

# **DATA LOGGING HARDWARE SYSTEMS**

**WAN MOHD SHUKRI BIN WAN SALLEH**

**Universiti Sains Malaysia**

**2005**

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pengenalan**

Secara umumnya, Sistem Perolehan Data merupakan satu sistem peralatan elektronik yang dibina bertujuan untuk merekodkan data daripada persekitaran luar dalam jangka masa tertentu. Data yang direkod adalah ditentukan oleh pengguna, kebiasaannya merupakan parameter fizikal seperti suhu, kelembapan relatif, tekanan, voltan, aras air dan sebagainya. Kesemua data ini berkemungkinan terdiri daripada data analog atau digital, yang mana bergantung kepada jenis parameter tersebut. Sistem ini dibina bertujuan mencerap data-data yang berkaitan dengan pergerakan sebuah robot dalam air. Data tersebut ialah suhu persekitaran, arah kedudukan, sudut sendeng robot, tarikh dan waktu pencerapan data. Kesemua data ini dicerap dengan menggunakan pengesan masing-masing iaitu pengesan suhu LM35DZ, pengesan Memsic 2125 bagi mengesan sudut sendeng dan kompas pengesan arah elektro-mekanikal. Pengesan suhu LM35DZ memberikan keluaran dalam bentuk voltan analog kepada mikropengawal, manakala pengesan pecutan Memsic 2125 dan kompas pengesan arah elektro-mekanikal memberikan keluaran dalam bentuk digital kepada mikropengawal.

### **1.2 Objektif Projek**

Sistem ini dibina untuk mencapai objektif pertama projek iaitu membina Sistem Perolehan Data Mudah-alih yang mampu mencerap dan merekod sebarang data luaran dalam bentuk voltan analog bagi tempoh masa tertentu sama ada dalam tempoh beberapa saat atau beberapa jam, di mana data tersebut boleh terdiri daripada pelbagai jenis data seperti contoh yang disebutkan sebelum ini. Nilai voltan yang boleh dicerap adalah berada dalam julat nilai 0 Volt hingga 5 Volt.

Objektif kedua ialah sistem ini dibina bertujuan untuk mencerap dan menyimpan data bagi suhu persekitaran, arah kedudukan, sudut sendeng bagi sebuah robot kawalan dalam air, tarikh dan waktu data dicerap. Data-data ini digunakan bagi menunjukkan contoh aplikasi Sistem Perolehan Data Mudah-alih ini.

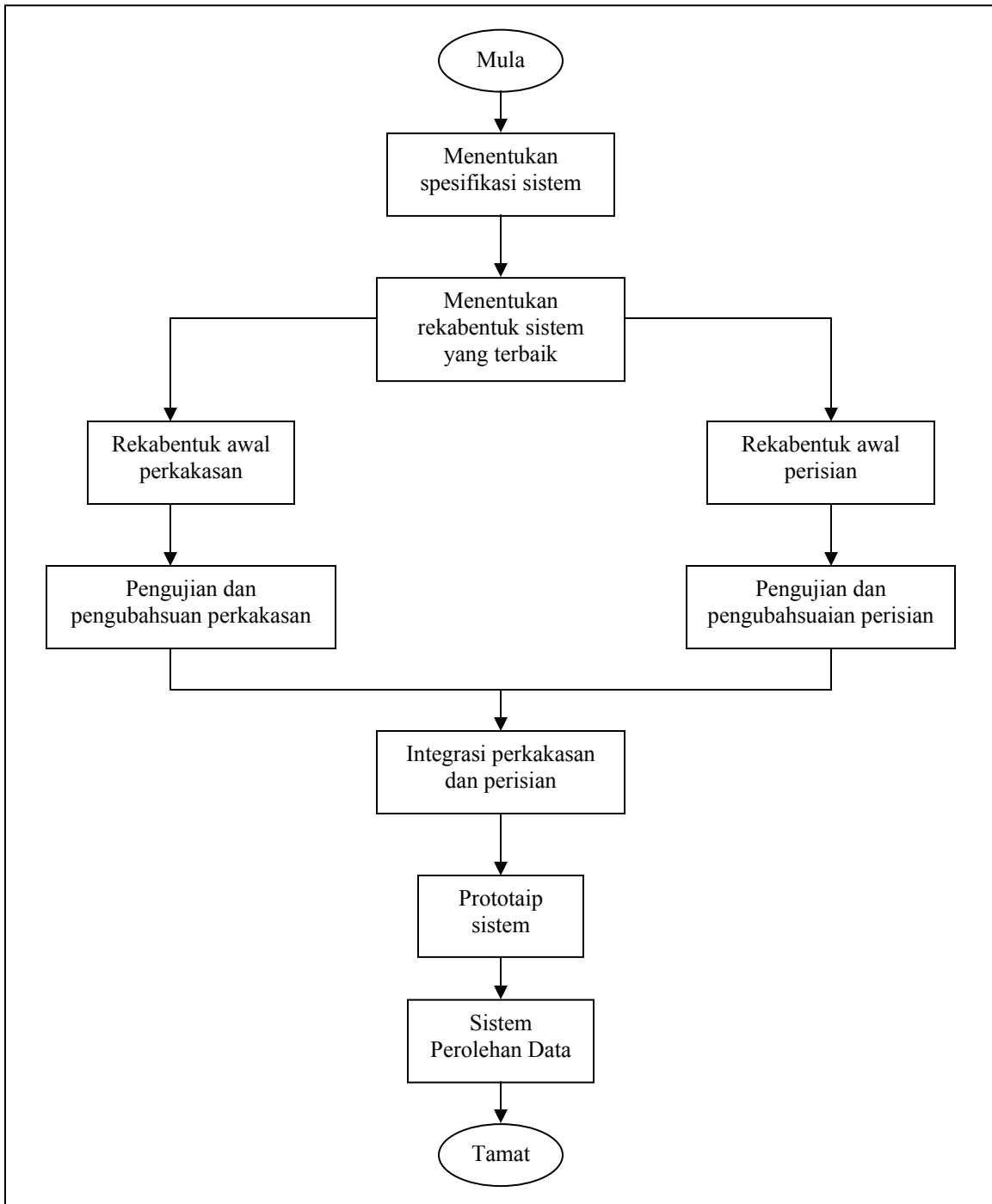
Objektif ketiga ialah memaparkan data cerapan semasa kepada pengguna dengan menggunakan Paparan Hablur Cecair (LCD) dan memaparkan data cerapan yang disimpan dalam peranti ingatan (EEPROM) secara komunikasi sesiri kepada komputer

### **1.3 Skop Kajian**

Oleh kerana projek ini adalah berasaskan pembangunan perkakasan bagi satu sistem elektronik, maka skop kajian yang dibuat adalah tertumpu kepada teori penggunaan perkakasan dan peranti elektronik tertentu yang digunakan dalam projek ini. Kajian ini meliputi aplikasi penggunaan mikropengawal PIC16F877 sebagai komponen utama dan beberapa peranti elektronik lain seperti Penukar Isyarat Analog ke Digital (ADC), Paparan Hablur Cecair (LCD), Pengesan Suhu, Pengesan Arah Kedudukan, Pengesan Pecutan, Jam Nyata Masa (RTC), EEPROM dan Terminal Sesiri RS232.

### **1.4 Kaedah Perlaksanaan Projek**

Projek ini dibahagikan kepada dua bahagian utama iaitu bahagian perkakasan dan bahagian perisian. Perlaksanaan bagi kedua-dua bahagian ini dijalankan secara serentak iaitu dimulakan dengan rekabentuk awal bagi perkakasan dan perisian secara keseluruhan, kemudiannya diperincikan kepada setiap komponen kecil dalam sistem tersebut. Seterusnya, rekabentuk awal ini diuji dan diubahsuai untuk mengenalpasti rekabentuk yang paling baik untuk dilaksanakan. Perisian ditulis bagi setiap komponen yang terlibat dalam rekabentuk perkakasan yang telah diputuskan itu. Pada peringkat akhir, kesemua perkakasan dan perisian bagi setiap komponen ini diintegrasikan bersama bagi membolehkan satu sistem terbentuk yang dinamakan sebagai Sistem Perolehan Data Mudah-alih. Ringkasan kaedah perlaksanaan projek adalah seperti dalam Rajah 1.1.



**Rajah 1.1:** Kaedah Perlaksanaan Projek

## **1.5 Panduan Laporan**

Laporan ini dibahagikan kepada lima bab utama iaitu bab Pendahuluan, Implementasi Perkakasan, Implementasi Perisian, Keputusan, dan Penutup. Sinopsis bagi setiap bab ini adalah seperti berikut:

Bab 1: Pendahuluan – memberikan pengenalan kepada projek, objektif projek dan skop kajian.

Bab 2: Implementasi Perkakasan – menerangkan kajian terhadap struktur perkakasan yang digunakan dan kaedah melaksanakan setiap perkakasan tersebut.

Bab 3: Implementasi Perisian – menerangkan perisian yang digunakan dan cara melaksanakan perisian tersebut yang terdiri daripada perisian PicBasic Pro dan Visual Basic.

Bab 4: Keputusan – menerangkan hasil dan keputusan yang diperolehi daripada pelaksanaan projek ini. Turut dinyatakan ialah perbincangan terhadap setiap masalah yang timbul.

Bab 5: Penutup – menerangkan pencapaian projek berdasarkan objektif yang digariskan dan juga cadangan-cadangan untuk menambahbaik sistem ini pada masa akan datang.

## **BAB 2**

### **IMPLEMENTASI PERKAKASAN**

#### **2.1 Ciri-ciri dan Keupayaan Sistem**

Sistem Perolehan Data Mudah-alih ini mempunyai beberapa ciri khusus yang membezakannya dengan sistem perolehan data yang lain. Antaranya ialah:

- (a) Berasaskan mikropengawal berkos rendah.

Mikropengawal PIC16F877 merupakan mikropengawal yang dapat diperolehi dengan mudah dan berkos rendah berbanding mikropengawal jenis lain iaitu berharga sekitar RM 49. Mikropengawal ini dapat beroperasi dengan bekalan kuasa yang rendah iaitu 5 Volt dan mempunyai kelebihan dari segi isyarat masukan dan keluaran yang rendah. Ciri ini dapat mengurangkan gangguan ralat pada isyarat digital yang dihasilkan oleh mikropengawal.

- (b) Perisian berasaskan bahasa BASIC.

Mikropengawal PIC16F877 dapat diprogramkan dengan menggunakan bahasa PicBasic yang mudah difahami oleh pengguna. Selain bahasa PicBasic, bahasa penghimpun juga boleh digunakan, tetapi bagi memastikan Sistem Perolehan Data Mudah-alih ini mudah digunakan oleh pengguna, maka bahasa PicBasic digunakan.

- (c) Perisian antaramuka pengguna yang bergrafik.

Pengguna mempunyai kemudahan untuk berinteraksi dengan sistem ini melalui satu perisian antaramuka bergrafik yang dibangunkan berdasarkan perisian Visual Basic 6. Operasi sistem dan data yang diperolehi dapat dilihat oleh pengguna menggunakan beberapa kawalan tertentu pada perisian ini.

- (d) Sistem mudah-alih.

Sistem ini bersifat mudah-alih iaitu bersaiz kecil dan mempunyai bekalan kuasa utama daripada bateri 9 Volt. Ciri ini membolehkannya digunakan di semua tapak kajian tanpa memerlukan ruang yang besar.

- (e) Keupayaan mencerap data analog dan digital.

Mempunyai keupayaan mencerap data analog dan digital 8 bit secara serentak pada terminal yang berlainan dengan julat julat masukan antara 0 Volt hingga 5 Volt. Sebelum data analog dapat diproses, data analog ini ditukarkan kepada digital oleh

Penukar Isyarat Analog kepada Digital dalaman yang terletak dalam mikropengawal, manakala isyarat masukan digital dapat diproses terus oleh mikropengawal..

(f) Suis kuasa dan suis set semula.

Mempunyai suis kuasa yang berfungsi mengawal bekalan kuasa kepada sistem dan suis set semula untuk mengawal operasi program.

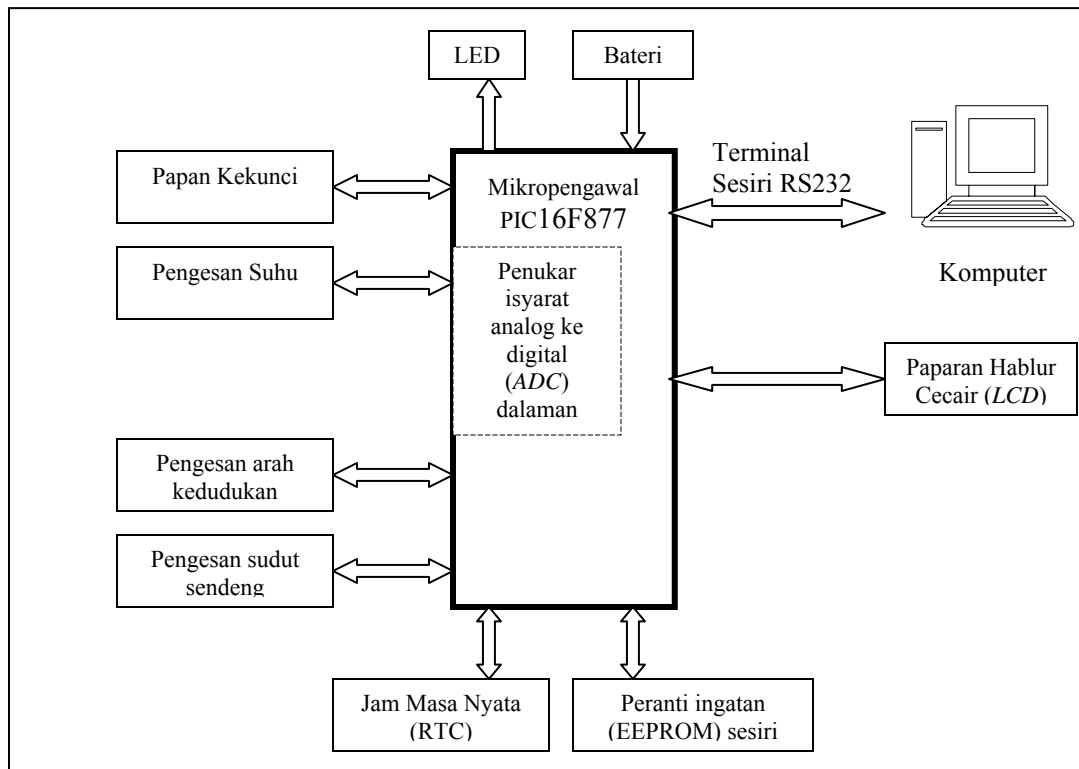
(g) Penggunaan kuasa yang rendah.

Nilai voltan yang diberikan oleh keluaran penghad voltan adalah bernilai 4.93 V, manakala nilai arus ialah 0.03 mA. Maka, nilai penggunaan kuasa bagi sistem ini ialah:

$$\begin{aligned}
 P &= 4.93 \times 0.03\text{m} \\
 (2.1) \\
 &= 0.479 \text{ mW}
 \end{aligned}$$

## 2.2 Struktur Perkakasan

Dalam bahagian ini, aplikasi setiap komponen dalam sistem yang dibina akan diterangkan secara terperinci berdasarkan teori penggunaannya. Sistem Perolehan Data ini secara keseluruhannya boleh digambarkan melalui gambar rajah blok seperti di bawah. Gambar rajah litar skematik bagi keseluruhan sistem boleh dirujuk dalam Lampiran A.



**Rajah 2.1:** Gambarajah Blok Sistem

Berdasarkan Rajah 2.1, sistem ini terdiri daripada beberapa komponen elektronik iaitu:

- a) Mikropengawal PIC 16F877
- b) Penukar Isyarat Analog ke Digital (ADC)
- c) Papan kekunci saiz 4x3
- d) Paparan Hablur Cecair (LCD)
- e) Pengesan suhu LM35DZ
- f) Pengesan arah elektro-mekanikal (kompas)
- g) Pengesan Memsic 2125
- h) Peranti Ingatan (EEPROM) 24LC16B, 16K
- i) Jam Masa Nyata (RTC) DS1302
- j) Terminal Sesiri RS 232 (9-pin)

Penerangan bagi setiap komponen elektronik ini dijelaskan dengan lebih mendalam seperti di bawah.

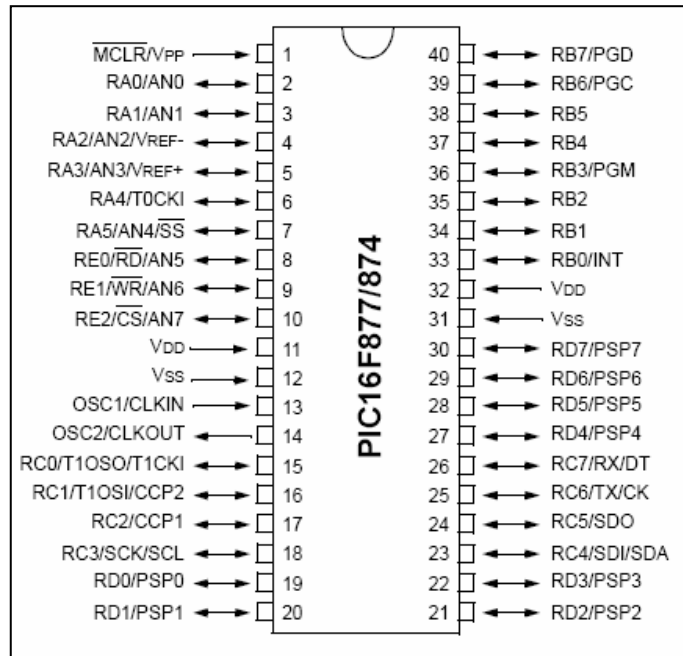
- a) Mikropengawal PIC 16F877

PIC merupakan singkatan bagi perkataan *Peripheral Interface Controller*. Mikropengawal ini berfungsi sebagai komponen utama dalam projek ini iaitu sebagai pengawal atur keseluruhan fungsi sistem dalam projek ini. Terdapat beberapa ciri khusus bagi mikropengawal ini yang membezakannya dengan mikropengawal yang lain iaitu:

- i. Mempunyai 40 pin.
- ii. 8-bit CMOS FLASH.
- iii. Kelajuan operasi bersamaan DC 20 MHz jam masukan, DC 200 ns kitaran arahan.
- iv. Ingatan bersaiz 8K x 14 perkataan, Ingatan Program FLASH yang terdiri daripada: 368 x 8 bytes RAM dan 256 x 8 bytes EEPROM.
- v. Terminal masukan dan keluaran yang terdiri daripada 5 terminal iaitu:
  - Port A*: 6-bit (RA0-RA5)
  - Port B*: 8-bit (RB0-RB7)
  - Port C*: 8-bit (RC0-RC7)
  - Port D*: 8-bit (RD0-RD7)
  - Port E*: 3-bit (RE0- RE2)

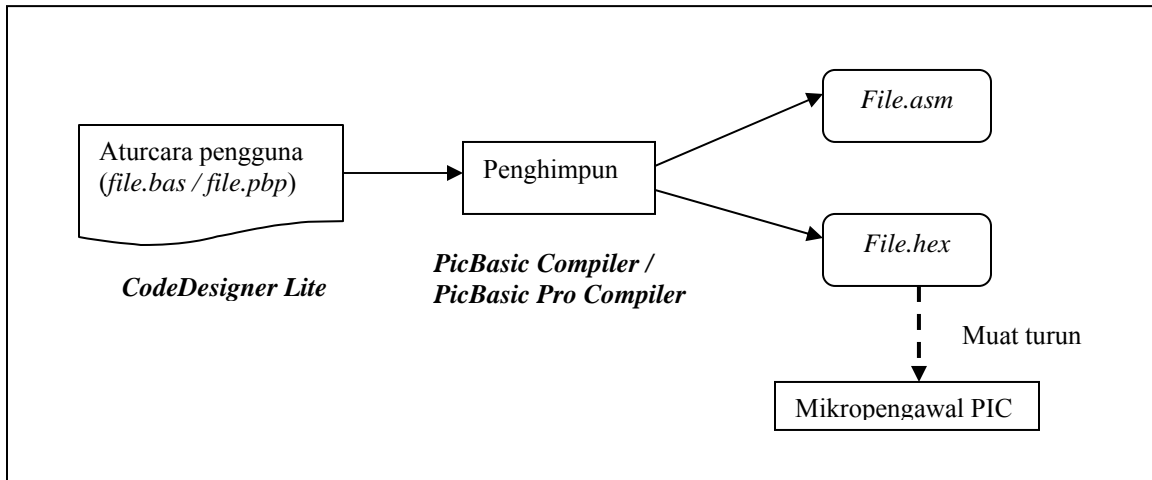


Gambarajah tatasusunan pin bagi mikropengawal PIC 16F877 adalah seperti berikut:



**Rajah 2.2:** Tatasusunan Pin PIC 16F877

PIC 16F877 boleh diprogramkan dengan cara menulis aturcara / program dalam bahasa tertentu sama ada dalam Bahasa Penghimpun atau Bahasa Tinggi, kemudiannya ditukarkan ke dalam kod HEX menggunakan penghimpun bagi bahasa pemrograman tersebut. Seterusnya Kod HEX ini dimuat turunkan ke dalam Ingatan Program FLASH di dalam PIC 16F877 dengan menggunakan satu perkakasan khas iaitu EPIC Plus. Bahasa pemrograman yang biasa digunakan ialah *PicBasic*, MPASM dan Bahasa C. Bagi program yang ditulis dalam bahasa *PicBasic*, satu perisian untuk menulis aturcara ini iaitu CodeDesigner Lite digunakan. Aturcara yang ditulis ini akan dihimpun menggunakan Penghimpun *PicBasic* yang telah disambungkan dengan perisian CodeDesigner Lite untuk mendapatkan kod HEX, sebelum dimasukkan ke dalam Ingatan Program FLASH untuk membolehkan PIC 16F877 menjalankan fungsinya sebagai mikropengawal sepertimana yang diarahkan di dalam aturcara tersebut. Gambar rajah berikut menerangkan proses yang terlibat dalam menulis aturcara bagi PIC.



**Rajah 2.3:** Proses menulis aturcara PIC

b) Penukar Isyarat Analog ke Digital (ADC)

ADC yang digunakan dalam projek ini merupakan ADC dalaman iaitu yang boleh diprogramkan penggunaannya di dalam PIC16F877 melalui beberapa aturcara khas. ADC ini berfungsi untuk menukarkan isyarat masukan daripada luar yang diberikan kepada pin tertentu kepada isyarat digital yang mempunyai nilai setara. Nilai bit bagi isyarat digital tersebut boleh ditentukan oleh pengguna dengan memberikan arahan tertentu kepada mikropengawal, di mana dalam projek ini, nilai bit yang dipilih ialah 8-bit. Kaedah pertukaran analog ke digital yang digunakan dalam ADC ini merupakan jenis *successive approximation*. Bagi memprogramkan ADC dalaman ini, terdapat 4 daftar (*register*) iaitu:

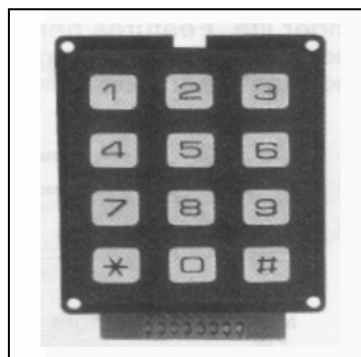
- i. Daftar Keputusan Bit Tinggi (ADRESH)  
Berfungsi sebagai daftar simpanan bit atasan bagi isyarat digital yang terhasil daripada pertukaran isyarat analog.
- ii. Daftar Keputusan Bit Rendah (ADRESL)  
Berfungsi sebagai daftar simpanan bit bawahan bagi isyarat digital yang terhasil daripada pertukaran isyarat analog.
- iii. Daftar Kawalan 0 (ADCON0)  
Berfungsi sebagai pengawal bagi operasi ADC.
- iv. Daftar Kawalan 1 (ADCON1)  
Bertanggungjawab dalam menentukan fungsi bagi setiap pin pada terminal yang terlibat dengan ADC.

Maklumat lanjut tentang keempat-empat daftar ini dan kod-kod yang digunakan untuk memprogramkan ADC dalaman ini adalah seperti dalam helaian data pada Lampiran.

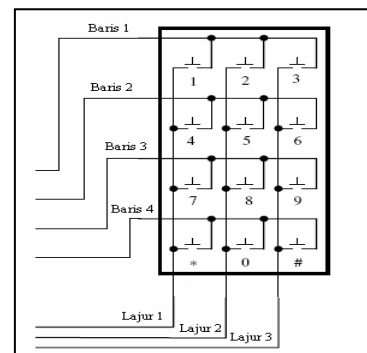
Aplikasi ADC dalaman di dalam Sistem Perolehan Data Mudah-alih ini adalah sebagai peranti elektronik yang menukarkan isyarat analog yang diberikan oleh keluaran pengesanan suhu LM35DZ iaitu dalam bentuk voltan kepada isyarat digital yang mempunyai nilai setara. Isyarat analog ini disampelkan oleh ADC dalaman pada sela masa tertentu yang boleh dikonfigurasi oleh pengguna.

c) Papan kekunci 4x3

Papan kekunci dengan saiz 4x3 (4 baris dan 3 lajur) adalah peralatan yang digunakan untuk membolehkan pengguna memilih mod operasi sistem yang terdiri daripada tiga mod iaitu mod Fungsi Mencerap Data, mod Fungsi Paparan Data dan mod Fungsi Menghantar Data. Sebaik sahaja bekalan kuasa sistem dihidupkan, pengguna dikehendaki memilih mod operasi dengan menekan butang 1, 2 atau 3 pada papan kekunci. Papan kekunci ini terdiri daripada litar bersuis yang akan mengaktifkan pengaliran arus apabila butang pada papan kekunci tersebut ditekan. Bagi membolehkan papan kekunci ini beroperasi sedemikian, sambungan bagi setiap baris hendaklah disambung kepada pin PIC yang dikonfigurasi sebagai masukan, manakala sambungan bagi setiap lajur pula mesti disambung kepada pin PIC yang dikonfigurasi sebagai keluaran.



(a)

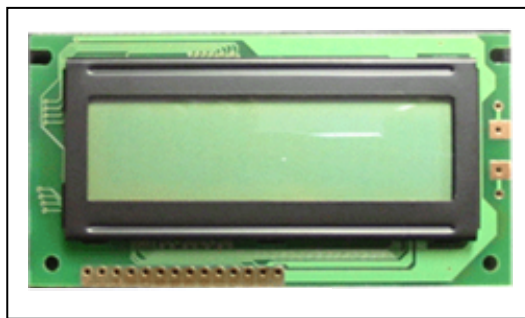


(b)

**Rajah 2.4:** Papan kekunci 4x3: (a) Rajah fizikal, dan (b) Litar dalaman

d) Paparan Hablur Cecair (LCD)

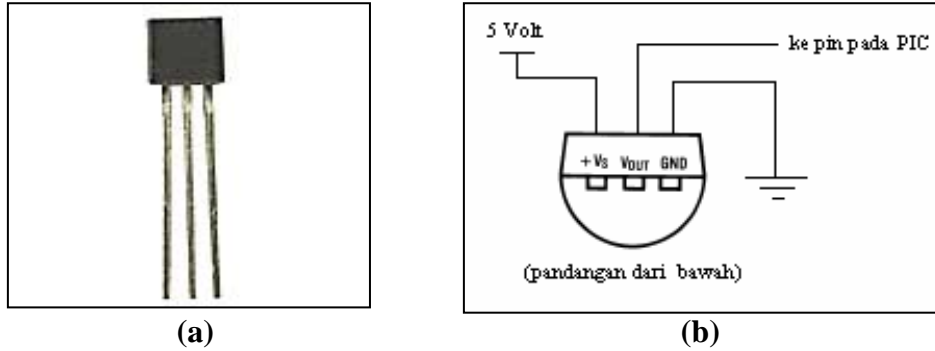
Aplikasi LCD dalam sistem ini adalah untuk memaparkan beberapa keadaan kepada pengguna seperti mod operasi yang sedang berlaku, data yang diperolehi seperti suhu terkini, tarikh dan juga masa. Melalui paparan LCD ini, pengguna dapat menilai sama ada sistem sedang beroperasi dalam keadaan yang baik atau sebaliknya. Sekiranya berlaku keadaan di luar jangkauan seperti nilai suhu yang sangat tinggi atau data yang diberikan mengandungi kesilapan dari segi kod, maka pengguna dapat mengambil tindakan seterusnya untuk membetulkan sistem tersebut. Saiz LCD yang digunakan ialah 2x16 iaitu 2 baris dan 16 lajur, di mana setiap petak dapat mewakili satu karakter.



**Rajah 2.5:** Paparan Hablur Cecair (LCD) bersaiz 2x16

e) Pengesan suhu LM35DZ

Data pertama yang dipilih untuk direkodkan dalam projek ini ialah suhu persekitaran yang berdekatan dengan Sistem Perolehan Data Mudah-alih. Pengesan suhu yang digunakan bagi tujuan ini ialah pengesan suhu LM35DZ. Antara ciri-ciri utama bagi pengesan suhu ini ialah berupaya mengesan suhu dalam julat penuh  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $150^{\circ}\text{C}$ , tetapi boleh dikonfigurasi dalam julat yang lebih relevan melalui sambungan yang khusus. Oleh kerana suhu persekitaran yang biasa dialami di negara ini adalah sekitar  $25^{\circ}\text{C}$  hingga  $35^{\circ}\text{C}$ , maka julat pilihan yang dikonfigurasi bagi projek ini ialah antara  $2^{\circ}\text{C}$  hingga  $150^{\circ}\text{C}$ . Konfigurasi ini adalah berdasarkan maklumat yang diberikan dalam helaian data. Namun, secara praktiknya suhu yang dicerap tidak akan mencapai nilai yang maksimum iaitu  $150^{\circ}\text{C}$ . Pengesan suhu ini memberikan keluaran voltan bersamaan  $10\text{mV}$  bagi setiap kenaikan  $1^{\circ}\text{C}$  dalam bentuk isyarat analog. Data analog ini ditukarkan kepada data digital 8 bit oleh ADC dalaman yang dikonfigurasi penggunaannya di dalam mikropengawal. Pengesan suhu ini mudah digunakan bagi aplikasi mudah-alih disebabkan saiznya yang kecil dan sambungannya yang tidak kompleks.



**Rajah 2.6:** Pengesan suhu LM35DZ: (a) Gambar rajah fizikal (b) Sambungan pin

f) Pengesan arah elektro-mekanikal

Pengesan arah yang digunakan adalah dari jenis elektro-mekanikal yang dilengkapi dengan mikropengawal sebagai pengawal komunikasi secara siri. Pengesan ini adalah sensitif terhadap getaran dan sudut relatif bagi kedudukan operasinya. Bagi pusingan sebanyak  $90^\circ$ , masa bagi pengesan ini bertindak balas adalah dalam tempoh 3.5 saat. Berkemampuan memberikan keluaran penunjuk bagi lapan arah, yang mana diwakili oleh empat LED. Arah yang ditunjukkan adalah arah pengesan ini menghala, contohnya jika pengesan menghala ke arah Barat, maka LED Barat akan menyala. Jika pengesan menghala ke arah Timur Laut, maka kedua-dua LED Utara dan LED Timur menyala. Keluaran bagi pengesan ini adalah dalam bentuk digital 8 bit. Data ini dapat dihantar ke mikropengawal dengan menggunakan komunikasi sesiri melalui pin 5 pada pengesan tersebut.

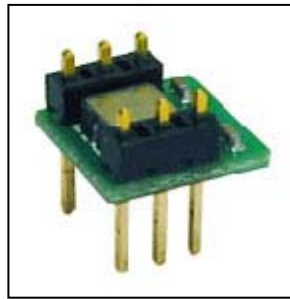


**Rajah 2.7:** Pengesan arah elektro-mekanikal

g) Pengesan Memsic 2125

Pengesan Memsic 2125 merupakan sejenis pengesan yang berupaya mengesan pecutan termal dalam dua paksi, bagi mengukur pecutan dinamik (getaran) dan pecutan

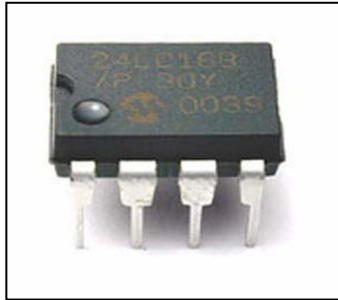
statik (graviti) dalam julat  $\pm 2g$ . Ciri-ciri yang wujud ini membolehkannya digunakan dalam pengukuran sudut sendeng dan putaran. Aplikasi pengesan Memsic 2125 dalam projek ini ialah untuk mengesan sudut sendeng bagi Sistem Perolehan Data yang dipasang pada sebuah robot dalam air. Pengesan Memsic 2125 mempunyai satu peranti pemanas di dalamnya yang berfungsi untuk memanaskan gelembung udara yang terdapat dalam peranti berkenaan. Apabila daya graviti bertindak ke atas gelembung udara tersebut, maka pergerakan akan berlaku. Pergerakan ini dikesan oleh pengesan suhu yang terdapat pada Pengesan Memsic 2125 dan seterusnya isyarat kedudukan gelembung udara (relatif kepada daya graviti) ini ditukarkan oleh litar elektronik kepada isyarat keluaran dedenyut untuk mewakili sudut sendeng bagi paksi X dan Y.



**Rajah 2.8:** Pengesan sudut Memsic 2125

h) Peranti Ingatan (EEPROM) 24LC16B, 16K

Apabila isyarat analog yang diambil daripada saluran masukan ditukarkan kepada isyarat digital, data-data ini seterusnya disimpan di dalam peranti ingatan luaran (EEPROM) bersaiz 16K yang bersamaan 2048 byte. EEPROM ini adalah dari jenis I<sup>2</sup>C iaitu mempunyai kebolehan antaramuka dengan mikropengawal PIC 16F877 melalui 2 talian bas sahaja iaitu Talian Data Sesiri dan Talian Jam Sesiri. Alamat bagi EEPROM ini dicapai berdasarkan byte iaitu setiap unit alamat dalam EEPROM boleh menyimpan data bersaiz 8 bit yang bersamaan 1 byte. Ini bermakna, data maksimum yang boleh disimpan dalam peranti ingatan ini adalah sebanyak 2048 data. Saiz storan yang besar ini membolehkan Sistem Perolehan Data Mudah-alih menceraap data yang banyak dalam tempoh masa tertentu. Data dalam EEPROM ini boleh dipadamkan secara elektronik iaitu data lama terpadam secara automatik apabila terdapat data baru dimasukkan ke dalamnya.



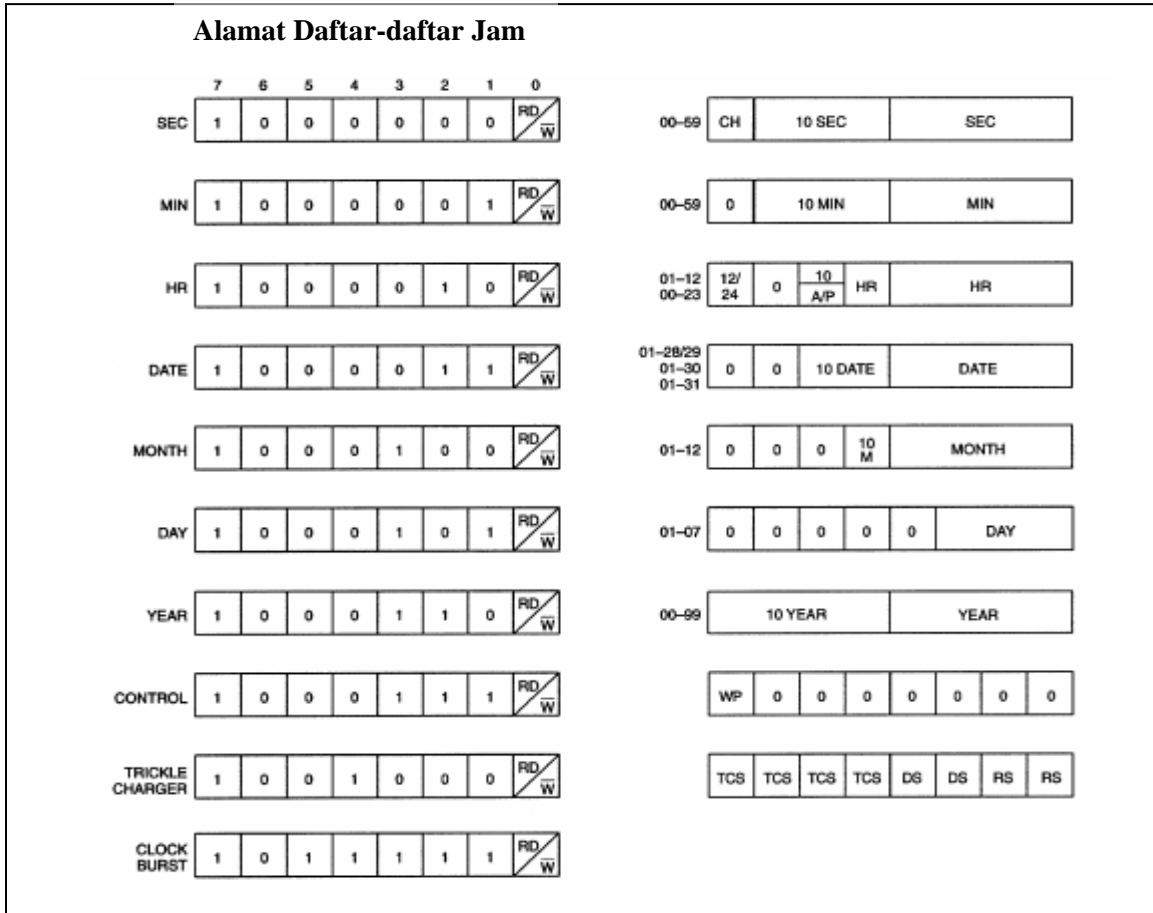
**Rajah 2.9:** EEPROM 24LC16B

i) Jam Masa Nyata (RTC) DS1302

Tarikh dan waktu bagi setiap data boleh diperolehi dengan menggunakan Jam Masa Nyata yang dapat memberikan waktu yang tepat. Peranti ini juga merupakan jenis I<sup>2</sup>C yang boleh dikawal oleh mikropengawal melalui 2 talian bas. RTC ini berkomunikasi dengan mikropengawal PIC melalui kaedah komunikasi sesiri. Peranti ini mampu memberikan tarikh, bulan, tahun, jam, minit, dan saat berdasarkan konfigurasi yang dibuat oleh pengguna melalui pengaturcaraan. RTC ini mempunyai beberapa daftar yang berfungsi mengawal operasinya. Daftar-daftar ini ditunjukkan dalam Rajah 1.9. Penjelasan bagi beberapa daftar penting seperti Daftar Kawalan, Daftar Cas Aliran, dan Daftar Saat yang digunakan dalam projek ini akan diterangkan di sini.



**Rajah 2.10:** Jam Masa Nyata (RTC) DS1302



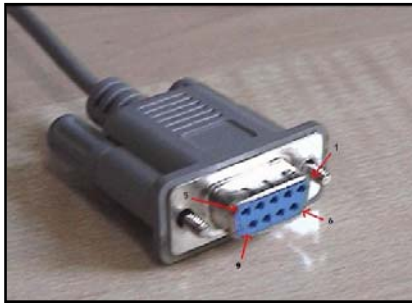
**Rajah 2.11:** Daftar-daftar Jam

Daftar Kawalan mengandungi bit perlindungan menulis (WP) yang digunakan untuk melindungi RTC daripada operasi menulis data yang tidak sengaja terhadapnya. Bit ini mesti dikosongkan sekiranya operasi menulis data ke dalam sebarang daftar hendak dijalankan. Daftar Cas Aliran berfungsi mengawal fungsi bekalan kuasa kedua apabila bekalan kuasa utama dimatikan. Dengan cara ini, bekalan kuasa sentiasa dapat dibekalkan kepada RTC bagi membolehkannya beroperasi tanpa henti dan seterusnya memastikan tarikh dan waktu beroperasi dengan tepat apabila bekalan kuasa utama dihidupkan semula. Daftar Saat berfungsi membilang detik saat dan juga mampu menghentikan operasi membilang bagi RTC iaitu dengan mengkonfigurasi bit CH yang terdapat dalam daftar ini. Bit ini perlu dikosongkan apabila memprogramkan aturcara yang memerlukan RTC beroperasi.

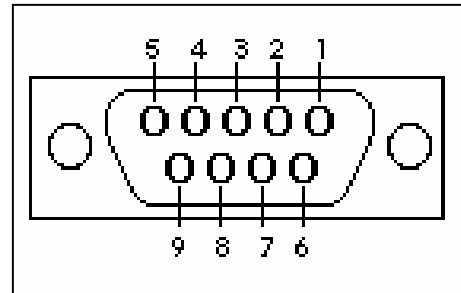


j) Terminal Sesiri RS-232 (9-pin)

RS-232 merupakan piawai antaramuka yang diperkenalkan oleh satu pertubuhan antarabangsa iaitu EIA. RS adalah singkatan dari perkataan "*Recommendation Standard*". Aplikasi utamanya ialah untuk menghubungkan di antara komputer dan modem. Pembuat atau pengeluar komputer dan pengeluar modem tidak bergantung di antara satu sama lain dengan adanya RS-232. Mereka akan menyediakan penyambung atau antaramuka yang sesuai dengan piawai RS-232 masing-masing dan penyambungan kedua-dua alat ini akan dapat dilakukan. Maka tanpa mengira jenis atau jenama komputer dan modem, mereka akan dapat disambungkan. Terdapat dua jenis Terminal Sesiri RS-232 berdasarkan bilangan pin pada penyambungannya, iaitu DB9 yang mempunyai 9 pin dan DB25 yang mempunyai 25 pin.



(a)



(b)

**Rajah 2.12:** Terminal Sesiri RS232 (9-pin) (a) Gambar rajah fizikal, (b) Tatasusunan pin

Dalam projek ini, Terminal Sesiri RS-232 jenis DB9 digunakan sebagai talian penghubung antara Sistem Perolehan Data Mudah-alih dengan komputer melalui komunikasi secara siri dengan mikropengawal PIC16F877. RS-232 dihubungkan dengan PIC16F877 melalui pin penghantaran iaitu pin 25 dan pin penerimaan iaitu pin 26 pada mikropengawal. Manakala pada terminal sesiri RS-232, pin penghantaran ialah pin 3 dan pin penerimaan ialah pin 2. Dengan menggunakan terminal sesiri RS-232, data yang disimpan di dalam EEPROM siri boleh dihantar ke komputer untuk dipaparkan kepada pengguna dan seterusnya membolehkan analisis dijalankan terhadap data tersebut. Pengguna boleh meminta data tersebut dihantar ke komputer dengan memberikan arahan melalui aplikasi antaramuka Visual Basic. Gambar rajah fizikal dan tatasusunan pin beserta dengan penerangan fungsi setiap pin adalah seperti berikut.

1) Pin 1 (*Data Carrier Detect*)

Talian DCD digunakan untuk memberitahu komputer supaya bersedia untuk menerima data pada bila-bila masa.

2) Pin 2 (*Receive Data Pin*)

Talian Rx ini digunakan untuk menghantar data dari peralatan sesiri ke komputer.

3) Pin 3 (*Transmit Data Pin*)

Talian Tx ini digunakan untuk menghantar data dari komputer ke peralatan sesiri.

4) Pin 4 (*Data Terminal Ready*)

Talian DTR digunakan oleh komputer untuk memberi isyarat kepada peralatan sesiri bahawa ia telah bersedia.

5) Pin 5 (*Signal Ground*)

Talian DCD ini digunakan sebagai talian bumi, dan perlu disambungkan pada setiap masa.

6) Pin 6 (*Data Set Ready*)

Talian DSR ini digunakan oleh peralatan sesiri untuk memberi isyarat kepada komputer bahawa ia telah bersedia untuk berkomunikasi.

7) Pin 7 (*Request to Send*)

Talian RTS ini dikeluarkan oleh komputer untuk memohon kebenaran menghantar data. Talian ini dikawal oleh komputer.

8) Pin 8 (*Clear to Send*)

Talian CTS ini digunakan untuk mengeluarkan jawapan kepada isyarat RTS apabila peralatan sesiri telah bersedia menerima data.

9) Pin 9 (*Ring Indicator*)

Satu isyarat pemberitahuan akan dikeluarkan melalui talian RI ini apabila terdapat pihak luar yang hendak berkomunikasi.

Jantung bagi komunikasi sesiri adalah "*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*", atau singkatannya UART. UART berperanan untuk mengawal terminal RS-232 dalam komputer. Tujuan Utama UART ialah :

1. Untuk menukarkan bait dari CPU (Unit Pemproses Pusat) kepada format bersiri dengan menambah pemulaan, penamat dan bit pariti kepadanya sebelum penghantaran dan kemudiannya menghantarkan setiap bit pada kadar baud yang

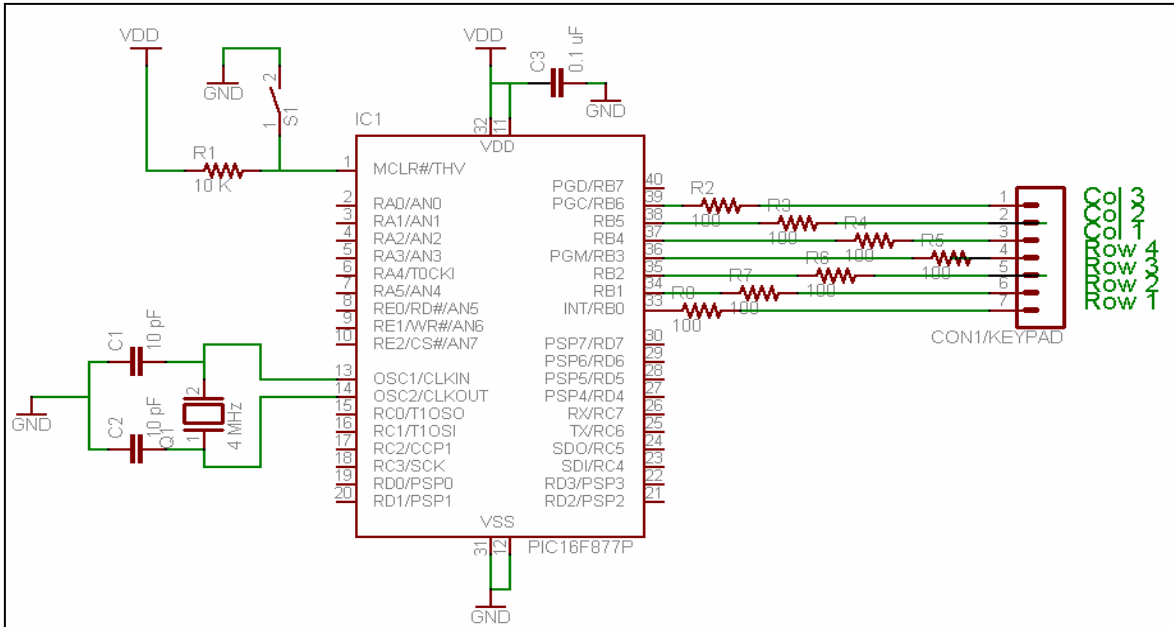
- betul. Biasanya bit pertama adalah bit permulaan, diikuti dengan 5 hingga 8 bit data, diikuti dengan bit pariti, diikuti dengan bit penamat.
2. Untuk menukarkan data bersiri dari pihak penghantar (pada kadar baud yang ditetapkan) dari bit kepada bait dengan mengeluarkan semua bit permulaan, penamat dan pariti sebelum dapat digunakan oleh CPU.
  3. UART berkebolehan beroperasi dalam dua mod iaitu 'polled' dan 'interrupt driven'. Dalam fungsi komunikasi bersiri terdapat dalam BIOS menggunakan cara 'polled'. Dalam konsep ini, biasanya CPU adalah dalam satu gelung minta UART supaya menghantar data dalam bait sekiranya telah bersedia. Jika bersedia, pemilih kod akan memulangkan bait. Tetapi sekiranya bait seterusnya datang sebelum pemilih kod beroperasi semula maka bait tersebut hilang.
  4. Dalam 'interrupt driven', semasa UART menerima satu bait, satu arah 'Interrupt Service Routine'(ISR) akan dilaksanakan serta-merta dan menghentikan semua operasi lain buat seketika. ISR akan menggerakkan bait tersebut ke dalam penimbal. Dengan ini aplikasi program dapat membacanya kemudian.

### **2.3 Kaedah Implementasi Perkakasan**

Setiap komponen elektronik yang digunakan dalam projek ini disambungkan kepada mikropengawal PIC16F877 dan dengan komponen-komponen lain berdasarkan sambungan yang khusus. Bahagian ini akan menerangkan kaedah sambungan bagi setiap komponen tersebut bagi membolehkannya berfungsi dengan baik.

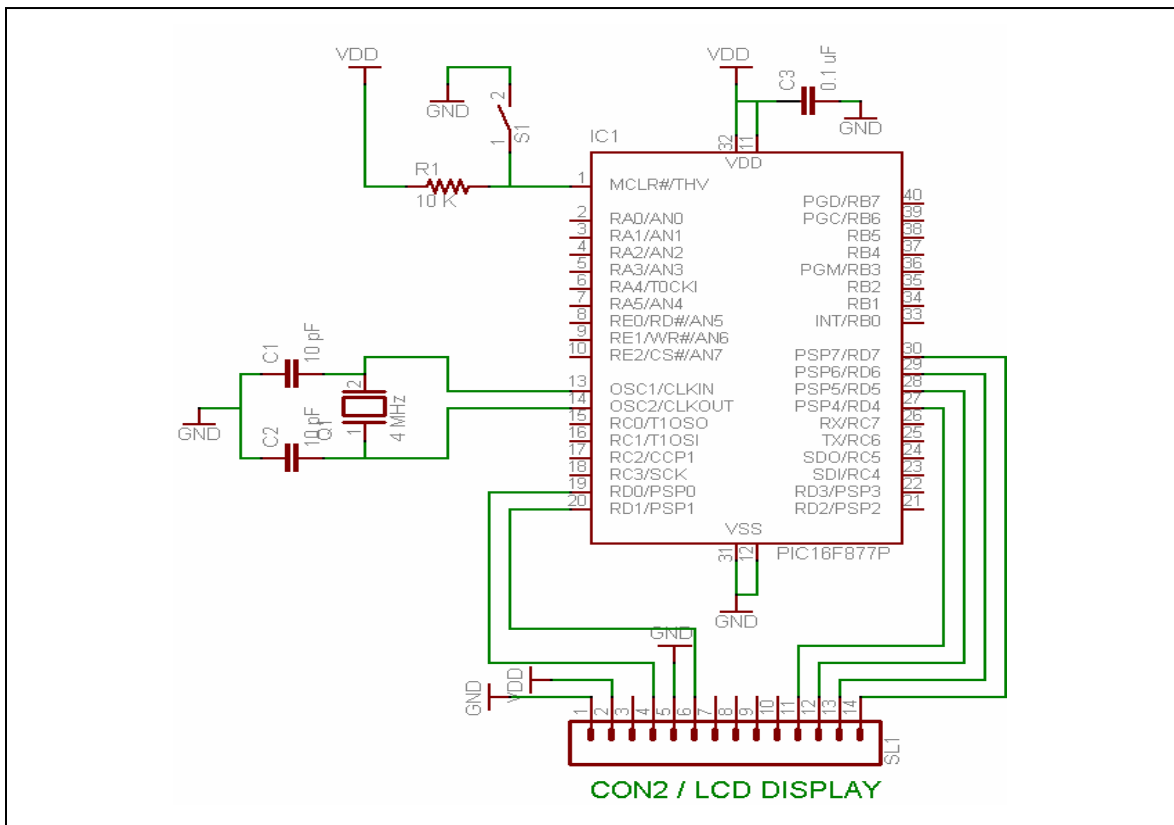
#### **(a) Papan kekunci saiz 4x3**

Papan kekunci bersaiz 4x3 disambungkan kepada terminal B pada PIC, iaitu baris bagi papan kekunci disambung kepada PIC bermula pada pin B.0 sehingga pin B.3 manakala lajur disambung pada pin B.4 sehingga pin B.6. Satu perintang bernilai 100Ω disambungkan secara sesiri dengan setiap pin papan kekunci bagi menghadkan nilai arus melaluinya supaya tidak merosakkan papan kekunci. Kesemua baris dikonfigurasi sebagai masukan dan lajur pula dikonfigurasi sebagai keluaran pada PIC. Konfigurasi ini dilakukan melalui pemrograman terhadap PIC. Gambarajah litar skematik bagi papan kekunci ini ditunjukkan dalam Rajah 1.11.



**Rajah 2.13:** Litar skematik PIC 16F877 dan papan kekunci

(b) Paparan Hablur Cecair (LCD)



**Rajah 2.14:** Litar skematik PIC 16F877 dan LCD

Paparan Hablur Cecair (LCD) mempunyai 14 pin sambungan yang disambung kepada mikropengawal PIC seperti dalam rajah di atas. Fungsi setiap pin pada modul LCD adalah seperti berikut:

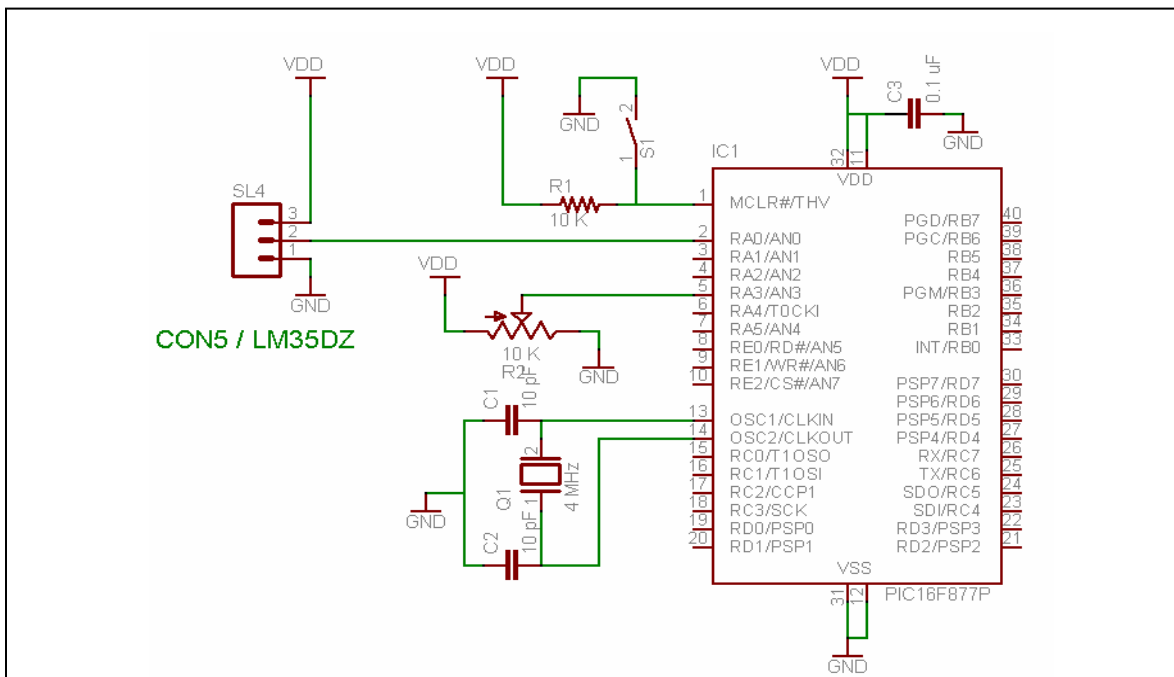
Pin	Simbol	Fungsi
1	Vss	Sambungan bumi.
2	Vcc	Bekalan kuasa 5 Volt.
3	Vee	Disambung kepada potentiometer sebagai kawalan kadar kecerahan paparan modul LCD.
4	RS	Mengawal jenis masukan ke modul LCD: Logik 0- Masukan arahan Logik 1- Masukan data
5	RW	Mengawal operasi menulis dan membaca pada modul LCD: Logik 0- Operasi menulis ke modul LCD Logik 1- Operasi membaca modul LCD
6	E	Mengawal fungsi kebenaran beroperasi.
7	DB0	Talian data 0 (LSB)
8	DB1	Talian data 1
9	DB2	Talian data 2
10	DB3	Talian data 3
11	DB4	Talian data 4
12	DB5	Talian data 5
13	DB6	Talian data 6
14	DB7	Talian data 7 (MSB)

**Jadual 2.1:** Tatasusunan dan fungsi pin LCD

LCD boleh dikawal menggunakan dua cara iaitu sama ada melalui empat talian data atau lapan talian data. Bahasa pemrograman PicBasic Pro dapat menampung kedua-dua kaedah ini, tetapi kaedah yang digunakan di sini ialah kawalan melalui empat talian data kerana kaedah ini dapat menjimatkan penggunaan pin pada mikropengawal PIC. Keempat-empat talian data ini disambungkan kepada mikropengawal PIC pada terminal D iaitu bermula pada pin D.4 sehingga pin D.7. Sambungan ini mesti dipastikan betul

kerana ia melibatkan susunan data daripada bit terendah (LSB) hingga bit tertinggi (MSB). Sekiranya sambungan dibuat secara terbalik, LCD tidak akan dapat memaparkan data yang dikehendaki. Pin-pin pada mikropengawal PIC ini dikonfigurasi sebagai pin masukan melalui pemrograman PicBasic Pro. Pin 5 pula sentiasa disambung ke bumi kerana fungsi LCD dalam projek ini hanya untuk memaparkan data sahaja dan tidak melibatkan membaca data daripada EEPROM dalaman LCD. Kaedah untuk memprogramkan LCD berdasarkan arahan-arahan tertentu dengan menggunakan bahasa pemrograman PicBasic Pro akan dijelaskan secara detail dalam bahagian implementasi perisian.

(c) Pengesan suhu LM35DZ



**Rajah 2.15:** Litar skematik PIC 16F877 dan pengesan suhu LM35DZ

Pengesan suhu LM35DZ disambungkan kepada mikropengawal PIC melalui pin keluarannya kepada pin A.0. Pengesan suhu ini mampu memberikan keluaran bernilai 1mV bagi setiap kenaikan suhu sebanyak 1°C. Ini bermakna nilai voltan terkecil yang mampu diberikan adalah sebanyak 1mV atau bersamaan 0.01V. Oleh kerana data keluaran yang diberikan oleh pengesan suhu ini adalah dalam bentuk voltan analog, maka terminal A mikropengawal PIC dikonfigurasi sebagai modul penukar isyarat analog ke digital (ADC) dalaman. Konfigurasi ini dilakukan melalui pemrograman bahasa PicBasic Pro yang membolehkan mikropengawal PIC menerima data dalam bentuk

isyarat analog melalui mana-mana pin pada terminal A dan kemudian menukarkannya kepada isyarat digital 8 bit. ADC ini memerlukan satu sumber rujukan bagi memastikan nilai terkecil unit resolusinya adalah mewakili nilai voltan terkecil yang mampu diberikan oleh keluaran pengesan suhu LM35DZ. Voltan rujukan ( $V_{ref}$ ) ini diberikan pada pin A.3 dengan cara menyambungkan satu perintang boleh laras bernilai 10 k $\Omega$  untuk memberikan nilai voltan masukan bernilai 2.55 V kepada pin tersebut. Pengiraan bagi mendapatkan nilai  $V_{ref}$  ini ditunjukkan seperti berikut:

Keluaran pada LM35DZ,

$$V_{out} = 1\text{mV per } ^\circ\text{C} \quad (2.2)$$

Bilangan unit dalam ADC 8 bit,

$$\begin{aligned} N &= 2^8 \\ &= 256 \end{aligned} \quad (2.3)$$

Maka, unit dalam ADC diwakili dalam julat 0 hingga 255.

Bagi mewakili nilai terkecil unit resolusi bersamaan nilai terkecil keluaran LM35DZ,

$$\begin{aligned} \frac{V_{ref}}{255} &= 0.01\text{V} \\ V_{ref} &= 2.55\text{ V} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Dengan menggunakan nilai  $V_{ref}$  ini, maka setiap kenaikan suhu sebanyak 1 $^\circ\text{C}$  akan memberikan kenaikan sebanyak 1 bit pada isyarat digital ADC. Berikut disenaraikan nilai bit yang setara dengan voltan analog bagi julat suhu antara 0 $^\circ\text{C}$  hingga 40 $^\circ\text{C}$ .

Suhu ( $^\circ\text{C}$ )	Voltan keluaran LM35DZ ( $V_{out}$ )	Nilai binari 8 bit ADC	Nilai Heksadesimal
0	0	0000 0000	00
1	0.01	0000 0001	01
2	0.02	0000 0010	02
3	0.03	0000 0011	03
4	0.04	0000 0100	04
5	0.05	0000 0101	05
6	0.06	0000 0110	06
7	0.07	0000 0111	07
8	0.08	0000 1000	08
9	0.09	0000 1001	09
10	0.10	0000 1010	0A
11	0.11	0000 1011	0B
12	0.12	0000 1100	0C
13	0.13	0000 1101	0D
14	0.14	0000 1110	0E

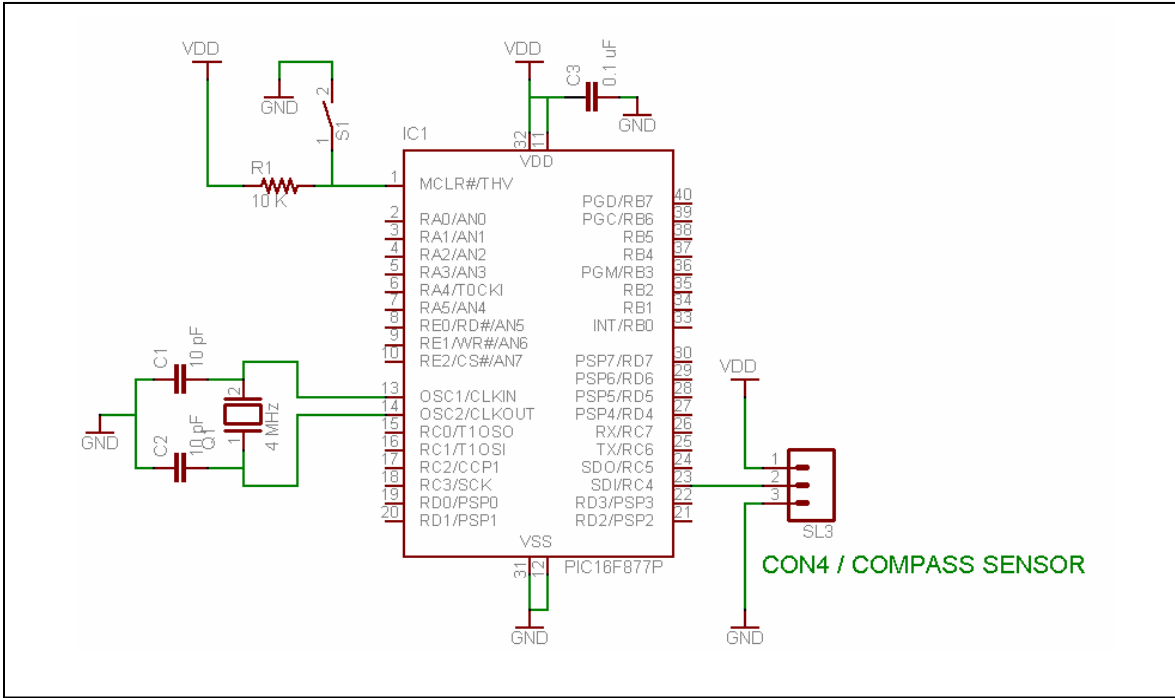
15	0.15	0000 1111	0F
16	0.16	0001 0000	10
17	0.17	0001 0001	11
18	0.18	0001 0010	12
19	0.19	0001 0011	13
20	0.20	0001 0100	14
21	0.21	0001 0101	15
22	0.22	0001 0110	16
23	0.23	0001 0111	17
24	0.24	0001 1000	18
25	0.25	0001 1001	19
26	0.26	0001 1010	1A
27	0.27	0001 1011	1B
28	0.28	0001 1100	1C
29	0.29	0001 1101	1D
30	0.30	0001 1110	1E
31	0.31	0001 1111	1F
32	0.32	0010 0000	20
33	0.33	0010 0001	21
34	0.34	0010 0010	22
35	0.35	0010 0011	23
36	0.36	0010 0100	24
37	0.37	0010 0101	25
38	0.38	0010 0110	26
39	0.39	0010 0111	27
40	0.40	0010 1000	28

**Jadual 2.2:** Nilai voltan keluaran LM35DZ dan nilai binari 8 bit ADC

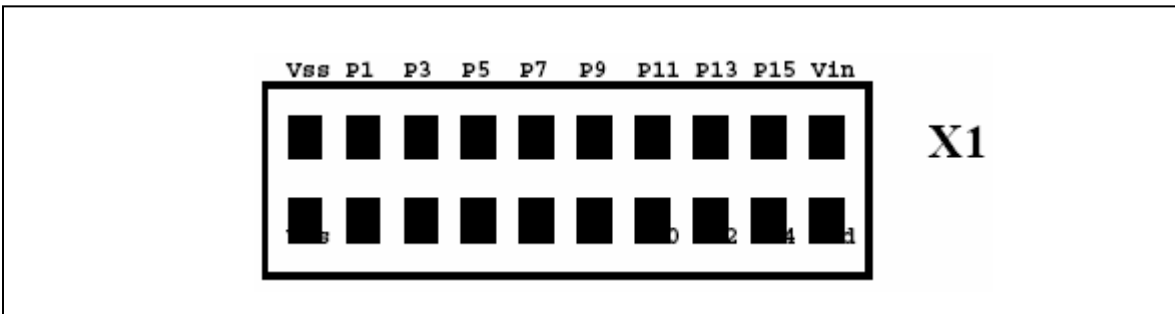
(d) Pengesan arah elektro-mekanikal

Berdasarkan Rajah1.14, pengesan arah elektro-mekanikal disambungkan kepada mikropengawal PIC melalui satu pin sahaja iaitu pin C.4 yang dikonfigurasikan sebagai pin masukan. Pada pengesan arah ini, terdapat beberapa pin sambungan yang digunakan untuk pelbagai tujuan, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.15.





**Rajah 2.16:** Litar skematik PIC 16F877 dan pengesan arah elektro-mekanikal



**Rajah 2.17:** Pin sambungan pada pengesan arah elektro-mekanikal

Hanya 3 pin sahaja digunakan iaitu pin Vin yang disambung kepada bekalan kuasa 5V, pin Vss yang disambung kepada bumi, dan pin 5 yang disambung kepada pin C.4 pada mikropengawal PIC. Fungsi pin 5 ini adalah sebagai komunikasi sesiri dua hala antara pengesan arah dan mikropengawal PIC iaitu menerima arahan daripada mikropengawal PIC dan juga menghantar data bacaan dalam bentuk digital kepada mikropengawal PIC. Data digital yang dihantar adalah dalam saiz 8 bit iaitu mewakili status unit pengesan tersebut dan juga bacaan arah halaan yang diterangkan seperti berikut: