMPIRAN 5</b>	61
	<b>LAMPIRAN 6</b>	63
	<b>LAMPIRAN 7</b>	65

**SENARAI JADUAL**

NO	TAJUK	HALAMAN
1.1	Turutan pengaktifan pemegun	14
2.1	Jadual kebenaran mod anjakkan penuh	22
4.1(a)	Pusingan motor penginjak mengikut arah putaran jam.	36
4.1(b)	Pusingan motor penginjak mengikut arah lawan putaran jam	36
4.2	Jumlah bilangan gegelung untuk putaran sudut	39
4.3	Jumlah bilangan gegelung untuk putaran jarak	39

## SENARAI RAJAH

NO	TAJUK	HALAMAN
1.1	Rajah blok konsep robot automatik	2
2.1	Kompas elektronik yang dipasang pada robot Help-Mate dan laluan koridor robot tersebut	5
2.2	Struktur robot	6
2.3	penentuan kedudukan menggunakan teorem kos	6
2.4	Rajah blok PIC18	9
2.5	Keratan rentas motor penginjak enggan boleh ubah	10
2.6	Keratan rentas motor penginjak magnet kekal	11
2.7	Keratan rentas motor penginjak kacukan	12
3.1	Carta alir proses pembinaan robot automatik	16
3.2	Litar pemrogram USB PIC18F4550	17
3.3	Litar pemacu motor penginjak ekakutub	18
3.4	Papan kekunci matrik 4x4 dan Paparan kristal 2x16	19
3.5	Litar papan kekunci dan paparan kristal	19
3.6	Carta alir proses aturcara program robot automatik	20
3.7	Perisian MikroC	21
3.8	Perisian WinPIC800	21
3.9	Turutan isyarat yang dihantar ke pemegun motor penginjak	22
3.10	Sambungan papan kunci pada PIC18F4550	23
3.11	Carta Alir Papan Kekunci	24
3.12	Simulasi litar pemacu motor penginjak	26
3.13	Simulasi litar papan kekunci dan paparan kristal ( butang 9 ditekan dan sebanyak 7 butang telah ditekan)	27

3.14	Lakaran struktur badan robot pada pandangan bawah dan sisi	28
3.15	Tayar, Tayar <i>castor</i> , gandar, motor penginjak dan bebola sudut	28
4.1	Struktur robot automatik	30
4.2	Pemegang motor penginjak , bebola sudut dan gandar	30
4.3	Struktur robot automatik terbaru	30
4.4	Litar pengawal mikro	31
4.5	Litar pemacu motor penginjak ekakutub	33
4.6	Nilai-nlai koordinat yang boleh dimasukkan.	34
4.7	Litar skematik paparan kristal dan papan kekunci	34
4.8	Papan kristal dan papan kekunci mambran yang digunakan.	35
4.9(a)	pusingan motor penginjak mengikut arah putaran jam	35
4.9(b)	Pusingan motor penginjak mengikut arah lawan putaran jam	35
4.10(a)	Contoh program kelajuan motor penginjak pada selang masa 1 saat	37
4.10(b)	Contoh program kelajuan motor penginjak pada selang masa 0.2 saat	37
4.11	Sebahagian ukuran plan lantai gelanggang Robocon 2008	38
4.12	Carta alir menggunakan fungsi trigonometri.	40
4.13	Carta alir menggunakan fungsi "lookup table"	41

## SENARAI GRAF

NO	TAJUK	HALAMAN
4.1	Graf ciri-ciri daya kilas melawan kelajuan.	32

**SENARAI RUMUS**

NO	TAJUK	HALAMAN
i	Rumus jarak antara dua titik	39
ii	Rumus mengira sudut	39

**BIBLIOGRAFI**

DIP	dual inline package
QFP	quad flat package
USB	universal synchronous bus
RAM	Random access memory
ROM	Read only memory
I/O	input or output
LSI	Large Scale Integration
<i>VLSI</i>	Very Large Scale Integration
GPS	global positioning system



# **BAB I**

## **Pengenalan**

### **1.0 PENDAHULUAN**

Projek ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah robot penentu lokasi automatik yang dapat bergerak dari satu kedudukan asalan ke beberapa koordinat baru yang dikehendaki pengguna. Robot yang dibina ini merupakan sebuah prototaip dan jika prototaip ini berjaya, robot sebenar akan dibina untuk digunakan dalam pertandingan Robocon 2008.

Di atas struktur badan robot automatik ini terdapat sebuah papan kekunci yang akan digunakan untuk memasukkan nilai-nilai koordinat yang dikehendaki dan nilai-nilai tersebut akan dipaparkan pada paparan kristal dan dibaca oleh mikro pengawal. Data-data yang dibaca oleh mikro pengawal akan digunakan untuk mengira jumlah jarak yang harus dilalui oleh robot tersebut dan jumlah sudut langkah yang harus dilakukan oleh motor penginjak. Setelah selesai membuat pengiraan, data-data tersebut akan dihantar ke pemacu motor penginjak bertujuan untuk menggerakkan moto penginjak.

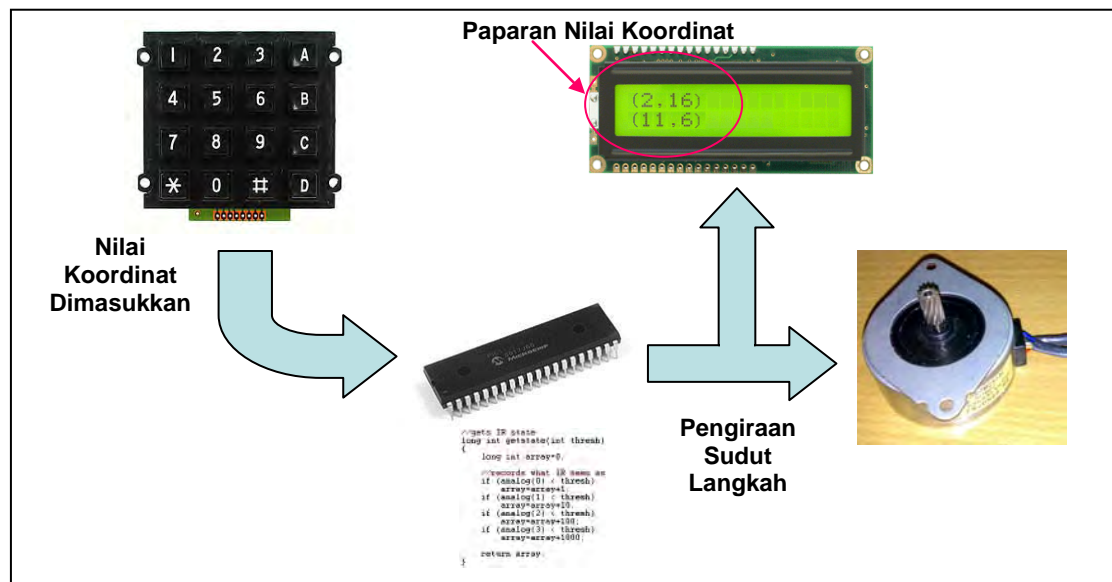
### **1.1 OBJEKTIF**

Projek ini dibangunkan bertujuan untuk menghasilkan sebuah robot automatik dengan menggunakan motor penginjak. Projek ini dibahagikan kepada tiga bahagian utama iaitu litar elektronik, rekabentuk struktur mekanikal robot automatik dan memprogramkan robot dengan menggunakan bahasa C.

Objektif utama adalah untuk mengarahkan robot automatik itu bergerak dari kedudukan asal ke kedudukan yang dikehendaki. Sejurus sampai ke kedudukan yang terakhir, robot itu akan kembali ke kedudukan asalnya dengan tepat.

## 1.2 KONSEP

Konsep yang digunakan adalah dengan mengira jumlah sudut langkah yang akan dilakukan oleh kedua-dua motor penginjak. Jumlah sudut langkah ini akan dikira oleh mikropengawal 18F4550. Dua pemacu motor digunakan untuk mengawal kedua-dua motor penginjak seperti rajah 1.1.



Rajah 1.1: Rajah blok konsep robot automatik

## 1.3 SKOP

Berikut adalah skop-skop yang perlu saya lakukan.

- Menganggap tiada sebarang bentuk gangguan atau halangan diatas lapangan ujian robot penentu lokasi automatik.
- Maksimum hanya 3 nilai koordinat boleh dimasukkan melalui papan kekunci.
- Robot automatik hanya sesuai digunakan digelanggang pertandingan robocon.

#### 1.4 PENYATAAN MASALAH

Kebanyakan robot penentu lokasi automatik yang digunakan dalam pertandingan Robocon tidak dapat menentukan kedudukan asal dan kedudukan akhir dengan betul dan tepat.

Disamping itu masalah pada penjajaran robot akan memberi kesan pada pergerakan robot. Jika hal ini tidak diambil kira, ralat akan timbul apabila robot itu hendak bergerak ke koordinat tertentu.

Setiap kali peserta ingin mengubah nilai koordinat yang baru, program yang baru perlu ditulis atau diubah. Ini akan menyulitkan lagi keadaan dengan kekangan masa yang dihadapi peserta semasa pertandingan Robocon.

Cara yang sering digunakan untuk memuat turun program dari komputer ke dalam pengawal mikro adalah dengan menggunakan port sesiri. Maka para peserta perlu membawa komputer peribadi ke tempat pertandingan dan hal ini akan menyusahkan para peserta. Ada pula sesetengah peserta menggunakan komputer riba yang mempunyai port sesiri, tetapi bukan semua model komputer riba yang mempunyai port sesiri kerana sekarang kebanyakan komputer riba mempunyai port USB sahaja. Walaupun dipasaran wujud alat penukar dari USB ke port sesiri, tetapi malangnya, tidak semua mikro pengawal boleh menyokong peranti tersebut.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.0 PENDAHULUAN**

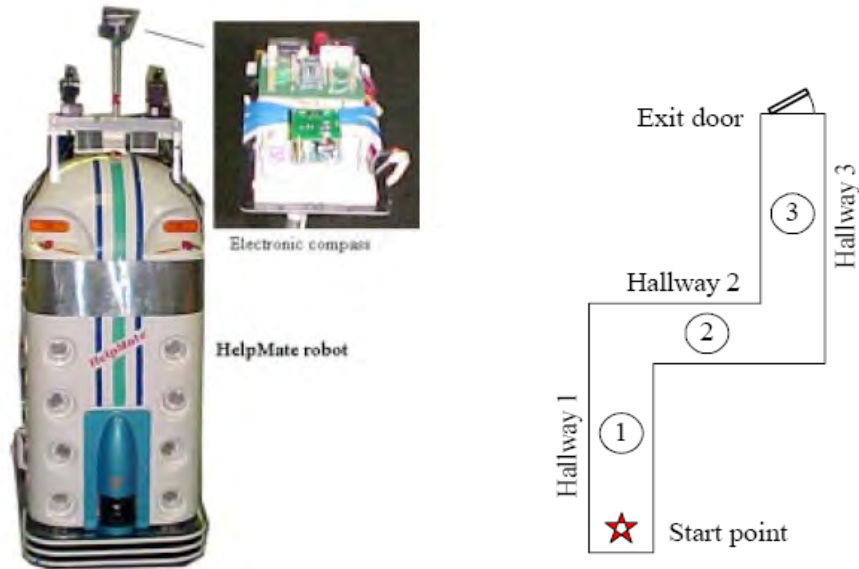
Bab ini akan membincangkan kepentingan mikropengawal, kelebihan mikropengawal, kriteria pemilihan mikro pengawal, jenis-jenis motor penginjak, litar pemacu motor penginjak dan projek-projek terdahulu yang berkaitan dengan kajian saya. Kefahaman secara teori ini amat penting sebagai panduan dalam menjalankan sebarang kajian.

#### **2.1 PROJEK YANG BERKAITAN**

##### **2.1.1 *Mobile Robot Localization using an Electronic Compass for Corridor Environment***

Journal ini membincangkan berkenaan robot automatik yang menggunakan kompas elektronik sebagai penunjuk arah kepada robot tersebut. Kompas elektronik sering kali digunakan pada robot automatik mudah alih seperti Rajah 2.1. Tetapi penggunaan kompas elektronik tidak sesuai digunakan didalam bangunan. Ini adalah disebabkan terdapat kelemahan pada kompas elektronik di mana ianya mudah diganggu dengan keadaan persekitaran seperti dari sumber ekektromagnet (contoh, kabel elektrik) atau kesan dari struktur electromagnetik-ferro (contoh, rak buku

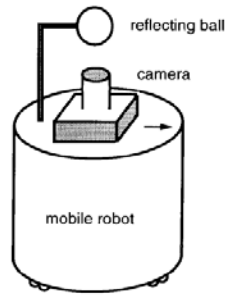
besi). Tetapi robot ini menggunakan gangguan luaran ini sebagai panduan untuk mengenal kedudukan semasa[4].



Rajah 2.1: Kompas elektronik yang dipasang pada robot Help-Mate dan laluan koridor robot tersebut

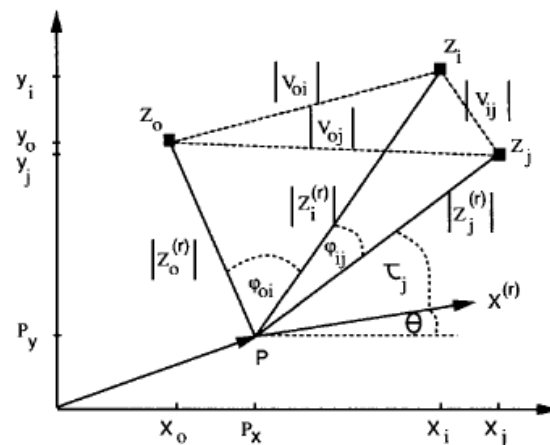
### 2.1.2 *Mobile Robot Localization Using Landmarks*

Robot automatik ini menggunakan kamera sebagai peranti untuk mengesan kedudukan semasa robot itu sendiri seperti Rajah 2.2. Imej yang dirakam ini akan menjadikan rujukan untuk dibandingkan dengan peta yang telah dimuat turun ke dalam sistem robot tersebut. Kemudian aturcara akan membuat analisis imej dan mengira kedudukan semasa robot menggunakan konsep segitiga.



Rajah 2.2: Struktur robot

Konsep segitiga ini telah digunakan didalam aturcara robot ini dan ianya telah meluas digunakan dalam mencari penyelesaian untuk robot tersebut menentukan lokasinya dengan sendiri seperti Rajah 2.3 [5].



Rajah 2.3: Penentuan kedudukan menggunakan teorem kos

## 2.2 PENGGUNAAN MIKRO PENGAWAL PIC

Revolusi komputer sejak 15 tahun kebelakangan ini telah menghasilkan komputer yang mempunyai kelajuan dan berkuasa tinggi tetapi masih mengekalkan ciri-ciri yang padat dan kecil. Revolusi ini telah membawa kepada pembangunan teknologi *Large Scale Integration* (LSI) dan *Very Large Scale Integration* (VLSI) yang mempunyai berbilion-bilion transistor didalam satu litar bersepadu. Dengan adanya teknologi seperti ini, maka terhasilah satu teknologi yang dipanggil mikro pengawal. Ia mempunyai port keluaran, memori, pemasa dan bermacam-macam lagi.

### 2.2.1 Kriteria pemilihan mikro pengawal [3]

Kriteria utama dalam pemilihan mikro pengawal ialah ianya harus sesuai dengan aplikasi yang hendak digunakan dan harganya yang efektif. Pemilihan jenis mikropengawal 8-bit, 16-bit atau 32-bit juga sangat penting kerana ianya harus dapat mengawal dan melakukan kerja pengiraan setimpal dengan kerja yang diberikan. Antara pertimbangan lain dalam kategori ini adalah seperti berikut:

- (a) Kelajuan yang mampu disokong oleh sesebuah mikro pengawal.
- (b) Bentuk litar bersepadu yang dihasilkan oleh pengilang. Adakah ianya datang dalam bentuk DIP (*dual inline package*) atau QFP (*quad flat package*) atau dalam bentuk yang lain. Ini adalah penting dari segi ruang cara pemasangan.
- (c) Faktor penjimatan kuasa sangat penting lebih-lebih lagi jika produk menggunakan sumber bekalan kuasa bateri.
- (d) Jumlah ROM dan RAM yang terdapat didalam litar bersepadu.
- (e) Jumlah I/O dan pembilang (*timer*) yang terdapat didalam litar bersepadu.
- (f) Kos satu unit sangat penting dalam penghasilan produk yang menggunakan mikropengawal. Jika dibeli secara pukal harga satu unit mungkin sangat rendah berbanding membeli secara sedikit.

### 2.2.2 Mikro pengawal PIC18FXXX

Teknologi Mikrochip mempunyai siri pengawal mikro dipanggil PIC. Biasanya PIC digunakan untuk kawalan perantaraan antara perkakasan dan perisian. Dengan adanya PIC masalah kecekapan litar dapat diatasi jika dibandingkan penggunaan komponen elektronik biasa yang dipengaruhi dengan faktor suhu dan hingar. Terdapat beberapa jenis keluarga PIC seperti 12CXXX, PIC16FXXX, 17CXXX, 18FXXX dan bermacam-macam lagi. Setiap jenis PIC ini mempunyai ciri

yang tersendiri seperti bilangan pin keluaran dan masukan, memori, kelajuan dan fungsi-fungsi yang istimewa lain-lain lagi.

Mikro pengawal yang terbaik didalam keluarga PIC 8-bit adalah jenis PIC18XXXX. Ini adalah kerana ianya mempunyai prestasi yang tinggi dari pelbagai aspek. PIC18 juga didatangkan dalam pelbagai pakej dari 18 pin sehingga 80 pin [3]. Antara kelebihan yang terbaru ialah ianya terdapat pin data untuk USB dan menggunakan teknologi *Nanowatt* iaitu penggunaan tenaga secara efisien seperti Rajah 2.4.

### 2.3 MOTOR PENGINJAK

Motor penginjak ialah sebuah motor yang menukarkan isyarat yang berubah-ubah kepada pergerakan mekanikal. Jika bekalan kuasa yang berterusan diberikan kepada motor penginjak, motor itu tidak akan bergerak. Dengan mengubah kadar isyarat yang berubah-ubah, motor penginjak dapat bergerak dengan kelajuan yang sangat perlahan atau pada kelajuan 4000 putaran sesaat. [7]

Terdapat banyak kelebihan menggunakan motor penginjak. Antara kelebihannya ialah seperti:

1. Sudut putaran motor adalah berkadar dengan input nadi.
2. Mempunyai daya kilas yang tinggi ketika berhenti (jika gegelung masih dibekalkan sumber kuasa yang berterusan).
3. Kedudukan sudut yang tepat.
4. Respon yang tinggi bila motor hendak bergerak dan berhenti.
5. Kebolehharian motor penginjak sangat tinggi kerana motor ini tidak menggunakan berus karbon.
6. Kendalian motor menjadi mudah disebabkan motor ini sebuah sistem yang terbuka.
7. Kelajuan motor dapat dikawal dengan mudah disebabkan kelajuannya bergantung dengan nilai frekuensi isyarat masukkan.