

**PEMBANGUNAN METER MAYA BAGI PENGUKURAN KABEL KUASA**  
*(DEVELOPMENT OF VIRTUAL POWER CABLE METER)*

**Oleh**

**Marini binti Mustaffa**

**Disertasi ini dikemukakan kepada**  
**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan**  
**untuk ijazah dengan kepujian**

**SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN ELEKTRIK)**

**Pusat Pengajian Kejuruteraan**  
**Elektrik dan Elektronik**  
**Universiti Sains Malaysia**

**Mei 2006**

## **ABSTRAK**

Projek ini bertujuan untuk membina dan merekabentuk suatu alat pengukur arus pada kabel yang terselindung pada dinding mahupun di dalam tanah. Terdapat dua bahagian yang terlibat dalam membangunkan alat pengukur arus pada kabel kuasa ini iaitu bahagian perkakasan serta perisian. Pada bahagian perkakasan, pengesan arus yang digunakan direkabentuk berdasarkan kesan Hall yang terdapat pada aliran arus di dalam kabel kuasa tersebut. Pengesan arus ini dapat mengesan arus tinggi sebanyak 50 A. Keluaran bagi pengesan arus ini bergantung kepada nilai voltan yang diperolehi untuk mendapatkan arus sebenar pada kabel tersebut. Voltan maksimum keluaran bagi pengesan arus ini adalah 5V. Isyarat keluaran bahagian perkakasan akan digunakan sebagai isyarat masukan bagi bahagian perisian. Suatu sistem mikropengawal dengan menggunakan PIC 16F877 dibangunkan bagi memproses dan menganalisis data yang dicerap. Data yang dihantar dari bahagian perkakasan kepada bahagian perisian adalah secara perhubungan sesiri menggunakan kabel RS 232 pin DB9. Hasil daripada bahagian pemprosesan ini akan dipaparkan kepada pengguna melalui monitor komputer menggunakan aplikasi perisian Visual Basic versi 6.0 dan Hyper Terminal. Hyper Terminal adalah satu program yang digunakan untuk pengujian bagi penghantaran data dilakukan secara sesiri daripada bahagian perkakasan kepada bahagian perisian. Pengguna dapat mengukur dan mengambil bacaan arus, voltan dan kuasa pada kabel tersebut berdasarkan paparan ini.

## **ABSTRACT**

The main purpose of this project is to design and develop a current measurement device for underground cables. There are two parts which involved in the developing of this current measurement device for power cables including hardware installation and software development. The current sensor is build based on Hall Effect in the flowing current of the power cables. This current sensor can sense high current up to 50A. This sensor is rely on electromagnetic field strength which develop constantly changing voltage vary in the range between 0 to maximum reading of 5V. Output of this current sensor depends on the voltage produce to get the actual current from the cable. Output signal from the hardware part will be use as an input signal for software development part. A microprocessor system using microcontroller PIC 16F877 is developed to analyze and process the implemented data. Data send from hardware to software part is in the form of serial communication using RS 232 pin DB9 cable. The result from the processor will be displayed to user through monitor using Visual Basic Version 6.0 ( Microsoft Programming ) as application program and Hyper Terminal. Hyper Terminal is a testing program for serial data transmission from hardware to software. User can measure and takes current, voltage and power reading of cable based on this visual.

## **PENGHARGAAN**

Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Maha Mengasihani. Bersyukur saya ke hadrat Ilahi kerana saya telah berjaya menyiapkan projek prasiswazah ini sebagai memenuhi keperluan pengijazahan Sarjana Muda Kejuruteraan ( Kejuruteraan Elektrik ).

Saya mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada Prof. Madya Dr. Soib Taib selaku penyelia projek ini di atas segala nasihat, tunjuk ajar, idea, dorongan dan kepercayaan yang diberikan kepada saya bagi menjayakan projek ini.

Tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada Dr. Anwar Hasni Abu Hassan yang telah banyak membantu saya dalam proses merekabentuk litar mikropengawal. Ucapan terima kasih juga saya rakamkan untuk semua juruteknik yang telah banyak membantu saya terutama En. Nazir Abdullah semasa pemilihan komponen dan juga semasa menyiapkan projek ini.

Selain itu, jutaan terima kasih kepada kedua ibubapa saya, Mustaffa Hamid dan Sallehah Ismail yang sentiasa memberikan dorongan dan nasihat serta sentiasa mendengar segala luahan daripada saya dan rakan-rakan seperjuangan yang lain terutama Fairul Ariffin pelajar Mekatronik yang banyak membantu dalam merealisasikan objektif projek ini. Jasa kalian amat saya hargai sepanjang hayat.

Akhir kata, semoga hidup ini sentiasa di berkati Allah dan di kurniakan kejayaan hidup di dunia dan juga di akhirat. Wassalam.

# KANDUNGAN

	<b>Muka Surat</b>
<b>ABSTRAK</b>	ii
<b>ABSTRACT</b>	iii
<b>PENGHARGAAN</b>	iv
<b>JADUAL ISI KANDUNGAN</b>	v
<b>SENARAI GAMBARAJAH</b>	viii
<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
<b>BAB 1    PENGENALAN</b>	
1.1    Pendahuluan	1
1.2    Objektif	2
1.3    Operasi Pengesan Secara Keseluruhan	2
1.4    Skop Projek	3
1.5    Panduan Laporan	4
1.6    Penutup	5
<b>BAB 2    KAJIAN ILMIAH DAN TEORI</b>	
2.1    Pendahuluan	6
2.1.1    Medan Magnet	6
2.1.2    Medan Elektrik	6
2.1.3    Kesan HALL	7
2.2    Antaramuka RS 232	8
2.2.1    Ciri Elektrikal	8
2.2.2    Fungsi dan Perwakilan Pin	9
2.2.3    Piawai Mekanikal	11

### **BAB 3 REKABENTUK PERKAKASAN**

3.1	Pengesan Arus	12
3.2	Rekabentuk Penguat Voltan Tak Songsang	12
3.3	Penukar Analog ke Digital (ADC)	14
3.4	Pengenalan Mikropengawal	15
3.4.1	Mikropengawal Microchip Tech PIC16F877	18
3.4.2	Perkakasan PIC	18
3.4.3	Pemrogram EPIC/ EPIC™ Plus	19
3.4.4	Spesifikasi Mikropengawal PIC16F877	22
3.4.5	Perisian Pemrograman PIC	24
3.4.6	Memprogramkan PIC	25
3.5	Merekabentuk Layout PCB	25
3.6	Kesimpulan	26

### **BAB 4 REKABENTUK DAN PEMBINAAN ANTARAMUKA PENGGUNA**

4.1	RS 232 (Perhubungan Sesiri)	27
4.2	Pengenalan Perisian Visual Basic	28
4.3	Antaramuka Sistem Aplikasi	29
4.4	Persekitaran Visual Basic	29
4.5	Langkah-langkah Dalam Pembinaan Aplikasi Visual Basic	30
4.5.1	Langkah 1 : Melukis Antaramuka	30
4.5.2	Langkah 2 : Menentukan Ciri-ciri (Properties)	31
4.5.3	Langkah 3 : Menulis Kod Bagi Aplikasi	34
4.6	Kesimpulan	36

<b>BAB 5</b>	<b>KEPUTUSAN DAN ANALISIS</b>	
5.1	Pengenalan	37
5.2	Gabungan Litar Pengesan Arus, Litar Penguat Voltan dan Litar <i>Application Board</i> PIC 16F877	37
5.3	Pengukuran Bacaan	38
5.4	Aturcara Mikropengawal PIC16F877	46
5.5	Paparan Pengukuran Arus	47
5.6	Keputusan	47
5.6.1	Keputusan Pengesan Arus	47
5.6.2	Bekalan kuasa 2.0V dikenakan kepada masukan mikropengawal	48
5.6.3	Bekalan kuasa 4V dikenakan kepada masukan mikropengawal	49
5.6.4	Penghantaran Data Menggunakan Hyper Terminal	50
5.7	Perbincangan	50
5.8	Kesimpulan	51
<b>BAB 6</b>	<b>PENUTUP</b>	
6.1	Kesimpulan	52
6.2	Cadangan memajukan projek	52
6.3	Masalah-masalah yang dihadapi	53

## **RUJUKAN**

**LAMPIRAN A: ATURCARA CODEDESIGNER LITE (PIC)**

**LAMPIRAN B: ATURCARA PERISIAN MICROSOFT VISUAL BASIC**

**LAMPIRAN C: LUKISAN SKEMATIK BAGI LITAR APPLICATION BOARD**

**LAMPIRAN D: PROTOTAIP BAHAGIAN PERKAKASAN**

**LAMPIRAN E: DATASHEET PIC 16F877**

DATASHEET CURRENT TRANSDUCER

DATASHEET LM741

# SENARAI GAMBARAJAH

Muka Surat

<b>BAB 1</b>	<b>PENGENALAN</b>	
Rajah 1.1	Gambarajah blok bagi operasi pengesan arus pada kabel	3
<b>BAB 2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH DAN TEORI</b>	
Rajah 2.1	Aliran medan magnet yang terhasil disekeliling bar magnet	6
Rajah 2.2	Kesan HALL	7
Rajah 2.3	Spesifikasi aras logik RS-232	8
Rajah 2.4	Port sesiri pada komputer ( <i>female</i> )	11
Rajah 2.5	RS-232 ( <i>male</i> )	11
<b>BAB 3</b>	<b>REKABENTUK PERKAKASAN</b>	
Rajah 3.1	Current Transducer	12
Rajah 3.2	Susun atur bagi LM741	13
Rajah 3.3	Litar konfigurasi bagi Penguat Tak Songsang menggunakan LM741.	14
Rajah 3.4	Litar ujikaji bagi litar penguat tak songsang	14
Rajah 3.5	Mikropemproses	17
Rajah 3.6	Komponen pada satu cip mikropengawal	17
Rajah 3.7	Papan pemrogram mikropengawal PICmicro dan perkakasan PIC	19
Rajah 3.8	Keterangan susunatur kit pemrogram PIC <i>EPIC<sup>TM</sup> Plus.</i>	20



Rajah 3.9	<i>Application Board</i> yang direkabentuk atas breadboard	22
Rajah 3.10	<i>Application Board</i> yang direkabentuk atas PCB	22
Rajah 3.11	Cip mikropengawal PIC 16F877 – 8 bit FLASH Program Memory dan A/D	23
Rajah 3.12	Susun atur pin PIC 16F877	23
Rajah 3.13	Ringkasan proses pengaturcaraan PIC	24
Rajah 3.14	Layout untuk menghasilkan PCB	26

#### **BAB 4 REKABENTUK DAN PEMBINAAN ANTARAMUKA PENGGUNA**

Rajah 4.1	Perbezaan pemindahan secara siri berbanding secara selari	27
Rajah 4.2	Penyambung DB-9	28
Rajah 4.3	Kotak dialog <i>start-up Visual Basic</i>	29
Rajah 4.4	Tetingkap bagi projek baru	30
Rajah 4.5	Tetingkap bagi <i>form</i> baru	30
Rajah 4.6	<i>Toolbox</i> yang disediakan dalam <i>Visual Basic</i>	31
Rajah 4.7	<i>Form</i> yang telah dibentuk menggunakan <i>toolbox</i> yang disediakan	34
Rajah 4.8	Tetingkap kod bagi <i>form</i>	35
Rajah 4.9	Paparan visual pengukuran arus sebelum program dijalankan	35
Rajah 4.10	Paparan visual pengukuran arus semasa program dijalankan	36

## **BAB 5 KEPUTUSAN DAN ANALISIS**

Rajah 5.1	Gabungan litar pengesan arus, litar penguat voltan dan litar <i>Application Board</i> PIC 16F877	37
Rajah 5.2	Graf pengukuran arus melawan nilai voltan cerapan	46
Rajah 5.3	Paparan pengukuran arus, voltan dan kuasa apabila masukan voltan 2.0V dibekalkan	48
Rajah 5.4	Paparan pengukuran arus, voltan dan kuasa apabila masukan voltan 4.0V dibekalkan	49
Rajah 5.5	Paparan aplikasi nilai cerapan menggunakan Hyper Terminal	50

## SENARAI JADUAL

	<b>Muka Surat</b>
Jadual 2.1 Fungsi dan perwakilan pin RS-232	9
Jadual 4.1 Ciri – ciri yang umum bagi suatu borang	32
Jadual 5.1 Bacaan nilai arus, voltan, dan kuasa pada kabel kuasa yang dikira	39
Jadual 5.2 Keputusan pengesanan arus	47

# **BAB 1 : PENGENALAN**

## **1.1 Pendahuluan**

Tenaga Nasional Berhad (TNB) ialah salah satu sebuah syarikat awam yang berdaftar di bawah Akta Syarikat 1965 yang bertanggungjawab menguruskan beberapa bahagian seperti penjanaan, penghantaran, pengagihan dan menjual tenaga elektrik kepada pengguna di seluruh Malaysia. Untuk mencapai objektif diatas TNB telah dipecahkan kepada 3 bahagian supaya kerja pengurusan dapat dilakukan dengan berkesan. Antara bahagian-bahagiannya ialah :-

- i. TNB Generation Sdn Bhd (Penjanaan)
- ii. TNB Transmission Network Sdn Bhd (Penghantaran)
- iii. TNB Distribution Sdn Bhd (Pengagihan)

Dalam bahagian TNB Distribution, penghantaran tenaga elektrik kepada pengguna menggunakan penghantaran talian atas atau kabel bawah tanah. Penggunaan kabel bawah tanah berkeupayaan tinggi untuk mendapat gangguan bekalan elektrik. Ini kerana kewujudan kabel kuasa pembawa arus yang mempunyai voltan yang tinggi di dalamnya.

Oleh itu, melalui projek ini suatu alat pengukur kabel kuasa pembawa arus akan direkabentuk dan dibangunkan bermatlamatkan pengukuran arus pada kabel kuasa yang terdapat di bawah tanah mahupun terselindung pada dinding. Pengesan arus yang digunakan dalam projek ini dapat mengesan arus tinggi sebanyak 50 A di mana kuasa pada kabel bawah tanah adalah arus tinggi dan voltan tinggi. Pengesanan kabel ini dilakukan berdasarkan medan elektromagnetik yang teraruh pada kabel pembawa arus ini. Medan magnet dan medan elektrik akan terhasil di sekeliling wayar yang mengalirkan arus. Aruhan yang terhasil akan dikesan menggunakan pengesan (*sensor*).

Kesimpulannya, projek ini dapat membantu dalam kerja-kerja pengukuran arus pada kabel kuasa bawah tanah mahupun yang terselindung pada dinding.

## 1.2 Objektif

Tajuk projek ini adalah 'Pembangunan Meter Maya Bagi Pengukuran Kabel Kuasa'. Projek ini bertujuan merekabentuk dan membina suatu alat pengukur kabel kuasa yang dapat mengukur arus yang terselindung pada dinding mahupun tanah berdasarkan ciri-ciri kesan Hall yang terdapat pada aliran arus di dalam kabel kuasa tersebut. Pengesanan kabel ini dilakukan berdasarkan medan elektromagnetik yang teraruh pada kabel pembawa arus ini. Medan magnet dan medan elektrik akan terhasil di sekeliling wayar yang mengalirkan arus. Aruhan yang terhasil akan dikesan menggunakan pengesan (*sensor*).

Keadaan operasi pengesan yang akan memberikan bacaan beza keupayaan ataupun voltan yang berbeza-beza ini akan digunakan sebagai masukan kepada aturcara dalam bahasa penghimpun dengan menggunakan mikropengawal PIC 16F877. Paparan pada monitor komputer peribadi menggunakan perisian Visual Basic menunjukkan pengaliran arus pada kabel kuasa bawah tanah.

Pengesan kabel kuasa ini boleh digunakan untuk mengukur arus atau mengambil bacaan pada kabel bawah tanah tanpa memerlukan kita untuk mengambil bacaan pada kedudukan sebenar kabel tersebut. Ini bagi memudahkan pekerja contohnya juruteknik TNB melakukan kerjanya.

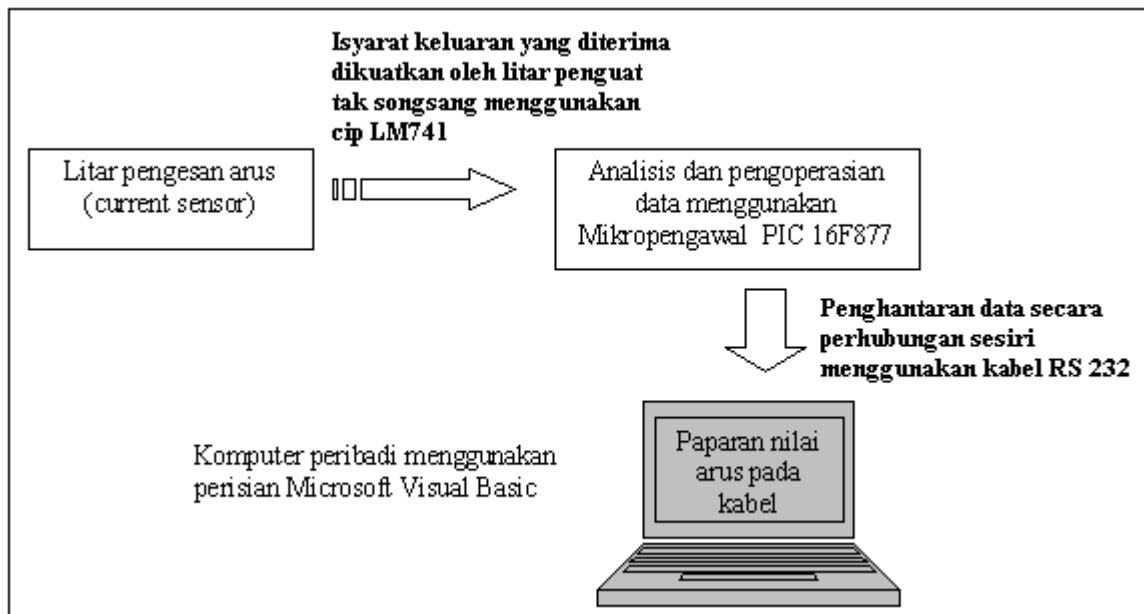
Di samping itu, projek ini juga dapat mengukur voltan dan kuasa pada kabel tersebut.

## 1.3 Operasi Pengesan Secara Keseluruhan

Secara ringkasnya, litar pengesan arus ini (*current sensor*) akan mengesan arus pada kabel daripada kekuatan medan elektromagnetik yang teraruh disekeliling kabel pembawa arus. Kaedah yang digunakan pada pengesan arus ini adalah kaedah Kesan HALL. Alat pengesan arus pada kabel ini terdiri daripada dua bahagian utama iaitu perkakasan (*hardware*) dan perisian (*software*). Bahagian perkakasan mengandungi komponen-komponen pengesan arus, output bagi litar pengesan arus adalah dalam bentuk isyarat analog. Maka isyarat analog ini perlu ditukar kepada isyarat digital untuk membina antaramuka yang akan memaparkan nilai pengukuran arus pada komputer peribadi. Isyarat yang dikesan ini akan dijadikan masukan kepada bahagian perisian

yang akan memproses serta menganalisis data menggunakan mikropengawal sebelum dipaparkan pada skrin monitor komputer peribadi. Isyarat yang dikeluarkan daripada pengesan terlalu kecil maka satu penguat tak songsang direkabentuk bagi mendapatkan isyarat voltan keluaran yang besar supaya mikropengawal PIC 16F877 dapat menerima isyarat keluaran daripada pengesan arus tersebut. Cip yang digunakan bagi penguat tak songsang adalah LM741.

Gambarajah blok bagi operasi pengukur arus pada kabel secara keseluruhan ditunjukkan oleh Rajah 1.1 dibawah:



**Rajah 1.1** : Gambarajah blok bagi operasi pengesan arus pada kabel

#### 1.4 Skop Projek

Voltan yang akan dihasilkan oleh pengukur arus adalah dalam julat antara 0 hingga 5V. Julat voltan dalam bentuk analog ini merupakan masukan kepada operasi mikropengawal PIC 16F877 dengan menggunakan aturcara CodeDesigner Lite. Isyarat ini diterima dan seterusnya ditukar kepada isyarat digital untuk menghantar data secara perhubungan sesiri dalam proses memaparkan nilai arus, voltan dan kuasa pada paparan monitor komputer peribadi berdasarkan penggunaan perisian Visual Basic. Data yang dihantar secara sesiri menggunakan kabel RS 232.

## **1.5 Panduan Laporan**

Laporan terperinci ini menyentuh berkenaan dengan projek yang berkaitan dengan alat pengesan kabel yang dapat mengukur arus. Ia terbahagi kepada beberapa bahagian mengikut peringkat-peringkat. Peringkat-peringkat ini dibahagikan mengikut langkah - langkah (kepada bab-bab) yang dipatuhi semasa perolehan idea, rekabentuk, pembangunan dan pengujian ke atas prototaip projek yang dihasilkan.

Bab 1 menerangkan latar belakang projek yang dijalankan meliputi objektif, dan skop projek bagi alat pengukur arus yang dibangunkan.

Bab 2 berkisar tentang kajian ilmiah yang dijalankan bagi memperoleh idea dan mengukuhkan sama ada konsep projek adalah praktikal atau sebaliknya. Kajian ilmiah yang diperolehi bagi projek ini ialah melalui buku-buku panduan yang berkait rapat laporan teknikal dan helaian data. Bab ini sedikit sebanyak memberikan gambaran kasar mengenai konsep yang dipilih serta perbezaan di antara konsep yang tercetus dan konsep yang dirujuk.

Bab 3 pula menerangkan sepenuhnya pelaksanaan projek dari segi perkakasan. Penerangan setiap komponen-komponen penting yang digunakan untuk membangunkan suatu mikropengawal PIC 16F877, cara operasi dan fungsi dimasukkan untuk pemahaman. Metodologi atau pendekatan yang diambil bagi menjayakan pembinaan unit perkakasan ini juga diterangkan dengan terperinci. Bab ini memberikan gambaran mengenai rekabentuk, pembangunan dan pembinaan perkakasan yang terlibat bagi menjayakan projek.

Seterusnya, bab 4 menerangkan pelaksanaan bagi pembangunan perisian atau program bahasa penghimpun yang ditulis untuk tujuan antaramuka oleh mikropengawal. Tujuan penerangan ialah bagi memudahkan kefahaman dan memberikan ruang untuk penambahbaikan sekiranya hendak dilakukan.

Bab 5 mempamerkan keputusan-keputusan yang diperoleh selepas pembangunan. Keputusan-keputusan yang dipaparkan dari bahagian perisian bagi pembuktian bahawa projek yang dijalankan mencapai objektif yang dikehendaki. Pembuktian ini penting bagi menunjukkan bahawa projek 'Pembangunan Meter Maya Bagi Pengukuran Kabel Kuasa' dapat dilakukan dengan sempurna.

Akhir sekali, kesimpulan dan cadangan penambahbaikan projek pula dimuatkan di dalam bab 6.

## **1.6 Penutup**

Penetapan objektif projek amat diperlukan bagi memudahkan pemahaman secara menyeluruh mengenai projek yang perlu dilakukan. Dengan adanya objektif yang jelas serta perancangan pelaksanaan projek yang berperingkat dan sistematik ini, kerja pembangunan sistem aplikasi dapat dijalankan dengan lebih senang, efisien dan teratur.



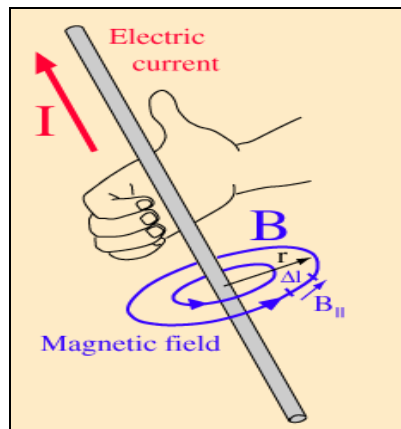
## BAB 2 : KAJIAN ILMIAH DAN TEORI

### 2.1 Pendahuluan

Medan elektrik dan medan magnet terhasil daripada peralatan mahupun pendawaian yang mengalirkan arus elektrik. Ini termasuklah talian kuasa 'overhead' mahupun di dalam tanah yang mengandungi tenaga elektrik, pendawaian dalam bangunan, dan peralatan serta perkakasan elektrik. Kekuatan medan akan berkurang secara bandingan dengan peningkatan jarak medan daripada sumber.

#### 2.1.1 Medan Magnet

Medan magnet terhasil apabila terdapat sahaja pengaliran arus elektrik. Medan magnet akan mengelilingi wayar yang membawa arus, sepertimana yang ditunjukkan pada Rajah 2.1.



**Rajah 2.1** : Aliran medan magnet yang terhasil disekeliling bar magnet

Jika arus yang melalui wayar adalah tidak stabil tetapi terdapat perbezaan dan perubahan dari segi arah dan kekuatan arus, perubahan ini berlaku disebabkan oleh berlakunya perubahan dalam kekuatan dan arah medan magnet.[5]

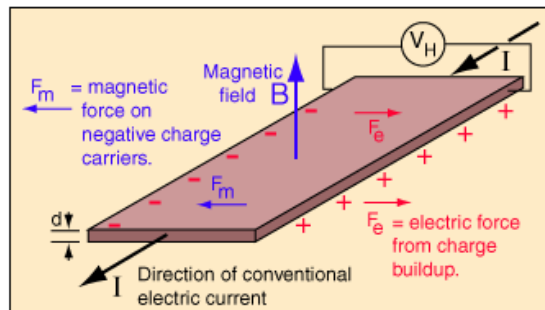
#### 2.1.2 Medan Elektrik

Voltan pada wayar pembawa arus ataupun permukaan yang dibekalkan secara elektrik akan menghasilkan medan elektrik mengelilinginya. Medan magnet akan memberi kesan kepada jumlah tenaga elektrik.

Kedua-dua medan elektrik dan medan magnet terdapat pada sekeliling wayar mahupun kabel yang membawa tenaga elektrik sama ada talian kuasa voltan tinggi, kekuatan medan elektrik bergantung kepada voltan, manakala kekuatan medan magnet adalah bergantung kepada saiz arus yang dibawa.[5]

### 2.1.3 Kesan HALL

Kesan HALL menyatakan bahawa jika arus elektrik dialirkan melalui satu konduktor di dalam suatu medan magnet, medan magnet itu akan mengenakan satu daya melintang ke atas pembawa cas yang bergerak dan menyebabkan ianya ditolak ke satu bahagian tepi konduktor. Ini dapat dilihat dengan jelas dengan menggunakan pengalir yang nipis seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.2. Pertambahan cas di satu bahagian tepi konduktor akan menyeimbangkan pengaruh magnet ini dan menghasilkan voltan di antara dua tepi konduktor. Kewujudan voltan melintang ini dipanggil **Kesan HALL** bersempena dengan orang yang menemuinya E.H.Hall pada tahun 1879.



**Rajah 2.2 : Kesan HALL**

Arah pergerakan arus, I di dalam Rajah 2.2 adalah seperti pergerakan arus yang biasa. Oleh itu, pergerakan elektron adalah pada arah yang bertentangan. Ini akan menambahkan kekeliruan semua manipulasi kaedah tangan kanan ‘right-hand rule’ yang perlu difahami untuk mendapatkan arah semua daya.

Voltan HALL diberi :

$$V_H = \frac{IB}{ned} \dots\dots\dots(2.1)$$

- di mana, n adalah ketumpatan cas
- e adalah cas elektron
- d adalah ketebalan pengalir
- B adalah medan magnet

Kesan HALL boleh digunakan untuk mengira kesan medan magnet yang terdapat pada pengalir.[7]

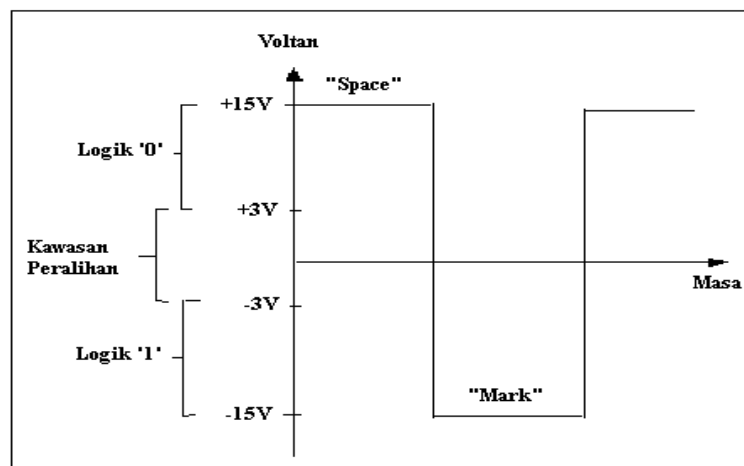
## 2.2 Antaramuka RS-232

RS-232 merupakan piawai antaramuka untuk menghubungkan *Data Terminal Equipment* (DTE) dengan *Data Communication Equipment* (DCE). DTE selalunya merupakan sebuah komputer manakala DCE adalah sebuah modem, pencetak dan sebagainya. Piawai RS-232 mula dibangunkan pada tahun 1960 oleh *Electronic Industries Association* (EIA).

Piawai RS-232 dibuat adalah untuk memastikan kesesuaian antara komputer dengan peranti komputer. Piawai ini menspesifikasikan aras isyarat dan voltan, konfigurasi pin, dan jumlah minimum kawalan maklumat antara komputer dengan peranti komputer. RS-232 menspesifikasikan ciri-ciri elektrik, fungsi dan perwakilan pin, dan sifat mekanikal.[8]

### 2.2.1 Ciri Elektrikal

Ciri-ciri piawai elektrik RS-232 merangkumi spesifikasi aras voltan, kadar perubahan aras isyarat dan impedans talian. Aras tinggi didefinisikan dari +3 hingga +15 volt dan aras rendah dari -3 hingga -15 volt. Rajah 2.3 menunjukkan aras logik yang didefinisikan oleh piawai RS-232. Dalam komunikasi RS-232, aras rendah (-3 hingga -15 volt) didefinisikan sebagai logik '1' juga disebut sebagai *mark*. Manakala aras tinggi (+3 hingga +15 volt) didefinisikan sebagai logik '0' juga dirujuk sebagai *space*.



Rajah 2.3: Spesifikasi aras logik RS-232

### 2.2.2 Fungsi dan Perwakilan Pin

Bagi projek perolehan data ini, hanya pin 2 (RxD) dan pin 3 (TxD) mempunyai sambungan ke mikropengawal PIC 16F877 untuk tujuan penerimaan dan penghantaran data.

Sebagai contoh, pin 1 DB-9 berfungsi bagi penyambung memberitahu komputer bahawa terdapat perjalanan data pada talian sambungan. Pin 4 dan 6 ialah pin bagi komputer memaklumkan kepada penyambung bahawa ia aktif untuk proses perhubungan dan sebaliknya. Jadual 2.1 menunjukkan fungsi dan perwakilan pin RS-232.

**Jadual 2.1** : Fungsi dan perwakilan pin RS-232

No.Pin	Nama	Penerangan	Arah Isyarat	Jenis Isyarat
1	DCD	Kesan pembawa data	Dari DCE	Kawalan
2	RD	Data diterima	Dari DCE	Data
3	TD	Data dihantar	Ke DCE	Data
4	DTR	Terminal data sedia	Ke DCE	Kawalan
5	GND	Bumi	-	Sepunya
6	DSR	Set data sedia	Dari DCE	Kawalan
7	RTS	Permintaan untuk hantar	Ke DCE	Kawalan
8	CTS	Lega untuk hantar	Dari DCE	Kawalan
9	RI	Penunjuk cincin	Dari DCE	Kawalan

Fungsi-fungsi pin :

#### **Pin 1 : Kesan pembawa data (DCD)**

Isyarat DCD digunakan oleh DCE untuk memberitahu DTE supaya bersedia menerima data pada bila-bila masa.

#### **Pin 2 : Data diterima (RD)**

Isyarat RD ini dijanakan oleh DCE dan diterima oleh DTE.

#### **Pin 3 : Data dihantar (TD)**

Isyarat TD dijanakan oleh DTE dan diterima oleh DCE.

**Pin 4 : Terminal data sedia (DTR)**

Isyarat DTR dijanakan oleh DTE untuk memberitahu DCE bahawa ia telah bersedia untuk menerima data.

**Pin 5 : Bumi (GND)**

Talian GND digunakan sebagai isyarat bumi.

**Pin 6 : Set data sedia (DSR)**

Isyarat DSR dijanakan oleh DCE untuk memaklumkan balas isyarat DTR dari DTE bahawa ia telah bersedia untuk berkomunikasi.

**Pin 7 : Permintaan untuk hantar (RTS)**

Isyarat RTS dijanakan oleh DTE untuk memberitahu DCE yang ia ingin menghantar data.

**Pin 8 : Lega untuk hantar (CTS)**

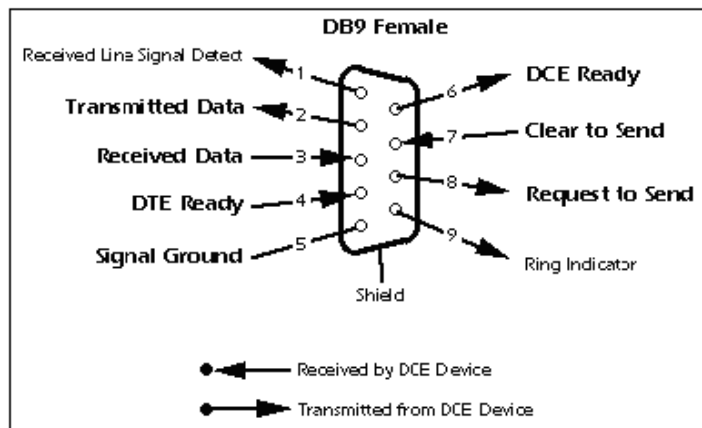
Isyarat CTS dijanakan oleh DCE selepas menerima isyarat RTS, menyatakan bahawa DTE boleh mula menghantar data.

**Pin 9 : Penunjuk cincin (RI)**

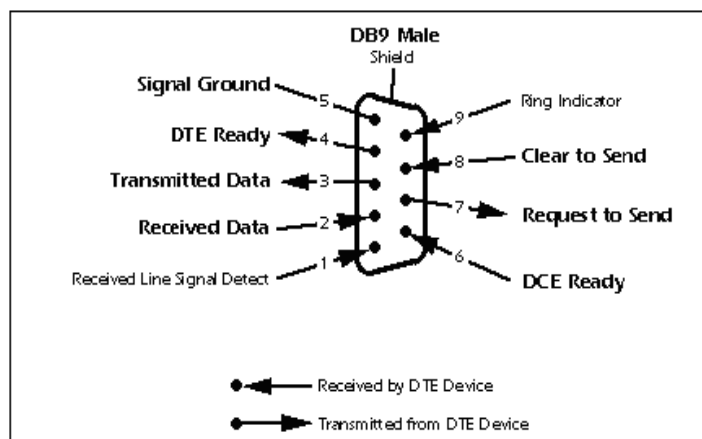
Isyarat RI dijanakan oleh DCE untuk memberitahu DTE bahawa ada pihak luar yang hendak berkomunikasi.

### 2.2.3 Piawai Mekanikal

RS-232 boleh didapati dalam bentuk 25 pin dan 9 pin. Walaubagaimanapun, tumpuan diberikan kepada penyambung 9 pin kerana projek ini tidak menggunakan penyambung 25 pin. Rajah 2.4 dan Rajah 2.5 menunjukkan fungsi-fungsi bagi setiap pin port tersebut.



Rajah 2.4 : Port sesiri pada komputer (*female*)

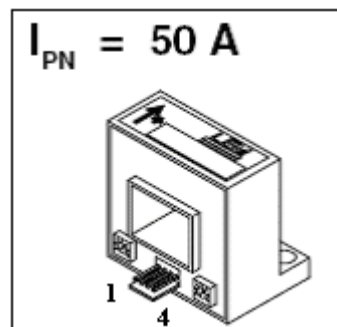


Rajah 2.5 : RS-232 (*male*)

## BAB 3 : REKABENTUK PERKAKASAN

### 3.1 Pengesan Arus

Litar pengesan arus ini ( *current sensor* ) akan mengesan arus pada kabel daripada kekuatan medan elektromagnetik yang teraruh disekeliling kabel pembawa arus. Kaedah yang digunakan pada pengesan arus ini adalah kaedah kesan HALL. Pengesan arus ini dapat mengesan arus tinggi sebanyak 50 A. Nama bagi pengesan ini adalah *Current Transducer* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.1.



Rajah 3.1 : *Current Transducer*

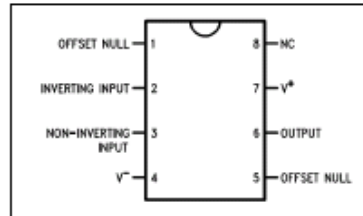
Sambungan litar pada *Current Transducer* ini adalah seperti berikut:

- Terminal 1: Voltan bekalan +15V
- Terminal 2 : Voltan bekalan -15V
- Terminal 3 : Isyarat keluaran
- Terminal 4: 0V

### 3.2 Rekabentuk Penguat Voltan Tak Songsang

Isyarat voltan keluaran daripada pengesan arus ini terlalu rendah menyebabkan sistem mikropengawal tidak dapat memberi isyarat yang betul untuk mengesan arus pada kabel kuasa tersebut. Voltan keluaran daripada pengesan arus akan disambungkan kepada masukan penguat operasi (Op-Amp). Sebarang jenis op-amp boleh digunakan, dan dalam projek ini op-amp jenis LM 741 digunakan.

Susun atur bagi LM741 ditunjukkan dalam Rajah 3.2. Op-amp jenis ini merupakan salah satu penguat operasi yang mempunyai prestasi yang tinggi serta gandaan gelung terbuka (*open loop*) yang tinggi.



**Rajah 3.2** : Susun atur bagi LM741

Operasi bagi konfigurasi penguat tak songsang boleh diperolehi dengan mengambil kira bahawa pembahagi voltan bagi laluan suap balik negatif akan menyebabkan pembahagian output voltan yang keluar daripada terminal masukan songsang penguat ialah [3] :

$$v_i = v_o \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \dots\dots\dots(3.1)$$

Oleh itu, satu penguat voltan direkabentuk bagi mendapatkan voltan keluaran yang maksimum bagi isyarat masukan pada PIC 16F877. Satu penguat voltan direkabentuk berdasarkan gandaan voltan,  $A_v$  sebanyak 10. Bagi mendapatkan nilai perintang yang diperlukan dalam rekabentuk penguat voltan ini, persamaan (3.1) digunakan dengan menetapkan nilai  $R_1$  sebanyak  $1k\Omega$ , iaitu :

$$R_1 = 1k\Omega,$$

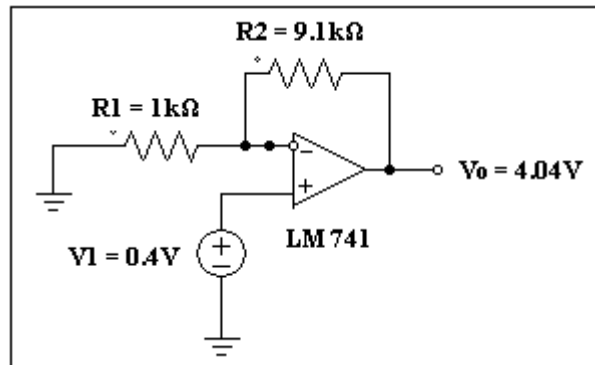
Daripada pengiraan berdasarkan persamaan (3.1)

$$\frac{0.4}{4} = \left( \frac{1k}{1k + R_2} \right)$$

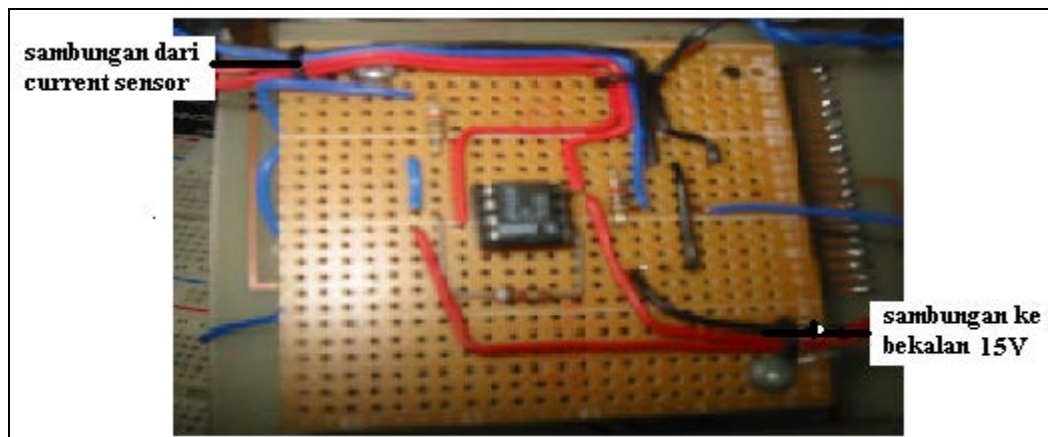
$$R_2 = 9k\Omega$$



Didapati daripada pengiraan nilai R2 adalah  $9\text{k}\Omega$  tetapi nilai perintang bagi  $9\text{k}\Omega$  tidak terdapat di pasaran. Oleh itu, perintang  $9.1\text{k}\Omega$  digunakan. Rajah 3.3 menunjukkan litar konfigurasi bagi penguat tak songsang menggunakan LM741 manakala Rajah 3.4 menunjukkan litar ujikaji bagi litar penguat tak songsang.



**Rajah 3.3** : Litar konfigurasi bagi Penguat Tak Songsang menggunakan LM741.



**Rajah 3.4** : Litar ujikaji bagi litar penguat tak songsang

### 3.3 Penukar Analog ke Digital (ADC)

Isyarat memainkan peranan yang penting. Isyarat boleh diklasifikasikan kepada dua bentuk jenis isyarat yakni isyarat jenis analog dan digital. Kedua-duanya mempunyai identiti tersendiri dan berfungsi dalam berlainan cara pengendalian. Isyarat analog adalah selanjar (*continuous*) dan berterusan berbanding dengan isyarat digital yang diskrit. Isyarat digital yang diskrit pula adalah berkenaan dengan isyarat yang boleh dimanipulasikan.

Komputer berdigital hanya menggunakan nilai-nilai binari. Dalam projek ini, cip ADC tidak diperlukan kerana penukar analog ke digital merupakan salah satu unit yang terdapat di dalam PIC 16F877. ADC ini akan menukar isyarat masukan analog secara perbezaan masukan kepada bentuk digital 8-bit. Disebabkan isyarat keluaran digitalnya adalah dalam bentuk 8-bit, maka mikropengawal PIC 16F877 digunakan. Bekalan voltan yang diperlukan untuk menghidupkan ADC ini adalah pada 5 V secara maksimum. Masukan nilai voltan pada ADC ialah berjulat dari 0 hingga 5 V (00000000 – 11111111). Ini bermakna terdapat 256 tahap logik. Untuk mengetahui nilai perubahan secara penambahan atau pengurangan kepada nilai voltan bagi setiap perubahan menaik atau menurun tahap logik (saiz langkah) adalah berdasarkan kepada pengiraan pada rumus (3.2).

$$\text{Saiz langkah} = \frac{\text{Masukan voltan maksimum (5 V)}}{\text{Jumlah tahap logik (256)}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Berdasarkan kepada pengiraan, saiz langkah yang diperolehi ialah 19.6 mV. Oleh itu, setiap perubahan tahap logik ialah perubahan sebanyak 19.6 mV pada nilai voltan masukan.

### 3.4 Pengenalan Mikropengawal

Mikropengawal merupakan suatu peranti kawalan yang beroperasi berasaskan Logik Aritmetik, yang mana pemprosesan data pada masukan dan keluarannya (input/output) menggunakan pemprosesan logik. Peranti mikropengawal berfungsi sebagai *brain terminal*, membuat keputusan dalam penyelesaian masalah aritmetik, dan aplikasi utamanya digunakan untuk mengawal sesebuah sistem peranti elektrik dan elektronik secara manual ataupun automatik.

Mikropengawal biasanya merupakan suatu komputer cip-tunggal (*single-chip*) yang berkos murah, yang mana keseluruhan sistem litar dan mikropemrosesnya ini diletakkan pada sebuah cip litar sepadu. Jaluran bahan silikon yang diempangkan (*encapsulated*) pada binaan mikropengawal jenis ini mempunyai persamaan ciri dengan mikropemroses yang ada pada komputer peribadi biasa.

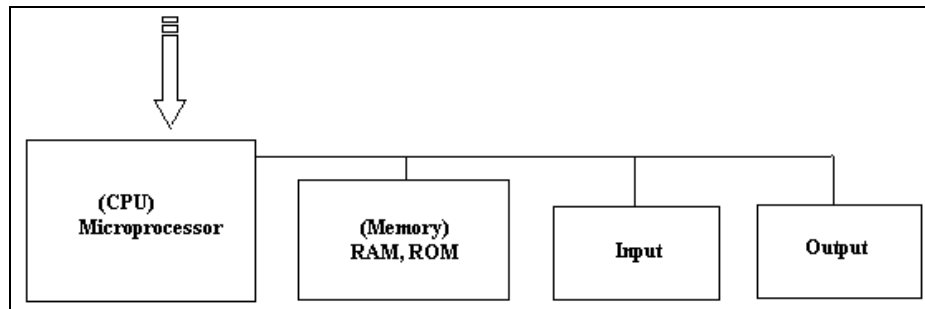
Ciri utama dan paling penting yang perlu ada pada sesebuah mikropengawal ialah keupayaannya menyimpan dan menjalankan program secara berterusan dan

keanjalan (*flexibility*) fungsi berdasarkan aturcara yang diprogramkan. Fungsi-fungsi ini dilaksanakan berdasarkan aturcara yang ditulis menggunakan bahasa-bahasa perisian tertentu. Sebagai contoh, mikropengawal *Basic StampII* diprogramkan menggunakan BASIC Language untuk mengawal operasi sebuah pintu automatik berbantuan sensor.

Sesebuah mikropengawal (*microcontroller*) mempunyai di dalamnya unit mikropemproses (*microprocessor*), bersama-sama dengan sub-komponen lain seperti RAM, ROM, input dan output. Maksudnya, mikropemproses adalah sub-komponen bagi mikropengawal. Mikropemproses di dalam mikropengawal adalah berkelajuan serta berkuasa rendah contohnya seperti 20MHz atau 4MHz bagi PIC16F877. Manakala mikropemproses yang digunakan dalam komputer peribadi kini adalah jenis berkelajuan serta pemrosesan tinggi, contohnya seperti mikropemproses 1.7GHz Pentium 4. Pada masa kini, teknologi mikropengawal digunakan secara meluas di dalam aplikasi kawalan dan automasi kerana beberapa ciri utama :

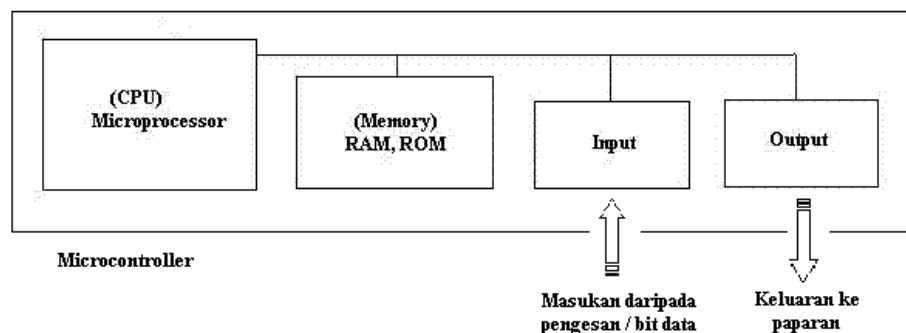
- a) Mikropemproses di dalam mikropengawal menggunakan sumber kuasa yang rendah, berkeupayaan memproses pengiraan kompleks secara digital dengan stabil, pantas serta kecekapan yang tinggi, amat sesuai untuk strategi serta keanjalan sistem kawalan.
- b) Strategi kawalan adalah fleksibel yang mana perubahan dapat dibuat dengan mudah, pengguna hanya perlu mengubah atau memasukkan program baru, tanpa melibatkan perubahan perkakasan.
- c) Isyarat-isyarat masukan dan keluaran adalah rendah, dan apabila ditukarkan kepada isyarat digital, gangguan ralat pada isyarat adalah hampir sifar. Ciri ini penting bagi fungsi sistem pengukuran terutama melibatkan penghantaran jarak jauh.
- d) Mikropengawal lebih padat dari segi saiz, oleh itu lebih praktikal serta ekonomik untuk penggunaan dalam pelbagai aplikasi kawalan berbanding komputer biasa yang nisbah kuasa dan saiz yang kurang sesuai.

Mikropemproses bagi **386, 486, Pentium II (mmx), Pentium III (mmx), Pentium 4, AMD, AMD Athlon** digunakan dalam komputer peribadi biasa. Rajah 3.5 menunjukkan gabungan blok mikropemproses.



**Rajah 3.5 :** Mikropemproses

Mikropengawal bagi semua komponen disatukan dalam satu cip **Motorola 68HC11, Intel 8051, Basic StampII, Microchip PIC**. Rajah 3.6 menunjukkan komponen pada satu cip mikropengawal.



**Rajah 3.6 :** Komponen pada satu cip mikropengawal

- e) Mikropengawal biasanya dilekapkan (attached) bersama-sama dengan litar elektronik lain pada peralatan yang dikawalinya. Saiz yang kecil serta padat merupakan ciri praktikal. Ia diguna secara meluas.
- f) Mikropengawal tipikal juga berkeupayaan berkomunikasi pada terminal I/O dengan komputer biasa melalui RS232 Serial Port (DB9/DB15) dan Parallel Port/Printer Port (DB25) berdasarkan konfigurasi yang diprogramkan pada terminal/port.

### 3.4.1 Mikropengawal Microchip Tech PIC 16F877

PIC ataupun **PICmicro™** ialah tanda nama bagi jenis cip atau IC (intergrated circuit) mikropengawal yang direkabentuk dan dikeluarkan oleh Microchip Technology Inc. Microchip Technology ini telah mengeluarkan pelbagai jenis dan julat penggunaan cip mikropengawal di dalam pasaran, sama ada untuk kegunaan penyelidikan, aplikasi industri dan sebagainya yang dikenali sebagai PICmicro@Microcontroller.

Antaranya seperti keluarga PIC 12XX, PIC 14XX, PIC 16XX, PIC 17XX, PIC 18XX. Variasi mikropengawal PIC yang dikeluarkan ini adalah berdasarkan perbezaan kuasa kelajuan, ruang ingatan RAM, ROM dan program. Microchip telah mengeluarkan pelbagai jenis IC mikropengawal berdasarkan julat penggunaan, antaranya ialah dengan julat sederhana dan bagi mikropengawal keluarga PIC 16F87X iaitu seperti berikut:

- PIC 16F873
- PIC 16F874
- PIC 16F876
- PIC 16F877

Siri PIC untuk keluarga 16F87X ini berkelajuan pemprosesan (*Operating Frequency*) DC 20MHz, direkabentuk dengan spesifikasi 28 atau 40 pin penyambungan. Mikropengawal PIC 16F877 ini dikeluarkan oleh *Microchip Technology Inc.* adalah jenis **8 bit CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) FLASH.**

Mikropengawal PIC ini mempunyai 40 pin sambungan dan merupakan *on-chip microcontroller*, yang mana sistem pemprosesan, bus data dan ingatannya disepadukan dalam satu cip litar sepadu (IC). PIC 16F877 ini mempunyai kelajuan pemprosesan pada kadar 20MHz dan 200 nanosaat kitaran arahan.

### 3.4.2 Perkakasan PIC

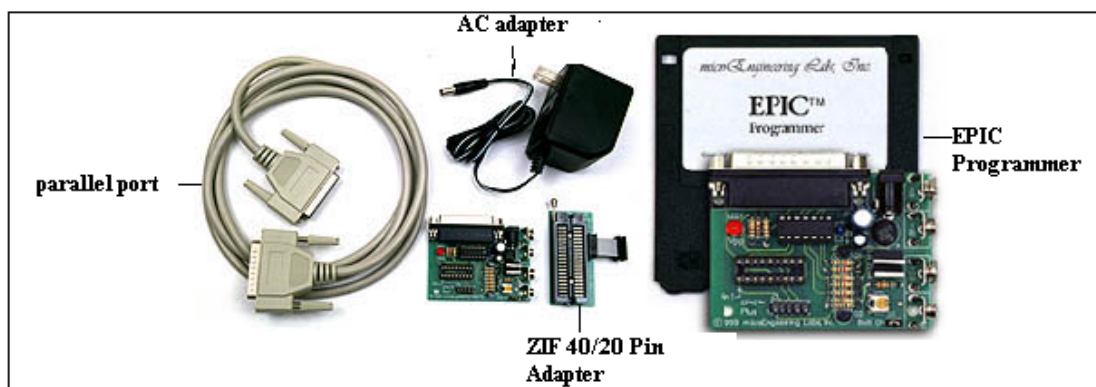
PIC memerlukan beberapa set radas dan perkakasan untuk membolehkan aktiviti memprogramkan dan melaksanakan program dan aplikasi kawalan dilakukan. Perkakasan dan perisian yang diperlukan untuk projek seperti berikut:

- i. **EPIC Programmer (Programming Carrier Board)** – papan litar memprogramkan PIC.
- ii. **ZIF 40/20 Pin Adapter** – soket penyuai untuk PIC 40 pin keluaran.
- iii. **PIC Application Board** – papan litar untuk aplikasi PIC.
- iv. **PIC 16F877** – cip PIC yang hendak diprogramkan.
- v. **PICBasic Compiler** – perisian PICBasic untuk menulis program pada PIC.
- vi. **Window based PC** – komputer peribadi menggunakan Window OS, mempunyai RS232 port atau Printer Port (*Parallel*)

### 3.4.3 Pemrogram EPIC/ EPIC™ Plus

Rajah 3.7 menunjukkan papan pemrogram mikropengawal PICmicro dan perkakasan PIC yang digunakan untuk diimplementasikan pada projek ini. PIC perlu diprogramkan melalui perkakasan **EPIC Programmer / Carrier Board** seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3.7. EPIC Programmer ini juga dikenali dengan EPIC™ Plus dikeluarkan oleh **microEngineering Lab** bersama-sama perisian PicBasic Pro.

Compiler ini merupakan perisian berlesen yang membolehkan pengguna menulis aturcara dalam bahasa BASIC dan ditukarkan kepada bentuk fail yang dapat diprogramkan terus ke dalam PIC.

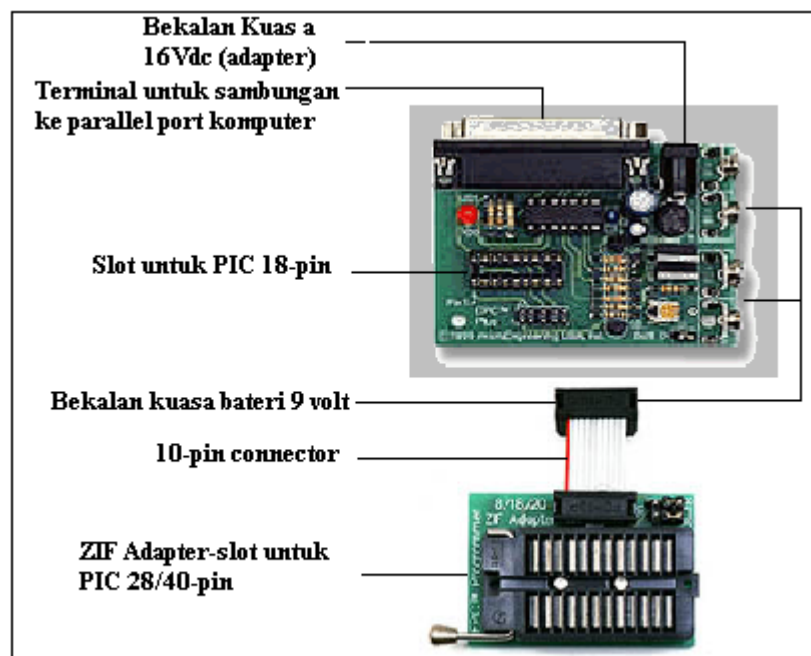


**Rajah 3.7 :** Papan pemrogram mikropengawal PICmicro dan perkakasan PIC

*EPIC™ Plus* ini digunakan untuk memprogramkan semua PIC 16C55x, 6xx, 7xx, 84, 9xx, PIC 16CE62x, PIC 16Fxxx, PIC 14Cxxx, PIC17C7xx, PIC 18Cxx, PIC 12Fxxx 8-pin, PIC12CExxx, PIC 12Fxxx, dan PIC16C505 14-pin. Beberapa spesifikasi

yang perlu diketahui untuk operasi *EPIC<sup>TM</sup> Plus* ini bagi membolehkan aktiviti memprogramkan PIC menggunakan komputer dilakukan :

- i. Bekalan kuasa untuk operasi ialah 16Vdc 500mA (daripada AC *adapter*) atau daripada 2 unit bateri 9 Volt.
- ii. Komunikasi dengan komputer peribadi dengan menggunakan pengkalan / port pencetak selari dengan kabel DB-25 pin.
- iii. Pemproses PIC ini beroperasi dengan perisian yang berasaskan Window XP, Me, NT, 98, 95 dan juga versi DOS serta penghimpun (*assembler*) bagi MCU PICmicro. Penghimpun makro ini menggunakan kod mnemonic Microchip dan mnemonic kaedah Intel 8051.
- iv. Selain perisian PicBasic Pro Compiler, perisian PicBasic Compiler, MPASM dan Bahasa C juga digunakan bersama pemprogram EPIC ini. Perkakasan tambahan ZIP 40/28 – Pin Adapter disambungkan pada *EPIC<sup>TM</sup> Plus*.



**Rajah 3.8** : Keterangan susunatur kit pemprogram PIC *EPIC<sup>TM</sup> Plus*.

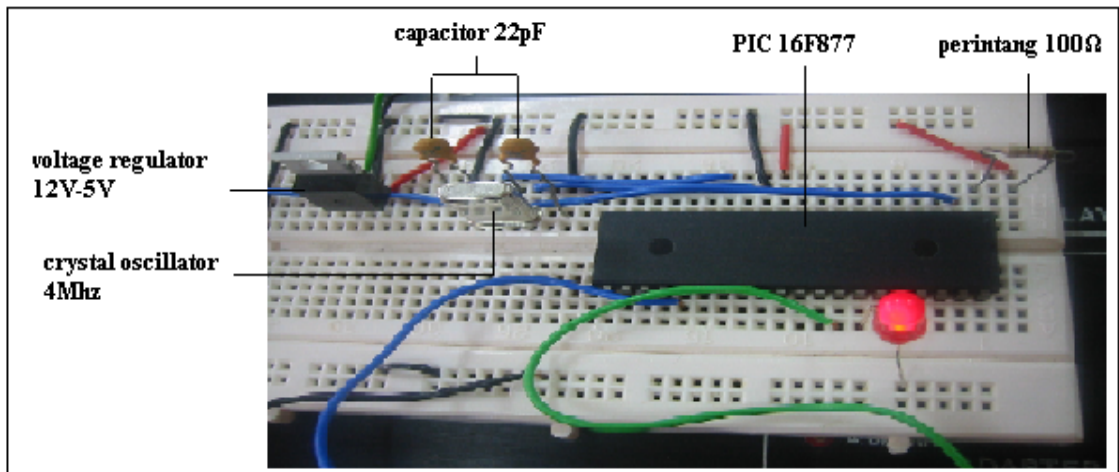
Rajah 3.8 menunjukkan susunatur bagi kit pemprogram PIC *EPIC<sup>TM</sup> Plus*. Kabel DB-25 disambungkan pada terminal komunikasi *EPIC<sup>TM</sup> Plus* tersebut dan bahagian *male* connector DB-25 pula pada printer port komputer peribadi. Bekalan kuasa 16VDC 500mA disambungkan bagi bekalan yang berpanjangan dan stabil. Apabila bekalan

kuasa diberikan, LED merah (Vpp) pada pemrogram PIC ini akan menyala. Tetapi, LED merah ini akan padam apabila komunikasi antara perisian pemrogram dan *EPIC™ Plus* dihidupkan dan pada keadaan sedia (*standby*). Semasa proses *debugging* data, LED ini akan menyala/ berkelip semula, menandakan data-data program sedang dihantar.

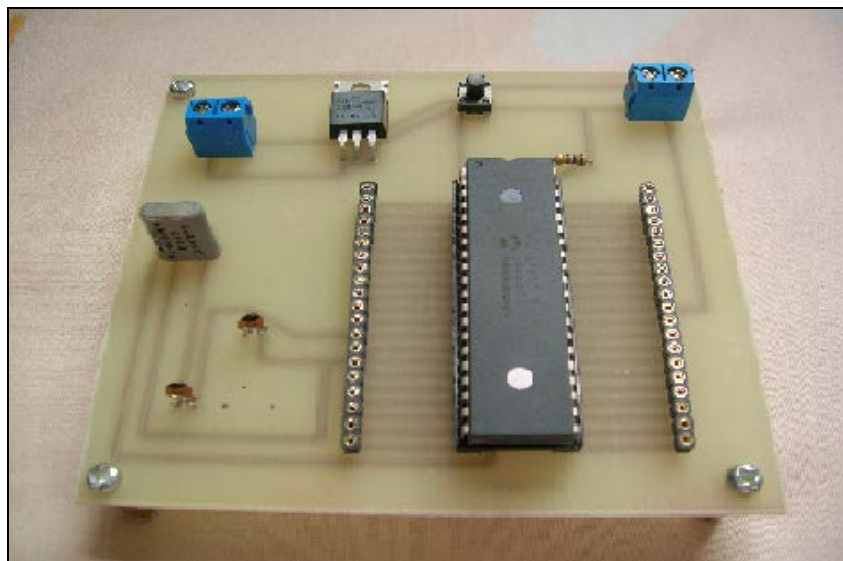
Seterusnya, cip PIC yang telah diprogramkan pada *EPIC™ Plus*, dikeluarkan daripada ZIF Adapter, kemudiannya dimasukkan pada slot 40-pin pada PIC 16F877 *Application Board*. Cip PIC yang dipindahkan pada papan aplikasi ini telah sedia untuk digunakan mengikut fungsi aturcara yang telah diprogramkan. Terminal Input-Output (I/O) utama yang terdapat pada papan aplikasi telah dilabelkan, sedia untuk sambungan luaran. Cip PIC mesti dimasukkan dengan betul ke slot pemrogram dan juga papan aplikasi berdasarkan tanda pada cip. Kesilapan penjajaran pin menyebabkan program tidak dapat dipindah turun pada PIC, tidak berfungsi dan boleh menyebabkan kerosakan cip.

Rajah 3.9 menunjukkan *Application Board* yang direkabentuk atas papan *breadboard* manakala Rajah 3.10 menunjukkan *Application Board* yang direkabentuk atas PCB ( *Printed Circuit Board* ). Komponen-komponen yang diperlukan dalam *Application Board* ini ialah PIC 16F877 yang merupakan *brain terminal* bagi papan ini manakala komponen lain adalah voltage regulator, crystal oscillator 4MHz, kapasitor, dan perintang. Voltage regulator dapat menghadkan voltan masukan pada cip PIC sebanyak 5V sahaja bagi mengelakkan cip rosak disebabkan voltan lampau. Ini kerana bekalan voltan bagi PIC 16F877 ialah 12V dan menghasilkan voltan masukan pada PIC adalah 5V sahaja. Crystal oscillator pula berfungsi sebagai mikropemproses di dalam mikropengawal berkelajuan 4MHz serta berkuasa rendah.





**Rajah 3.9 :** *Application Board* yang direkabentuk atas breadboard



**Rajah 3.10 :** *Application Board* yang direkabentuk atas PCB

#### 3.4.4 Spesifikasi Mikropengawal PIC 16F877

Projek ini menggunakan cip PIC 16F877 yang mempunyai 40-pin keluaran. Spesifikasi PIC ini dapat diringkaskan seperti berikut :

- i. Jenis PIC : 16F877 40-pin 8-bit CMOS FLASH.
- ii. Kelajuan Operasi : DC-20MHz masukan jam DC-200ns kitaran arahan.
- iii. Memori : 8K x 14 perkataan bagi Memori Program FLASH.
- iv. Ciri-ciri elektrik : Penggunaan kuasa rendah iaitu arus tipikal 0.6mA, 3V, 4MHz dan arus tipikal 20 $\mu$ A, 3V, 32kHz.

v. Terminal input/output

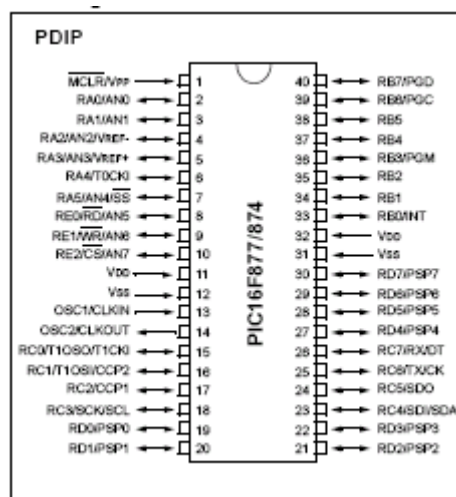
Status dan pengalaman terminal I/O adalah jenis lebar pendaftar (register) 8-bit dan terminal I/O yang terdapat pada PIC adalah seperti berikut:

- a) PORT A : 6-bit (RA0-RA5)
- b) PORT B : 8-bit (RB0-RB7)
- c) PORT C : 8-bit (RC0-RC7)
- d) PORT D : 8-bit (RD0-RD7)
- e) PORT E : 3-bit (RE0-RE2)



**Rajah 3.11** : Cip mikropengawal PIC 16F877 – 8 bit  
FLASH Program Memory dan A/D

Rajah 3.11 menunjukkan cip mikropengawal PIC 16F877 yang digunakan sebagai mikropengawal dalam projek ini. Manakala Rajah 3.12 menunjukkan susunatur pin bagi cip mikropengawal tersebut.



**Rajah 3.12** : Susun atur pin PIC 16F877

### 3.4.5 Perisian Pemrograman PIC

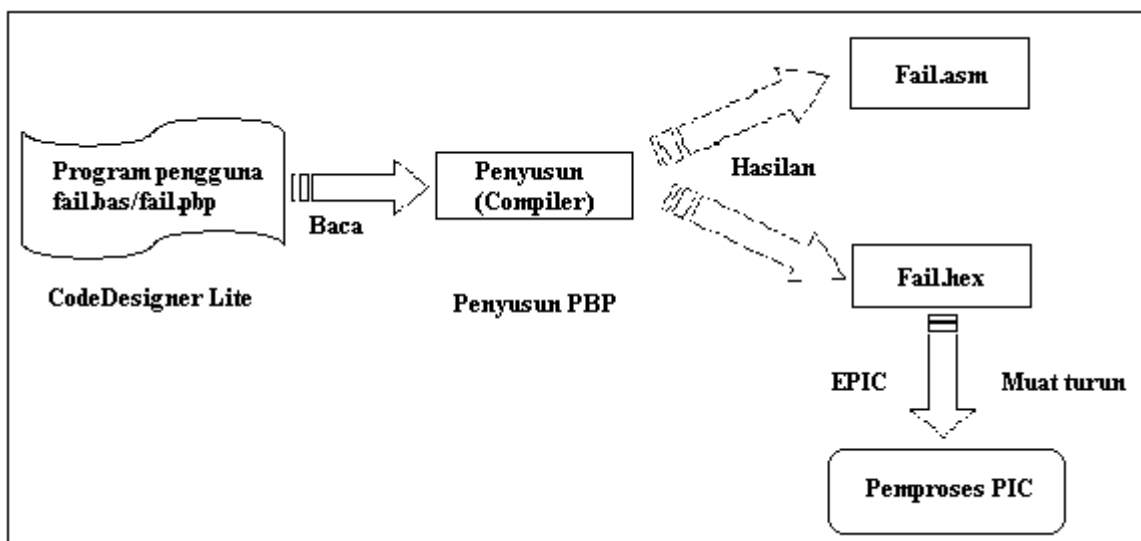
PIC perlu diprogramkan menggunakan perisian sebagai pengantaramukaan. Bagi tujuan pemrograman, PIC boleh diprogramkan menggunakan Bahasa Penghimpun ataupun penyusun (*compiler*) lain seperti PicBasic. Projek ini akan menggunakan perisian **PicBasic Pro** sebagai penyusun dan perisian pengantaramukaan pengguna untuk memprogramkan PIC 16F877 ataupun sebarang PIC Microchip Inc.

**PicBasic Pro Compiler** ini menggunakan bahasa asas yang mudah difahami sebagai kod arahan. Kod bahasa yang digunakan ini adalah berdasarkan BASIC Language (*Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*), yang juga digunakan untuk memprogramkan mikropengawal jenis **BASIC Stamp**.

Manakala perisian pengantaramukaan untuk proses muat turun data ke cip PIC pula menggunakan EPIC Programmer. Perisian ini merupakan peringkat terakhir selepas proses penyusunan (*compiling*) aturcara yang ditulis, dan fail dalam bentuk 'HEX' dipindahkan melalui laluan ini setelah semua susunan aturcara bebas kesilapan (*error free*).

Bagi pakej PIC 16F877 ini juga turut disertakan bersama-sama perisian untuk menulis aturcara (*word editor*) iaitu CodeDesigner Lite yang akan 'disambungkan' (*linked*) dengan Pic Basic Pro Compiler.

Ringkasan proses pengaturcara PIC dapat digambarkan berdasarkan Rajah 3.13 di bawah:



**Rajah 3.13** : Ringkasan proses pengaturcaraan PIC