

**MEREKABENTUK DAN MELAKSANAKAN  
SISTEM KAWALAN PARAS AIR**

**MOHD FAZLI BIN MANAF**

**MEI 2008**

“Saya mengakui bahawa saya telah membaca karya ini pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kawalan, Instrumentasi, dan Automasi)”

Tandatangan : .....

Nama Penyelia : Puan Azrita Binti Alias

Tarikh : Mei 2008

MEREKABENTUK DAN MELAKSANAKAN  
SISTEM KAWALAN PARAS AIR

MOHD FAZLI BIN MANAF

Laporan Ini Dikemukakan Sebagai Memenuhi Sebahagian Daripada Syarat  
Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik (Kawalan,  
Instrumentasi, dan Automasi)

Fakulti Kejuruteraan Elektrik  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

Mei 2008

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

Tandatangan : .....

Nama : Mohd Fazli Bin Manaf

Tarikh : Mei 2008

*Untuk ibu tersayang, Siti Rohani Binti Othman.*

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur kehadiran Allah S.W.T kerana dengan izin dariNya jua dapat saya menyiapkan Projek Sarjana Muda 2 (PSM 2) dan juga laporan akhir ini tanpa sebarang masalah yang besar. Segala masalah yang timbul dapat diatasi dengan baik.

Seterusnya, saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada keluarga yang tersayang kerana memberikan sokongan dan semangat semenjak saya menjejakkan kaki ke Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM). Jutaan terima kasih juga kepada penyelia projek sarjana muda, Puan Azrita Binti Alias kerana memberi kepercayaan kepada saya dalam mengendalikan projek ini serta membantu saya dalam menyelesaikan segala masalah berbangkit termasuk memberi nasihat dan idea yang seterusnya dapat meningkatkan pengetahuan dan kemahiran saya dalam bidang instrumentasi dan automasi.

Tidak lupa juga kepada semua sahabat yang telah membantu secara langsung dan tidak langsung. Akhirnya, kepada semua individu yang terlibat dalam menyiapkan Projek Sarjana Muda 2 ini yang mana tidak disebutkan nama. Tanpa anda semua, projek dan laporan ini mungkin tidak dapat disiapkan dengan jayanya. Terima kasih.

## ABSTRAK

Projek ini adalah mengenai merekabentuk dan perlaksanaan sistem kawalan paras air menggunakan antaramuka komputer dan Pengawal Logik Aturcara (*Programmable Logic Controller-PLC*) . Ia merangkumi gabungan pengaturcaraan dan perkakasan. Pengaturcaraan perisian adalah melibatkan penggunaan pengantaramuka grafik pengguna (GUI) menggunakan perisian Visual Basic 6.0. Untuk perkakasan pula, ia melibatkan beberapa komponen seperti pengesan paras air aplikasi pembilang, tangki, sistem paip, injap 2-hala, dan pam. Sistem ini membolehkan pengguna mengawal keseluruhan operasi menggunakan komputer dan juga menunjukkan bagaimana pengesan paras aplikasi boleh digunakan untuk mengesan paras air.

## **ABSTRACT**

This project is about to design and implimention of water level control system by interfacing between software and hardware via Programmable Logic Controller (PLC). It consists of software and hardware. The developement of graphical user interface (GUI) will be implement by using Visual Basic 6.0. The hardware consists of counter level sensor, tanks, piping system, 2-way valve and pump. The whole system can be control by computer and showed that the counter level sensor can be use as level detector.



## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>HALAMAN</b>
	<b>DEDIKASI</b>	iii
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>ABSTRAK</b>	v
	<b>ABSTRACT</b>	vi
	<b>ISI KANDUNGAN</b>	vii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	ix
	<b>SENARAI RAJAH</b>	x
	<b>SENARAI SINGKATAN</b>	xiii
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xiv
<b>I</b>	<b>Pengenalan</b>	
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Gambaran Keseluruhan Projek	2
	1.3 Objektif Projek	2
	1.4 Skop Projek	3
	1.5 Pernyataan Masalah	3
<b>II</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	
	2.1 Kajian Ilmiah	
	2.1.1 Kajian 1	5
	2.1.2 Kajian 2	10
	2.1.3 Kajian 3	13
	2.1.4 Kajian 4	19

<b>III</b>	<b>TEORI</b>	
3.1	Pengesan Paras Aplikasi Pembilang	25
3.2	Pengawal Logik Aturcara ( <i>PLC</i> )	33
3.3	Injap 2-hala	36
3.4	Pam	37
3.5	Komunikasi Antaramuka	40
<b>IV</b>	<b>KAEDAH PERLAKSANAAN PROJEK</b>	
4.1	Perjalanan Keseluruhan Projek	42
4.2	Perlaksanaan Projek	46
<b>V</b>	<b>KEPUTUSAN</b>	
5.1	Perlaksanaan Perkakasan	51
5.2	Perlaksanaan Perisian	54
5.3	Perjalanan Keseluruhan Sistem	66
5.4	Laporan Kewangan	68
<b>VI</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	
6.1	Perbincangan	70
6.2	Penemuan Masalah	70
6.3	Cadangan untuk Penambahbaikan	72
<b>VII</b>	<b>KESIMPULAN</b>	
7.1	Kesimpulan	73
	<b>RUJUKAN</b>	74
	<b>LAMPIRAN</b>	75

**SENARAI JADUAL**

<b>NO</b>	<b>TAJUK</b>	<b>HALAMAN</b>
2.1	Kepelbagaian penggunaan pengesanan dalam industri	10
5.1	Masukan untuk PLC	55
5.2	Masukan untuk PLC	56
5.3	Geganti dalaman	55
5.4	Pembilang	56
5.5	Kod “Modules” pengkalan selari	61
5.6	Aturcara kata laluan	62
5.7	Aturcara keseluruhan sistem	64
5.8	Perjalanan sistem kawalan paras air	67
5.9	Pernyataan kewangan bagi elektrik dan komponen elektronik	68
5.10	Pernyataan kewangan bagi komponen mekanikal	69
5.11	Pernyataan kewangan keseluruhan	69

## SENARAI RAJAH

NO	TAJUK	HALAMAN
2.1	Struktur Sistem	6
2.2	Prinsip kerja piezoelectric	6
2.3	Litar pemancar	7
2.4	Litar penerima	7
2.5	Struktur kad pengumpul data	8
2.6	Paparan untuk Grafik Pengguna	8
2.7	Kedudukan Pengesan pada tangki	9
2.8	Bekas pemampat yang dibuka	9
2.9	Paparan sebenar graf paras cecair dalam tangki setinggi 150meter	11
2.10	Keadaan tangki dalam proses pembersihan	11
2.11	Kedudukan sebenar pengesan ultrasonik	12
2.12	Contoh pengesan ultrasonik yang digunakan dalam industri	12
2.13	Struktur perkakasan untuk makmal maya	14
2.14	Proses hubungan imej terjana komputer (CGI)	15
2.15	Interaksi antara pelanggan dan pelayan	15
2.16	Struktur perisian untuk makmal maya	16
2.17	Model tangki berkembar	17
2.18	Blok diagram penggunaan pengawal PID	18
2.19	Paparan grafik pengguna untuk kawalan PID	18
2.20	Konfigurasi rangkaian sistem PLC	19
2.21	Konfigurasi kad komunikasi 1	20
2.22	Konfigurasi kad komunikasi 2	21
2.23	Konfigurasi kad komunikasi 3	21
2.24	Paparan rajah proses	22
2.24	Paparan Penggera	23
3.1	Teori apungan	27

3.2	Pembilang untuk paras naik	28
3.2	Pembilang untuk paras turun	28
3.4	Suis pemilih pada panel kawalan	28
3.5	Binaan pengesan paras	30
3.6	Kedudukan penanda aras dan suis <i>proximity</i>	30
3.7	Kedudukan Penunjuk Arah yang terletak pada penutup tangki 1	31
3.8	Suis <i>proximity</i>	31
3.9	Penyambungan suis <i>proximity</i> dan PLC [10]	32
3.10	Bahagian dalam PLC [12]	34
3.11	Bahagian struktur PLC [12]	34
3.12	Modul Masukan	35
3.13	Modul Keluaran	35
3.14	Diaphram	36
3.15	Prinsip kerja Injap kawalan [5]	37
3.16	Prinsip kerja pam	38
3.17	Pam yang dijana oleh motor	38
3.18	Contoh sambungan motor	39
3.19	Pengkalan selari	40
3.20	Pin pengkalan selari	40
3.21	Litar luaran dari pengkalan selari	41
4.1	Carta Alir (perjalanan keseluruhan projek)	43
4.2	Carta alir proses program PLC	44
4.3	Carta alir proses program Visual Basic 6.0	45
4.4	Tapak ( <i>base</i> )	47
4.5	Tangki takungan	47
4.6	Penahan untuk tangki 1	48
4.7	Paparan CX-Programmer	49
4.8	Memastikan jenis PLC yang digunakan	49
4.9	Paparan Visual Basic 6.0	50
5.1	Pandangan hadapan	52
5.2	Pandangan sisi	52
5.3	Pengawal kelajuan aliran air	53
5.4	Kedudukan pam bermotor	53
5.5	Kedudukan injap 2-hala	53

5.6	Panel kawalan	54
5.7	Rajah tangga PLC	57
5.8	Rajah tangga PLC (sambungan)	57
5.9	Proses mendapatkan alamat pengkalan selari	59
5.10	Litar luaran antaramuka	60
5.11	Litar antaramuka pengkalan selari	60
5.12	Paparan Visual Basic (Modules)	62
5.13	Paparan kata laluan	63
5.14	Paparan sekiranya kata laluan salah	65
5.15	Paparan utama sistem kawalan	66
5.16	Perjalanan keseluruhan sistem	66

**SENARAI SINGKATAN**

PLC	-	Programmable Logic Controller
GUI	-	Graphical User Interface
OHT	-	Over Head Tank
NUS	-	National University Of Singapore
PID	-	Proportional, Integral, and Derivative
CGI	-	Computer Generated Image
HTTP	-	Hypertext Transfer Protocol
TCP	-	Transmission Communication Protocol
RAD	-	Rapid Application Development
DAO	-	Data Access Object
HMI	-	Human Machine Interface
SCADA	-	Supervisory Control and Data Acquisition
DAQ	-	Data Acquisition Card

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN</b>	<b>TAJUK</b>	<b>HALAMAN</b>
A	Carta Gantt	75
B	Rajah Skematik Pendawaian	77
C	PLC OMRON Model CPM1A	79
D	Suis Proximity	83
E	Lakaran Solid Work 2005	86
F	ULN 2803	90



## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

Dalam bab ini, maklumat am mengenai keseluruhan kajian Projek Sarjana Muda diterangkan serba sedikit. Perkara-perkara utama yang dinyatakan disini ialah:

1. Pengenalan
2. Gambaran Projek
3. Objektif Projek
4. Skop Projek
5. Pernyataan Masalah

#### **1.1 Pengenalan**

Penggunaan sistem automasi dalam industri adalah amat penting dalam meningkatkan pengeluaran, mutu, produktiviti serta mengurangkan kos. Sistem pengesan paras air yang digunakan dalam industri pada masa kini terdapat pelbagai jenis termasuk suis terapung, radar, ultrasonik, suis pengayuh dan sebagainya. Untuk sistem yang akan dibangunkan ini, anggaran belanja yang dikeluarkan juga amat dititikberatkan kerana perkakasan yang akan digunakan akan menjadi kayu pengukur kepada kejayaan projek ini. Dalam projek ini, pengesan paras air juga telah dicipta sebagai satu inovasi dalam bidang instrumentasi dan pengukuran.

## 1.2 Gambaran Keseluruhan Projek

Projek yang akan dilaksanakan ini adalah melibatkan pengaturcaraan dan perkakasan di mana perisian Visual Basic 6.0 akan diaplikasikan. Penggunaan Pengawal Logik Aturcara (PLC) adalah sebagai pengantaramuka antara perisian dan perkakasan. Sistem ini akan membolehkan pengguna atau individu mengawal keseluruhan proses melalui antaramuka grafik pengguna (GUI). Penggunaan pengesan paras yang telah dicipta dimana ia dinamakan sebagai "pengesan paras aplikasi pembilang" (*counter level sensor*) dapat menggantikan pengesan jenis lain yang ada dipasaran seperti suis terapung, suis kayuh, radar, ultrasonik dan sebagainya.

Penghasilan perkakasan seperti dirancang terdiri daripada pam, injap 2-hala, dua buah tangki, dan sistem paip. Aliran air masuk dan air keluar akan dikawal oleh pam dan injap yang terbahagi kepada dua iaitu kawalan masuk dan kawalan keluar. Kadar aliran pam juga dapat dikawal dengan menggunakan pengawal aliran yang dikawal secara manual.

## 1.3 Objektif Projek

Objektif atau maklumat yang perlu dicapai untuk projek ini terbahagi kepada tiga iaitu merekabentuk pengantaramuka grafik pengguna menggunakan perisian Visual Basic 6.0. Untuk menghasilkan perisian yang sesuai, kajian dan pembelajaran telah dibuat sepanjang tiga bulan pertama mengikut perancangan. Hasil daripada kajian yang dibuat, maka terhasil sistem antaramuka yang disambung menggunakan pengkalan selari (*parallel port*) di mana litar yang terlibat telah berjaya dihasilkan.

Objektif kedua adalah mengapikasi Pengawal Logik Aturcara (PLC) sebagai medium pengantara antara perisian dan perkakasan. Penggunaan peranti ini lebih mudah berbanding antaramuka lain yang sedia ada. Ini kerana sistem ini telah digunakan secara meluas dalam industri ataupun dalam bidang pendidikan. Untuk projek ini, PLC yang akan digunakan adalah dari keluarga Omron iaitu model CPM1A.

Maklumat ketiga yang perlu dicapai adalah menghasilkan perkakasan sistem kawalan paras air yang terdiri daripada tangki, sistem paip, pengesan paras aplikasi pembilang dan pam serta penggunaan injap.

#### **1.4 Skop Projek**

Dalam melaksanakan projek ini, perkara-perkara berikut akan dilakukan bagi memastikan objektif projek yang dinyatakan sebelum ini tercapai iaitu menghasilkan perisian (*software*) berdasarkan perisian Visual Basic 6.0 di mana akan dibina satu sistem berasaskan komputer (*PC-Based*).

Seterusnya adalah menghasilkan dan menggunakan pengesan paras berkos rendah iaitu pengesan paras aplikasi pembilang sebagai pengesan paras air. Untuk fungsi perhubungan pula, Pengawal Logik Aturcara (PLC) akan digunakan sebagai antaramuka antara perisian dan perkakasan.

#### **1.5 Pernyataan Masalah**

Sistem ini dibina kerana wujudnya kelemahan dan kekurangan dalam sistem yang sedia ada dalam meningkatkan kecekapan sistem automasi.

Kedudukan tangki simpanan air yang terletak tinggi atau dikenali sebagai *Overhead Tank (OHT)* menyukarkan operator untuk memantau operasi. Kebanyakan sistem yang digunakan dalam menentukan paras air adalah menggunakan pengesan dari jenis suis pelampung atau *float switch*. Suis jenis ini hanya dapat memaparkan paras rendah dan paras tinggi sahaja.

Jenis pengesan yang digunakan juga memakan kos yang tinggi seperti pengesan ultrasonik. Untuk mengatasi masalah tersebut, pengesan paras yang mampu bekerja seperti ultrasonik tetapi kos yang rendah perlu dihasilkan.

Sistem ini juga sebagai satu alternatif dalam memudahkan pengguna memahami sistem pengantaramuka grafik (GUI) di mana sistem dapat dikawal dari komputer. Sistem ini juga dapat membantu pengguna mengawal keseluruhan proses menggunakan injap (aliran masuk dan aliran keluar). Faktor yang paling penting adalah sistem ini adalah gabungan antara tiga bidang iaitu kawalan, instrumentasi dan automasi.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.1 Kajian Ilmiah**

Bab ini menerangkan tentang projek-projek terdahulu yang telah dibuat. Sumber bagi kajian ini diambil daripada kertas kerja, buku serta internet. Oleh itu, pengalihan bahasa telah dibuat untuk laporan ini.

Terjemahan serta ringkasan telah dibuat daripada ayat dan perkataan asal kertas kerja, buku serta laman web tersebut.

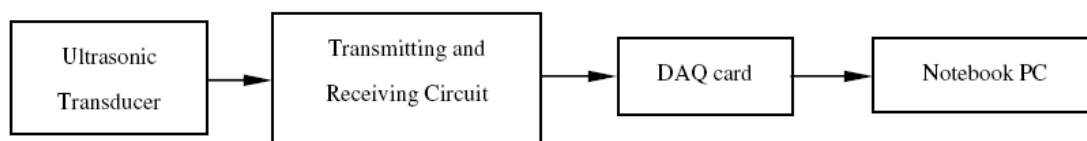
##### **2.1.1 Kajian 1**

Projek ini telah dilakukan oleh Chen Lei, Dong Xinmin, Han dan JieYe Ping dari Institut Kejuruteraan Getaran, Universiti Zhengzhou, China.

###### **2.1.1.1 Pengenalan**

Pemampat yang digunakan dalam sistem pendingin udara dalam keretapi di Negara China adalah dari jenis bekas tertutup. Biasanya kerosakan yang berlaku adalah disebabkan oleh kegagalan mekanikal, elektrik dan lain-lain lagi. Tetapi, hasil daripada pemeriksaan, didapati bahawa kerosakan berpunca daripada cecair pendingin di dalam bekas yang telah menurun ke paras yang minimum.

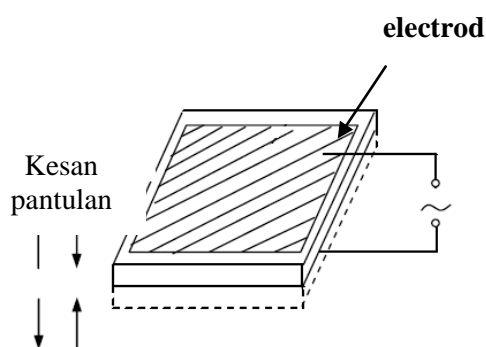
Jadi adalah penting untuk memastikan cecair tersebut berada pada paras yang dikehendaki. Rajah 2.1 menunjukkan struktur keseluruhan sistem.



Rajah 2.1: Struktur Sistem

Seperti rajah 2.1, pembangunan sistem ini akan terdiri daripada pengesan, litar penghantar dan penerima, kad pengumpul data (DAQ) dan komputer. Denyut elektrik dengan voltan yang tinggi yang dihasilkan oleh litar pemancar ultrasonik penting dalam memangkinkan pancaran gelombang ultrasonik.

Getaran gelombang tersebut akan dikuatkan lagi oleh litar penerima dan dikumpul oleh kad pengumpul data. Dan seterusnya, data yang dikumpul akan dianalisa oleh perisian tertentu yang bersesuaian. Ultrasonik menggunakan prinsip pantul balik yang beroperasi berasaskan kesan *piezoelectric*, yang terdiri daripada kesan posotif dan sebaliknya. Rajah 2.2 menunjukkan prinsip kerja *piezoelectric*.

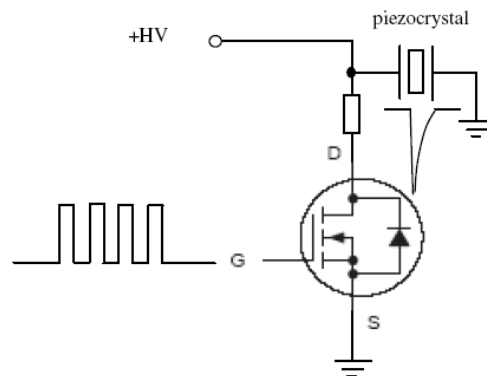


Rajah 2.2: Prinsip kerja piezoelectric

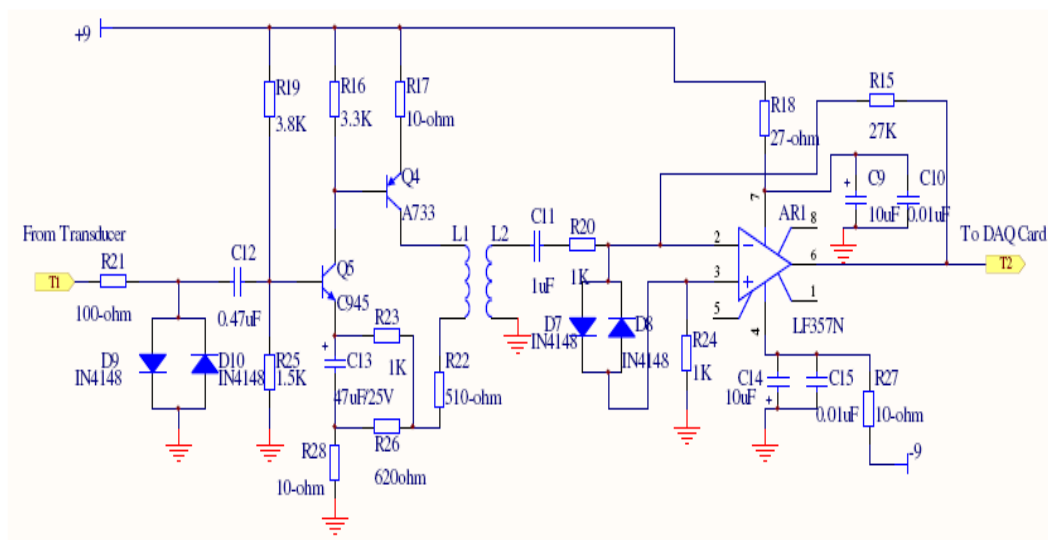
Jika voltan dibekalkan kepada elektrod, piezocrystal akan bergetar berdasarkan kepada kekutuban voltan.

### 2.1.1.2 Litar Pemancar dan Penerima

Untuk membolehkan isyarat diterima dan dihantar, beberapa litar seperti litar pemancar dan penerima dihasilkan. Isyarat yang dihantar oleh litar pemancar akan diterima oleh litar penerima dan seterusnya diproses. Rajah 2.3 menunjukkan litar pemancar yang menerima isyarat digital manakala rajah 2.4 menunjukkan litar penerima yang akan menyalurkan isyarat kepada kad pengumpul data.



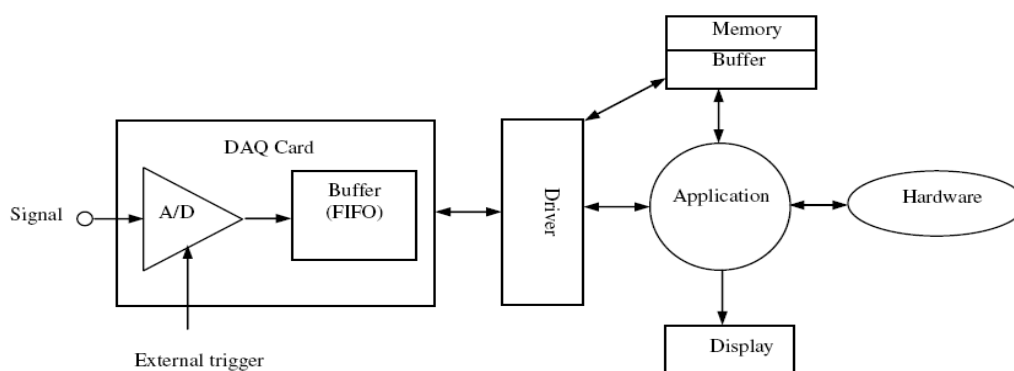
Rajah 2.3: Litar pemancar



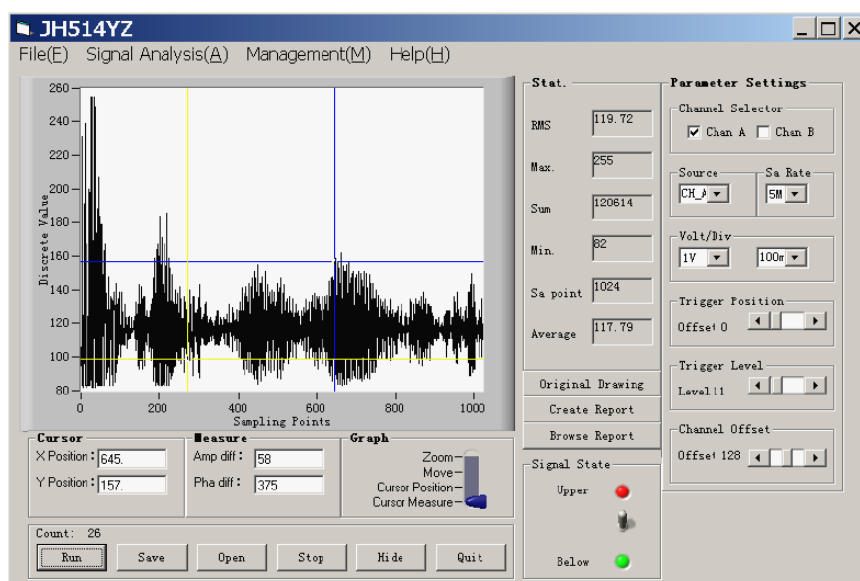
Rajah 2.4: Litar penerima

### 2.1.1.3 Penggunaan Kad Pengumpul Data

Kad pengumpul data (DAQ) berfungsi sebagai medium pengantara antara perkakasan dan perisian. Segala maklumat yang diterima akan diproses untuk ditukarkan kepada isyarat yang boleh difahami seperti graf. Rajah 2.5 menunjukkan gambarajah blok kad pengumpul data. Rajah 2.6 pula menunjukkan isyarat yang telah diterima yang ditunjukkan dalam bentuk graf. Manakala rajah 2.7 dan 2.8 menunjukkan gambaran fizikal tangki serta kedudukan pengesan pada tangki tersebut.

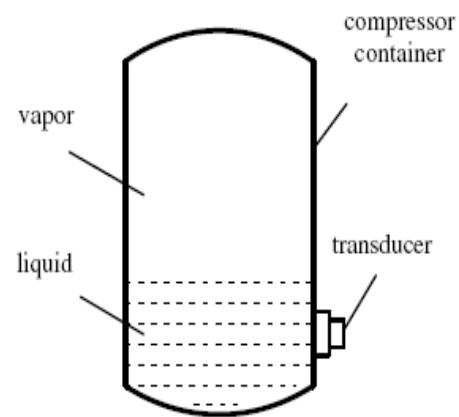


Rajah 2.5: Struktur kad pengumpul data



Rajah 2.6: Paparan untuk Grafik Pengguna





Rajah 2.7: Kedudukan Pengesan pada tangki



Rajah 2.8: Bekas pemampat yang dibuka

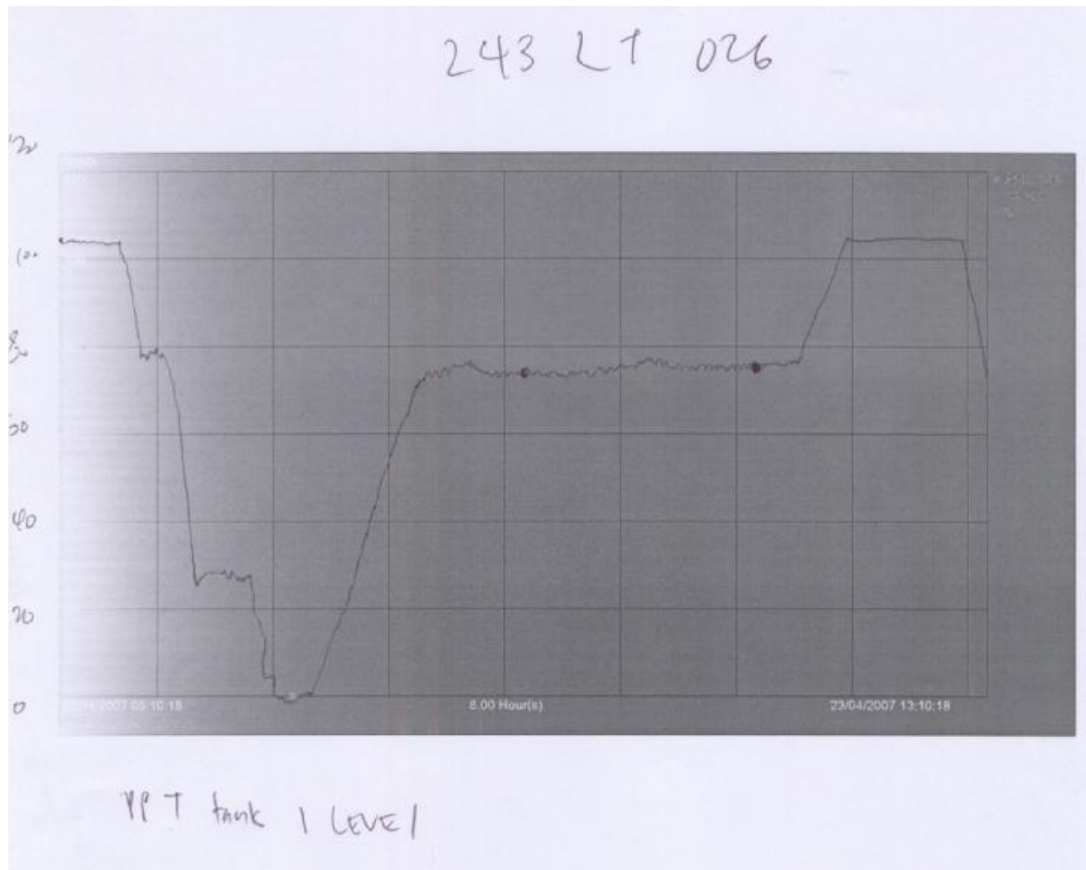
### 2.1.2 Kajian 2

Kajian Latihan Industri di Kilang Huntsman Tioxide (M) Sdn. Bhd. Kajian ini meliputi beberapa aktiviti yang dijalankan di kilang tersebut di mana terdapat aktiviti pemasangan, *calibration*, dan pemeriksaan paras cecair dalam tangki berkapasiti besar.

Dalam industri, terdapat beberapa jenis pengesan yang digunakan secara meluas seperti radar, suis terapung, suis pengayuh dan sebagainya. Walaubagaimanapun, pengesan yang digunakan adalah bersifat industri berat dimana dapat dinyatakan harga yang terlalu tinggi tetapi rendah penyelenggaraan. Jadual 2.1 menunjukkan perbandingan kepelbagaian pengesan yang digunakan dalam industri. Dalam keadaan yang sebenar dalam industri, peranan garaf juga memainkan peranan yang penting kerana melalui graf pemantauan dapat dibuat. Rajah 2.9 menunjukkan paparan graf daripada tangki cecair. Rajah 2.10 pula menunjukkan gambaran fizikal dalaman tangki tersebut. Manakala rajah 2.11 dan 2.12 menunjukkan kedudukan pengesan ultrasonik serta kedudukan pada tangki setinggi 150 meter.

**Jadual 2.1: Kepelbagaian penggunaan pengesan dalam industri**

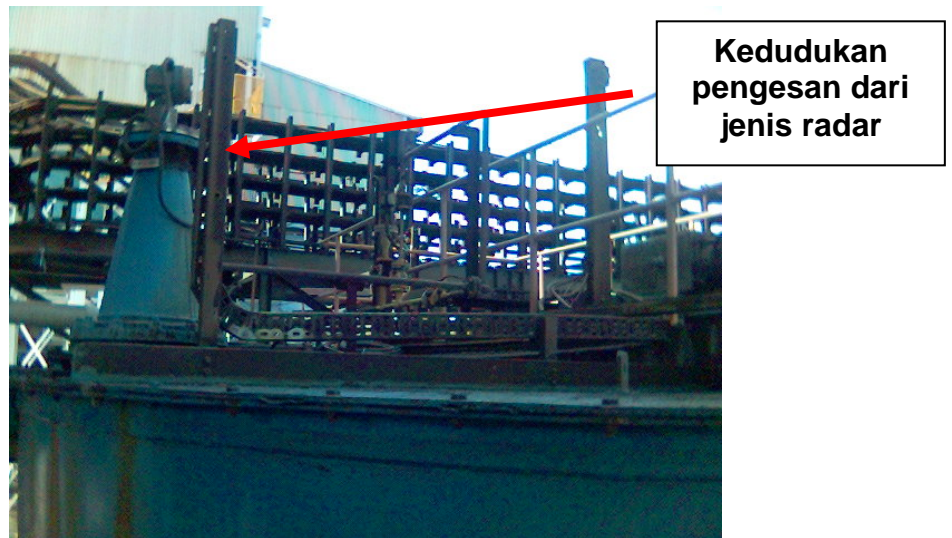
	Cecair Mengalir	Pepejal Mengalir	Cecair Terhad	Pepejal Terhad
Radar	X	X		
<i>Electromechanical</i>	X	X		
Ultrasonik	X	X	X	X
<i>Capacitance</i>	X		X	X
Perbezaan Tekanan	X			
Suis Terapung			X	



Rajah 2.9: Paparan sebenar graf paras cecair dalam tangki setinggi 150meter



Rajah 2.10: Keadaan tangki dalam proses pembersihan



Rajah 2.11: Kedudukan sebenar pengesanan ultrasonik



Rajah 2.12: Contoh pengesanan ultrasonik yang digunakan dalam industri

Untuk sistem di atas, pengesanan yang digunakan adalah dari jenis radar yang mana mempunyai konsep kerja yang sama dengan pengesanan ultrasonik. Tangki tersebut berada dalam proses pemantauan kerana dalam jangka masa tertentu, semua sistem atau instrumen yang terlibat perlu diselenggara untuk memastikan tangki tersebut dapat berfungsi dengan baik dan memanjangkan jangka hayat.

Untuk kesimpulan, setiap sistem yang dibina perlu menjalani beberapa proses untuk mendapatkan hasil dan keputusan yang terbaik serta dapat memanjangkan jangka hayat instrumen yang terlibat.

### 2.1.3 Kajian 3

Pembangunan Makmal Berasaskan Jaringan Internet untuk Eksperimen Tangki Berkembar (*coupled tank*) oleh C.C Ko, Ben M. Chen, Jianping Chen, Yuan Zhuang, and Kay Chen Tan yang merupakan ahli IEEE.

#### 2.1.3.1 Abstrak dan Pengenalan

Pada masa kini, internet telah menyediakan persekitaran yang lebih pelbagai untuk membangunkan aplikasi pendidikan dan penyelidikan.

Sistem ini dibangunkan untuk memudahkan pelajar dan kakitangan dari Universiti Kebangsaan Singapura (NUS). Sistem makmal ini adalah satu bentuk modul pembelajaran untuk mengajar pelajar prinsip asas dan metodologi untuk menjalankan siri eksperimen terhadap tangki berkembar pada bila-bila masa tidak kira tempat melalui internet. Dengan keupayaan untuk melaksanakan strategi secara manual, beberapa pengawal digunakan seperti PID, *state-space*, dan *fuzzy logic* sebagai asas tapak untuk penyelidikan. Sidang video digunakan untuk menyediakan keluaran bunyi dan visual, di mana kamera diletakkan di tempat yang mudah digerakkan.

Konsep yang cuba diketengahkan bukanlah baru. Makmal yang boleh dikawal ini adalah sistem masa sebenar yang dilarikan secara terus menerusi internet, di mana amat sesuai digunakan oleh pelajar yang tidak berada dalam suasana makmal yang sebenar.

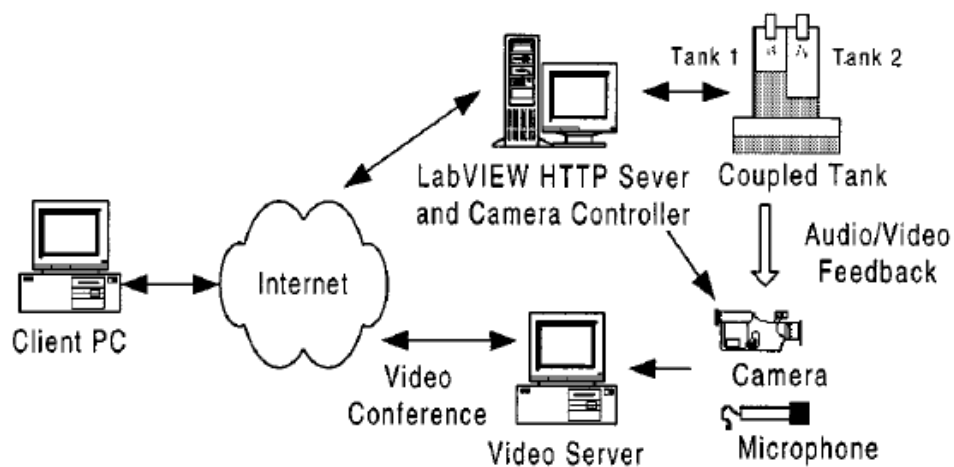
### 2.1.3.2 Struktur Makmal Maya

Struktur makmal maya terdiri daripada struktur perkakasan dan struktur perisian. Struktur perkakasan pula melibatkan penggunaan komputer, kamera serta pembesar suara.

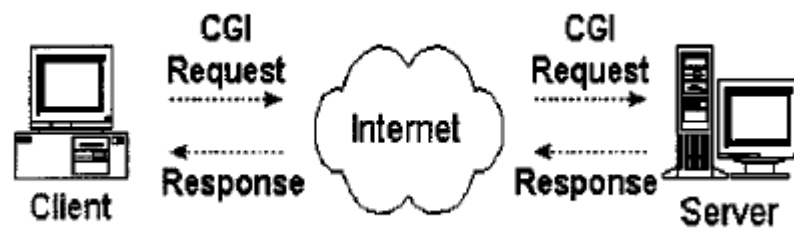
#### A Struktur Perkakasan

Rajah 2.13 menunjukkan struktur perkakasan makmal maya. Seperti yang ditunjukkan, komputer pelanggan (*client PC*) dihubungkan terus melalui pelayan HTTP (disediakan melalui perisian LabView). Komputer akan berfungsi sebagai pengawal instrumen. Sistem ini dihubungkan terus kepada kad pengumpul data (DAQ).

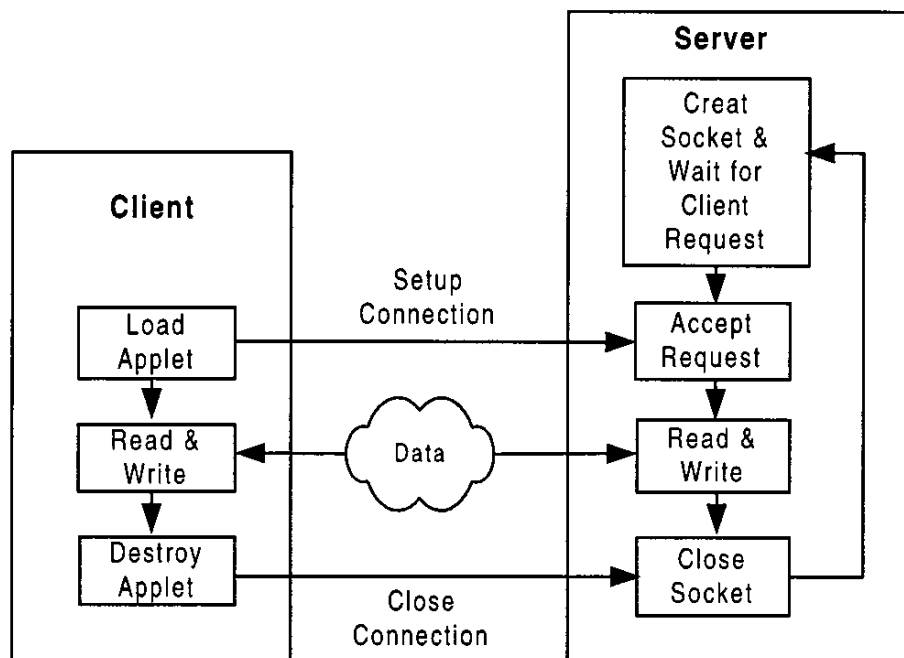
Kamera dihubungkan ke komputer yang mana sedang menggunakan perisian *Microsoft NetMeeting* yang menyediakan paparan kepada pengguna jika berlaku perubahan terhadap tangki berkembar. Perakam suara juga disambungkan untuk merakamkan bunyi motor pam untuk dianalisis. Rakaman bunyi dan visual secara langsung akan dihantar terus kepada pelanggan menerusi sidang video. Rajah 2.14 pula menunjukkan proses hubungan imej terjana komputer (CGI). Manakala rajah 2.15 menunjukkan interaksi antara pelayan dan pelanggan yang dihubungkan oleh kabel komunikasi.



Rajah 2.13: Struktur perkakasan untuk makmal maya



Rajah 2.14: Proses hubungan imej terjana komputer (CGI)

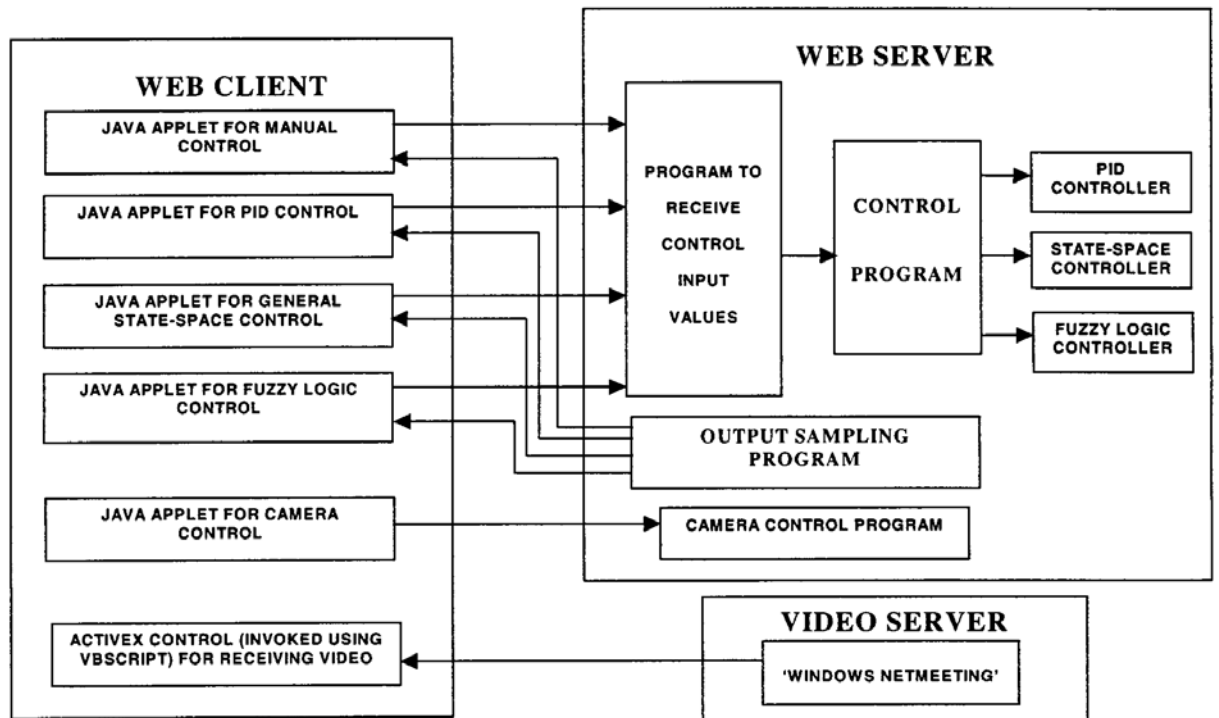


Rajah 2.15: Interaksi antara pelanggan dan pelayan

Imej Dijana Komputer (CGI) dan Protokol Komunikasi Penghantaran (TCP) adalah dua kaedah dalam melaksanakan komunikasi pelayan pelanggan. Seperti dalam rajah di atas, program CGI akan aktif pada pelayan web menghantar dan menerima data dari pengguna laman web. Komuniasi dua hala ini boleh dibangunkan melalui Java.

## B Struktur Perisian

Seksyen ini akan menerangkan kawalan berasaskan web. Perisian yang digunakan adalah LabView yang menggunakan bahasa 'G'. Pada pelayan, terdapat empat program yang bertindak sebagai parameter kawalan. Rajah 2.16 menunjukkan gambarajah blok kaitan antara pelayan dan pelanggan.



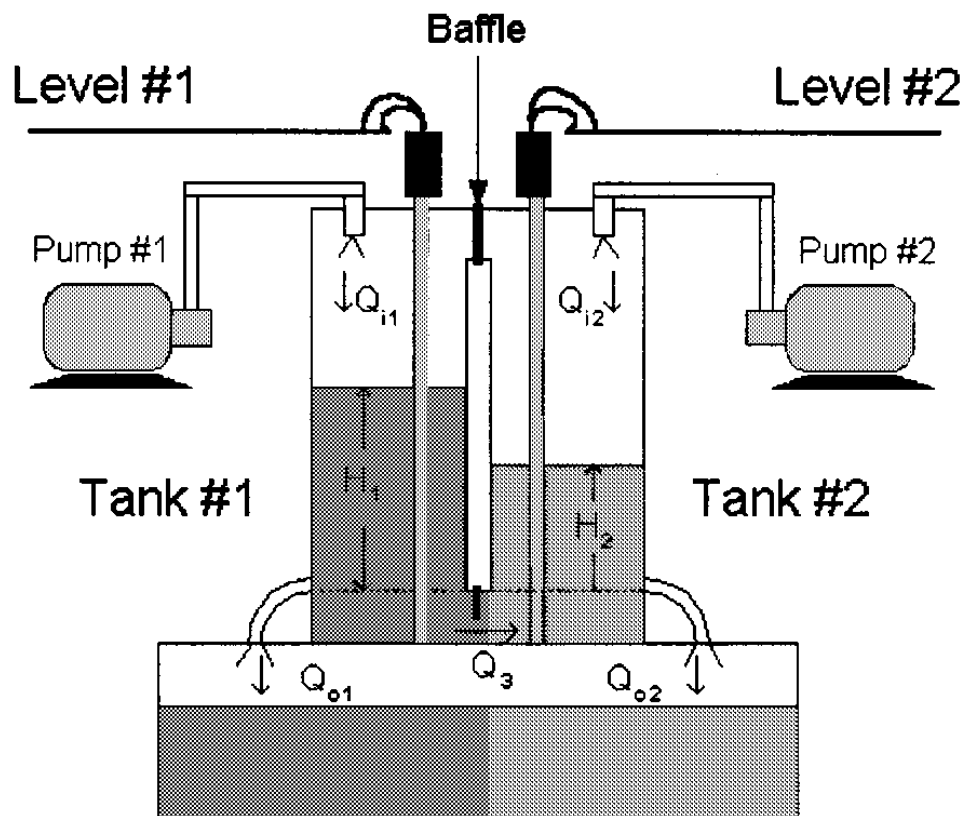
Rajah 2.16: Struktur perisian untuk makmal maya



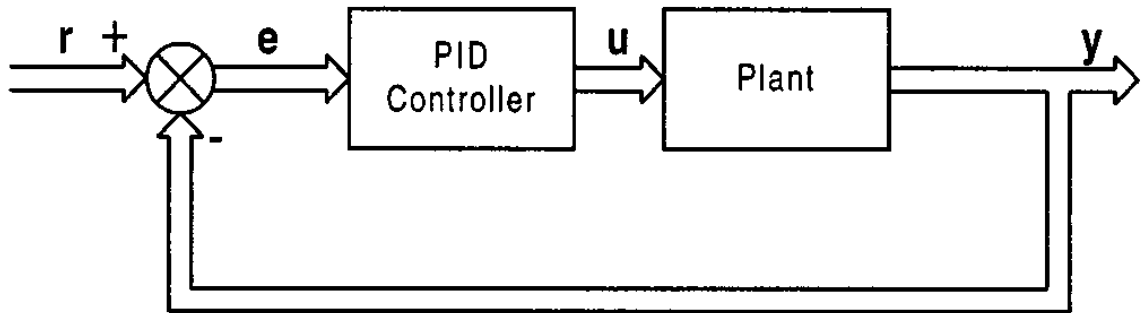
### 2.1.3.3 Memodelkan Perkakasan Tangki Berkembar

Perkakasan ini dibangunkan dan direka untuk tujuan pembelajaran dan penyelidikan dalam bidang prinsip kawalan proses. Ia terdiri daripada 2 tangki yang berada di atas tangki takungan. Setiap tangki dipasang dengan salur keluar membolehkan air mengalir keluar ke takungan. Pengesan yang digunakan adalah dari jenis *capacitance*. Voltage keluaran adalah dalam lingkungan 0 ke 10V. Rajah 2.17 menunjukkan gambaran keseluruhan model sistem tangki berkembar yang terdiri dari tiga buah tangki, dua buah pam serta pengesan.

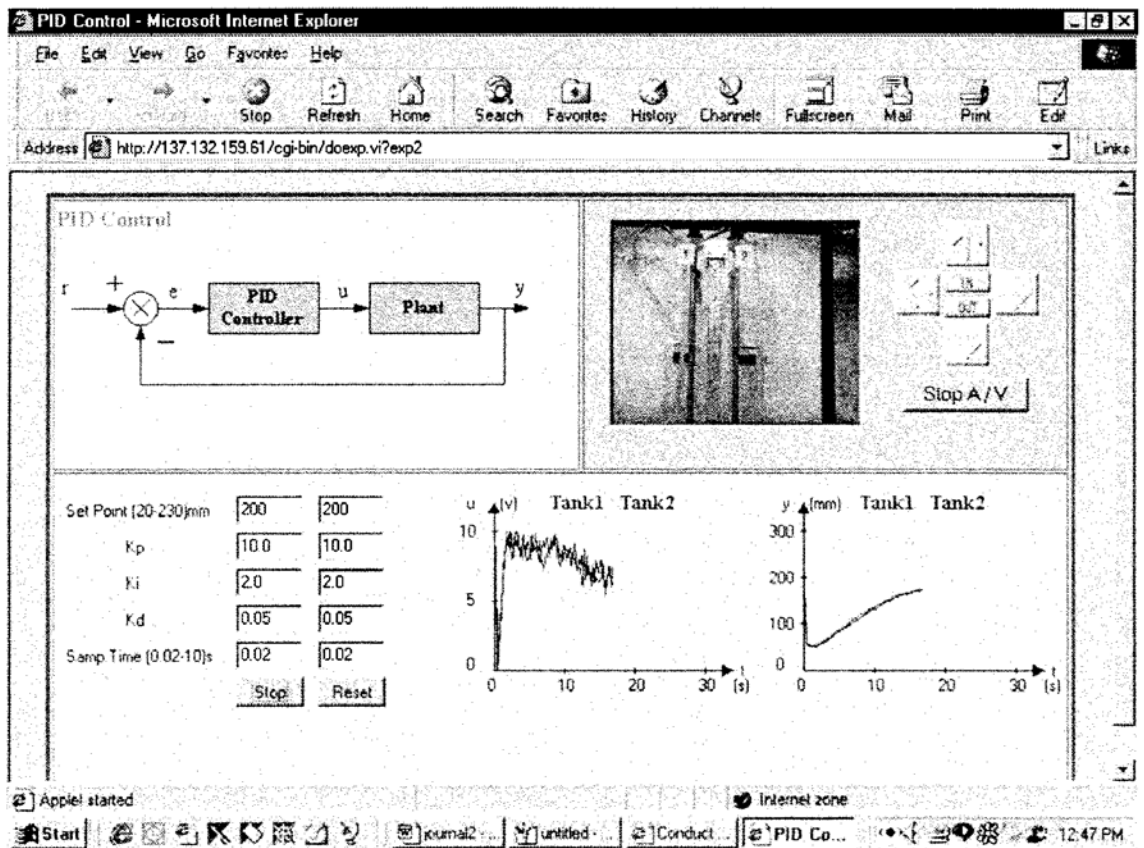
Untuk mengawal serta mengekalkan paras akhir, pengawal PID digunakan. Ia ditunjukkan seperti dalam rajah 2.18. Manakala paparan untuk grafik pengguna untuk pengawal PID telah ditunjukkan seperti dalam rajah 2.19



Rajah 2.17 Model tangki berkembar



Rajah 2.18: Blok diagram penggunaan pengawal PID



Rajah 2.19: Paparan grafik pengguna untuk kawalan PID

## 2.1.4 Kajian 4

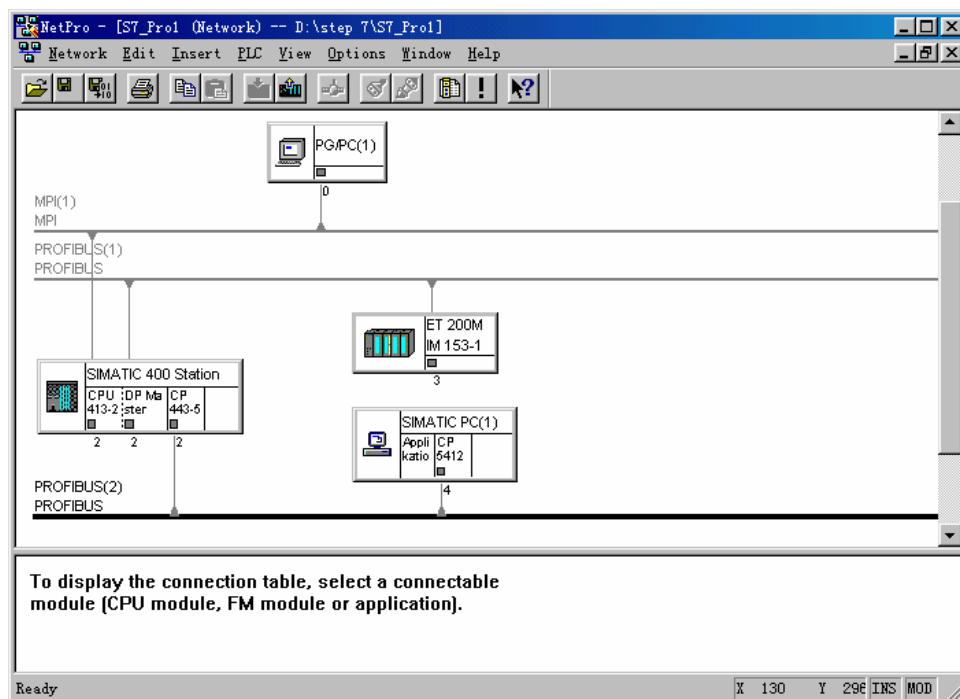
Aplikasi Pengawal Logik Aturcara (PLC) dan Antaramuka Manusia dan Mesin (HMI) dalam industri system kawalan oleh Zhang Xuegong, Jurutera Elektrik, Pusat Kejuruteraan dan Penyelidikan Industri Besi Beijing, China. Turut disertai oleh Dr. Q. M. Zhu, Penyelidik, Kejuruteraan Elektronik, Fakulti Kejuruteraan Universiti West England, Bristol. Projek ini bertarikh 15 Januari 2000.

### 2.1.4.1 Abstrak dan Pengenalan

Projek ini berasaskan kepada PLC dan HMI dari Siemens. Kebaikan projek ini adalah ia digunakan untuk mengawal peranti elektrik secara visual and mengawal keseluruhan proses melalui komputer.

### 2.1.4.2 Perkakasan yang terlibat

Projek ini menggunakan PLC yang dikeluarkan oleh SIEMENS dari model S7. Unit pemproses pusat (CPU) bagi PLC ini adalah 413-2DP. Konfigurasi untuk rangkaian sistem PLC telah ditunjukkan dalam rajah 2.20.



Rajah 2.20: Konfigurasi rangkaian sistem PLC

Tunjang kepada sistem ini adalah Stesen Utama iaitu SIMATIC 400 dan Stesen Kawalan iaitu ET200M. Pengantaraan di antara Stesen Utama dan Stesen Kawalan adalah Profibus-DP.

### 2.1.4.3 Perisian

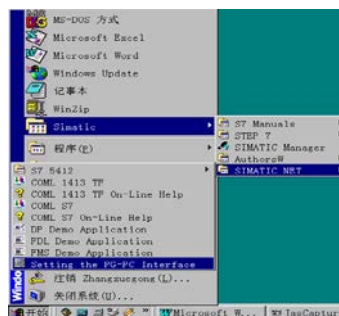
Untuk bahagian ini, penggunaan perisian yang berkaitan akan diperkenalkan. Untuk tujuan tersebut, perisian Step 7 digunakan. Step 7 adalah perisian program untuk PLC dari jenis SIEMENS. Diingatkan di sini bahawa semasa perisian ini digunakan, sesetengah perisian anti virus tidak boleh digunakan.

### 2.1.4.4 Konfigurasi HMI

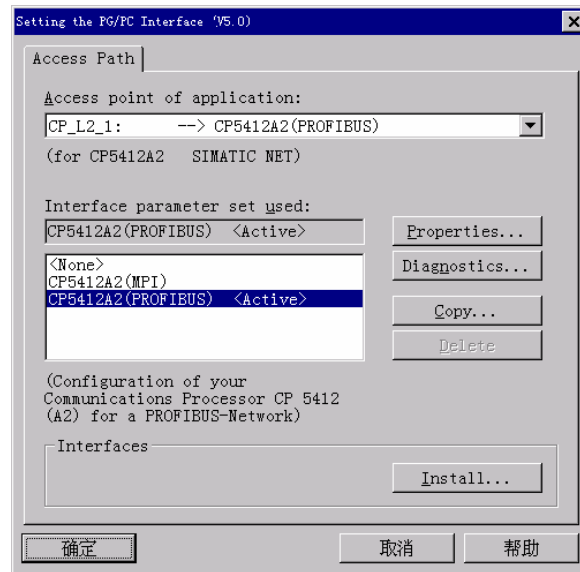
Projek ini menggunakan Pusat Kawalan Windows (WinCC) versi 4.01 sebagai perisian untuk HMI. Perkakasan lain yang turut digunakan adalah komputer yang biasa digunakan dalam industri iaitu Pentium II 350MHz. Sumber bekalan kuasa pula diambil dari 2kVA Bekalan Kuasa Tidak Terganggu (*Uninterruptable Power Supply-UPS*). Peranti lain yang berkaitan turut digunakan adalah pencetak warna dari jenis HP.

### 2.1.4.5 Pemeriksaan terhadap Kad Komunikasi

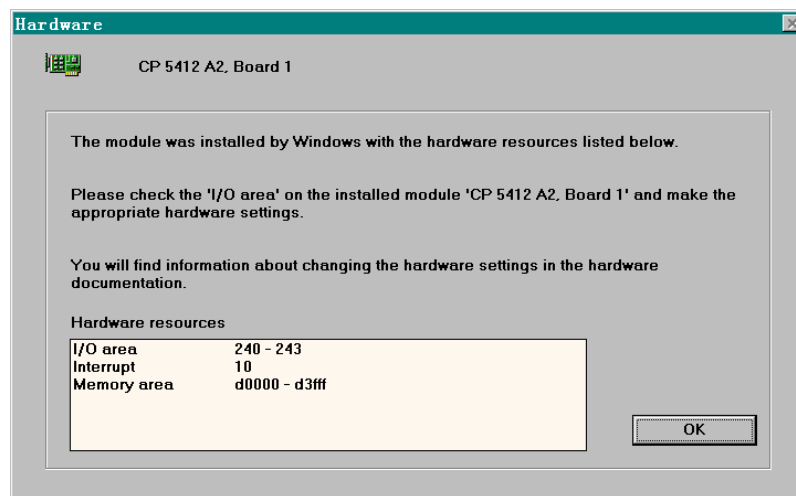
Kad komunikasi yang digunakan adalah jenis CP5412A2. Pengguna boleh memulakan program anatar muka dan konfigurasi kad CP5412A2 seperti dalam rajah 2.21, rajah 2.22, dan rajah 2.23 di bawah. Rajah tersebut menunjukkan langkah secara berperingkat untuk konfigurasi kad komunikasi.



Rajah 2.21: Konfigurasi kad komunikasi 1



Rajah 2.22: Konfigurasi kad komunikasi 2



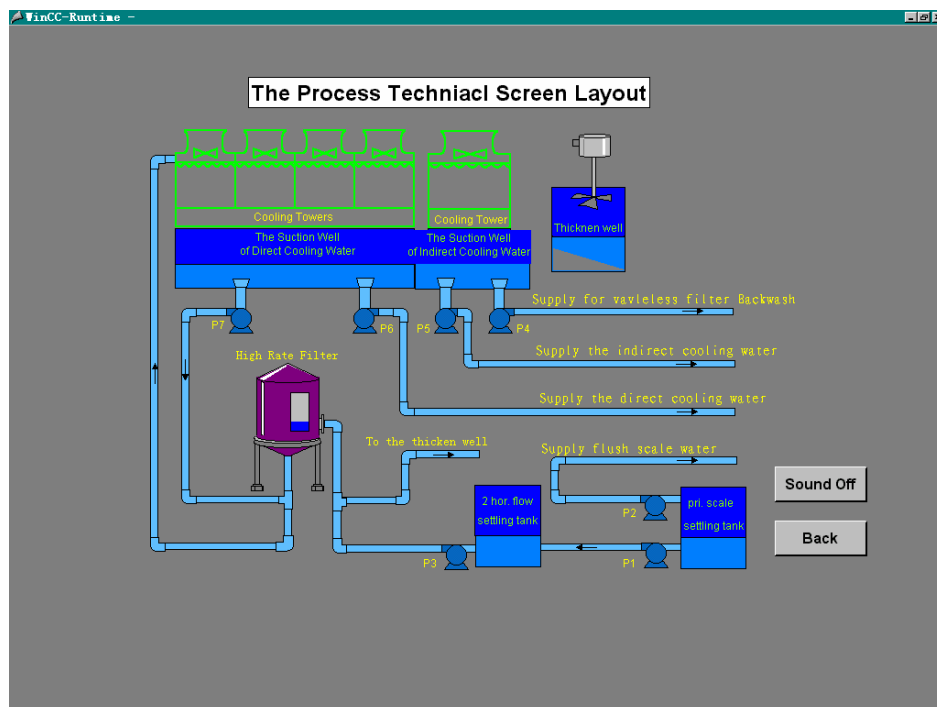
Rajah 2.23: Konfigurasi kad komunikasi 3

### 2.1.4.6 Sistem Operasi HMI

Seperti kebiasaan sistem kawalan berkomputer dan PLC yang lain, sistem ini juga menggunakan penanda untuk membezakan antara satu sama lain. Nilai penanda yang maksimum bagi sistem ini adalah 1024. Sistem operasi HMI pula mempunyai lebih kurang 21 kumpulan skrin operasi. Sistem ini juga mempunyai keseluruhan paparan dan penggera kecemasan yang mana sangat mesra dan mudah untuk dikendalikan.

### 2.1.4.7 Paparan Skrin Proses Teknikal

Tujuan skrin adalah untuk memaparkan keseluruhan proses. Bila sesuatu peranti berfungsi, motor atau pam akan berkelip. Operasi tersebut ditunjukkan dalam rajah 2.24 seperti di bawah.



Rajah 2.24: Paparan rajah proses

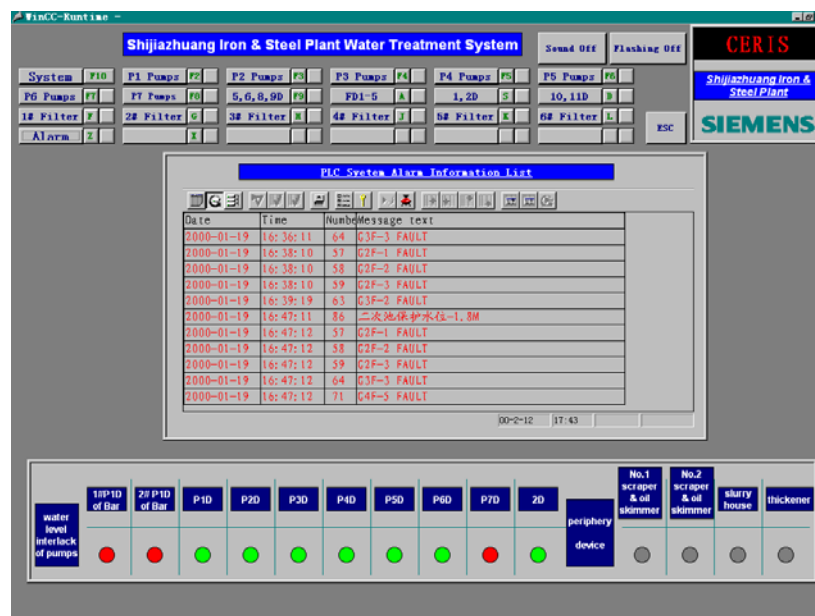
### 2.1.4.8 Operasi Manual dalam HMI

Apabila operator memilih untuk melakukan operasi secara kawalan jauh atau *remote*, penunjuk kawalan akan bertukar hijau dan operator boleh memilih samada untuk mengawal pam secara manual atau automatic. Tetapi apabila operator memilih butang manual, pam akan dapat dikawal secara sendirian.

Jika operator ingin mengawal injap elektrik dalam HMI sistem, mereka oleh klik butang "OPEN" dan injap akan terbuka. Semasa operasi tersebut, simbol injap yang terpapar pada skrin akan berhenti berkelip dan bertukar hijau. Begitu juga apabila injap tersebut ditutup, paparan pada skrin akan bertukar merah sebagai tanda valve sudah tertutup.

### 2.1.4.9 Sistem Penggera

Operator boleh memilih untuk masuk ke paparan penggera dengan mengklik butang "Alarm" seperti yang ditunjukkan dalam rajah 2.24.



Rajah 2.24: Paparan Penggera

## 2.2 Kesimpulan

Laporan di atas telah menerangkan serba-sedikit tentang penghasilan aplikasi antara muka antara PLC dan HMI atau lebih mudah dan dikenali dalam industri dengan nama SCADA ataupun *Supervisory Control and Data Acquisition*. Sistem ini telah memudahkan kilang-kilang menjalankan operasi dan menjimatkan kos operasi di mana bilangan tenaga manusia dapat dikurangkan.



## BAB 3

### TEORI

Dalam bahagian ini akan menerangkan tentang rumus-rumus yang digunakan serta teori beberapa peralatan serta peranti yang digunakan dalam projek ini.

- Pengesan Paras Aplikasi Pembilang (*Counter Level Sensor*)
- Pengawal Logik Aturcara (PLC)
- Injap 2-hala (*2-way valve*)
- Pam motor arus ulang alik
- Komunikasi antaramuka

#### 3.1 Pengesan Paras Aplikasi Pembilang (*Counter Level Sensor*)

Pengesan paras aplikasi pembilang (*Counter Level Sensor*) berfungsi berdasarkan aplikasi pembilang yang diprogramkan dalam PLC dan aplikasi penggunaan pelampung di mana ubahsuai dilakukan pada suis terapung sedia ada yang kurang praktikal. Struktur binaan pengesan ini terdiri daripada pelampung, suis *proximity*, dan palang penanda aras. Kos yang digunakan untuk menghasilkan pengesan ini juga rendah. Ia juga merupakan satu inovasi dalam bidang instrumentasi dan pengukuran.

### 3.1.1 Pelampung dan Teori Apungan (Buoyancy)

Pelampung biasanya digunakan dalam pengesan jenis suis terapung. Pengesan jenis ini disambungkan pada suis terhad (*limit switch*) dimana terdapat tiga tahap iaitu rendah, tinggi dan kecemasan. Untuk sistem yang dibangunkan ini, kerjasama pelampung digunakan untuk mengangkat penanda aras yang dipasang pada tangki.

Antara prinsip atau hukum fizik yang terlibat adalah teori apungan yang diperkenalkan oleh Archimedes. Teori apungan menyatakan bahawa daya tolakan terhadap sesuatu objek akan dihasilkan daripada tenaga oleh cecair atau gas dari persekitaran sama ada tercelup separuh atau penuh yang disebabkan oleh perbezaan tekanan antara atas dan bawah objek tersebut [7]. Teori ini telah membantu kenderaan masa kini seperti bot, kapal, perahu, belon, termasuk kapal terbang. Teori tersebut telah ditunjukkan dalam bentuk gambarajah seperti rajah 3.1.

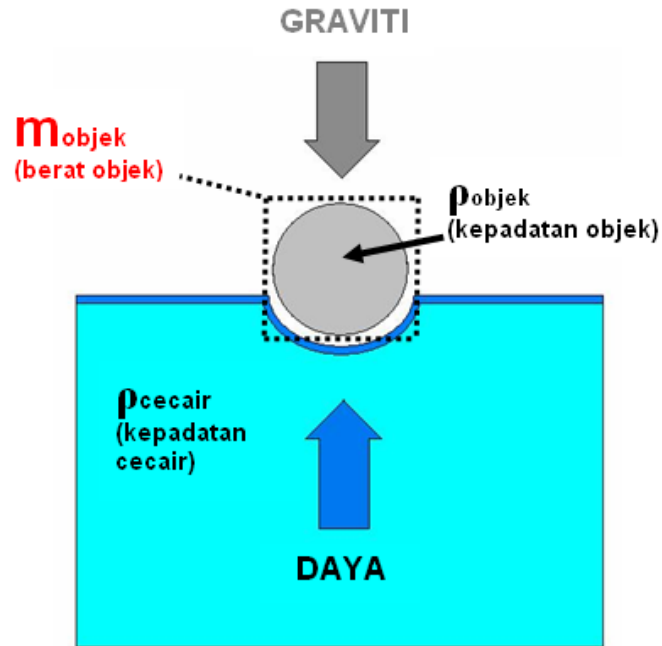
Antara teori-teori yang terlibat adalah:

Pengiraan tekanan di mana tekanan akan bertambah jika kedalaman bertambah.

$$P = \rho hg \tag{3.1}$$

Di mana:

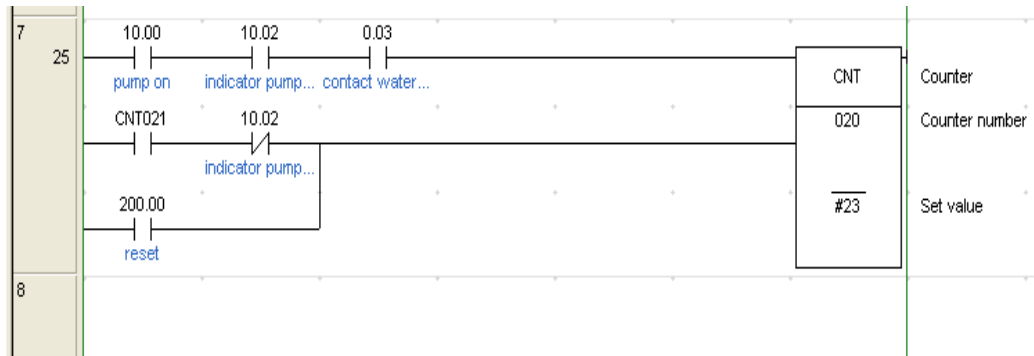
- $\rho$  : kepadatan sesuatu cecair,
- $h$  : kedalaman cecair (juga dikira sebagai ketinggian negatif),
- $g$  : nilai gravity standard ( $\approx -9.8$  N/kg di bumi)



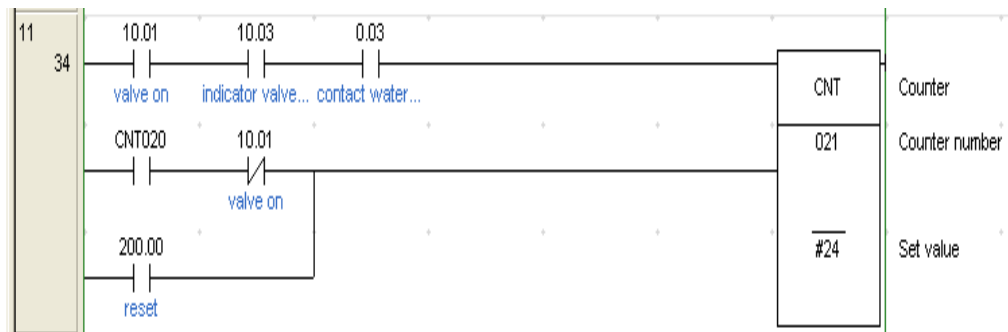
Rajah 3.1: Teori apungan

### 3.1.2 Pembilang (*Counter*)

Penghasilan pengesan jenis ini adalah merupakan salah satu aplikasi penggunaan program PLC di mana pembilang atau *counter* digunakan. Alamat yang digunakan dalam program PLC bagi pembilang adalah CNT 020 dimana untuk model OMRON CPM1A yang digunakan ini, had alamat bagi pembilang adalah antara CNT000 hingga CNT127. Tetapi untuk projek ini, hanya dua pembilang digunakan iaitu satu untuk paras naik dan satu untuk paras turun. Rajah 3.2 menunjukkan rajah tangga aturcara PLC yang menggunakan pembilang naik manakala rajah 3.3 menunjukkan pembilang paras turun.

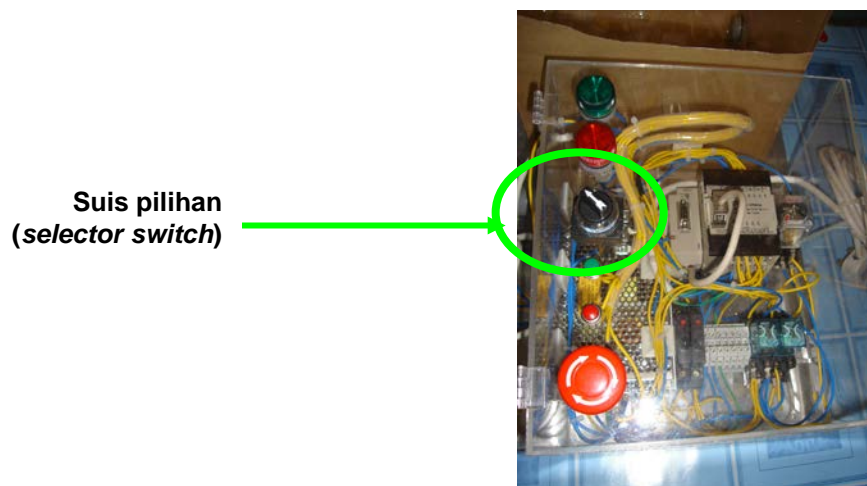


Rajah 3.2: Pembilang untuk paras naik



Rajah 3.3: Pembilang untuk paras turun.

Untuk membezakan antara paras naik dan paras turun, kaedah yang digunakan adalah penggunaa suis pemilih atau *selector switch*. Suis ini terbahagi kepada dua iaitu untuk operasi pam dan operasi injap. Rajah 3.4 menunjukkan kedudukan suis pemilih pada panel kawalan



Rajah 3.4: Suis pemilih pada panel kawalan

### 3.1.3 Penanda Aras

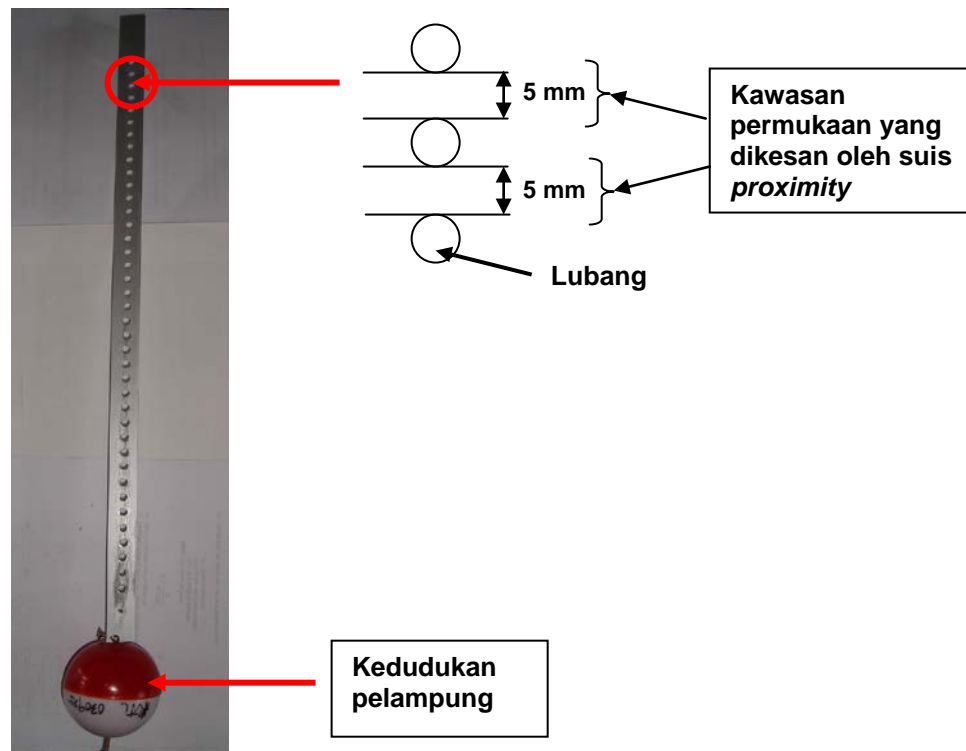
Antara elemen penting yang terlibat dalam penghasilan pengesan paras aplikasi pembilang adalah penanda aras. Elemen ini diperbuat daripada aluminium berbentuk “L”.

Tujuan utama penggunaan aluminium adalah kerana ia kalis karat. Semasa proses operasi dan dalam keadaan tunggu sedia, penanda aras akan berada dalam air dan menyebabkannya terdedah kepada karat. Jadi, penyelesaian terbaik adalah dengan menggunakan bahan tidak berkarat tetapi dalam jangka masa yang sama dapat dikesan oleh pengesan atau *sensor* yang digunakan.

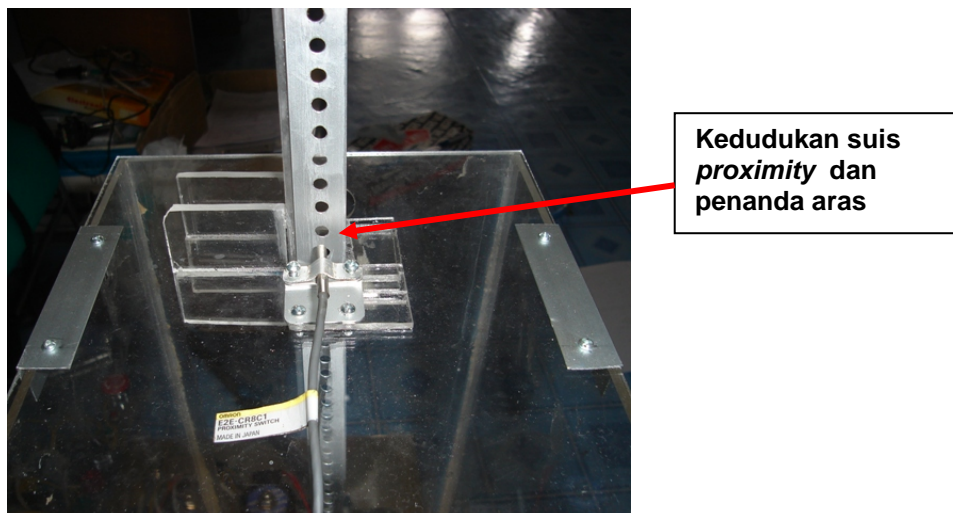
Untuk tujuan penyukatan paras yang dikehendaki, jarak antara senggat adalah lima milimeter (5 mm). Tetapi jarak ini masih boleh diubah mengikut kehendak pengguna.

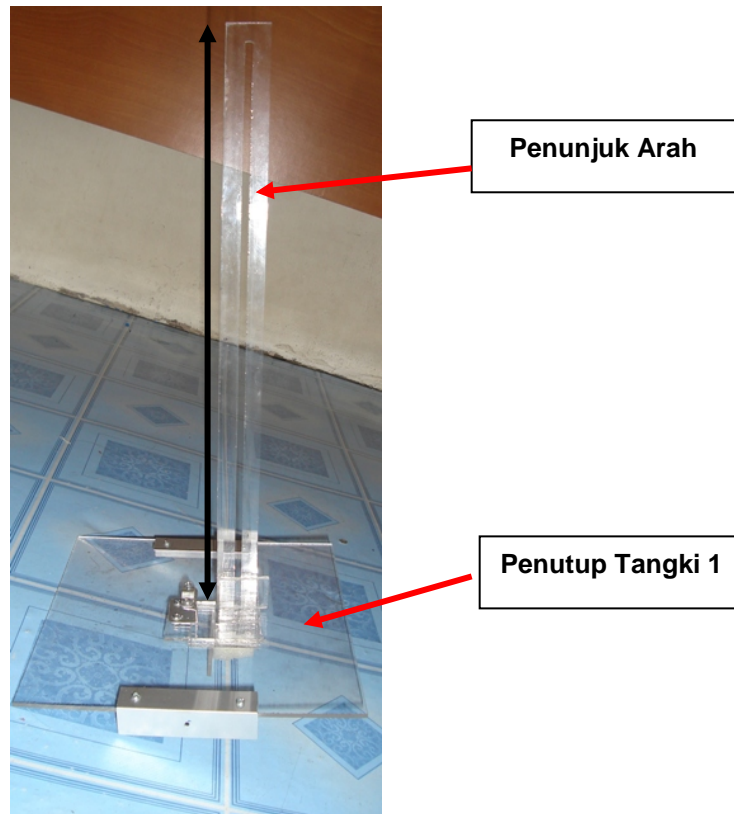
Kebiasaannya, pengguna industri inginkan pengesan yang dapat memberikan bacaan yang tepat pada setiap senggat. Dengan penggunaan pengesan jenis ini, dapat diyakinkan bahawa nilai yang dikehendaki dapat diperolehi dengan jayanya kerana pembilang memberikan bacaan yang tepat bergantung kepada kehendak pengguna.

Untuk memastikan penanda aras sentiasa bergerak mengikut landasan yang betul tanpa tersasar, penunjuk arah yang diperbuat dari bahan yang sama dengan tangki digunakan. Penggunaan penunjuk aras ini juga membantu suis *proximity* mengesan penanda aras dengan cekap dan baik. Rajah 3.5 menunjukkan binaan penanda aras serta jarak antara senggat. Rajah 3.6 pula menunjukkan kedudukan suis *proximity* pada penutup tangki 1 manakala rajah 3.7 menunjukkan binaan penunjuk arah yang juga diletakkan pada penutup tangki.



Rajah 3.5: Binaan pegasan paras

Rajah 3.6: Kedudukan penanda aras dan suis *proximity*



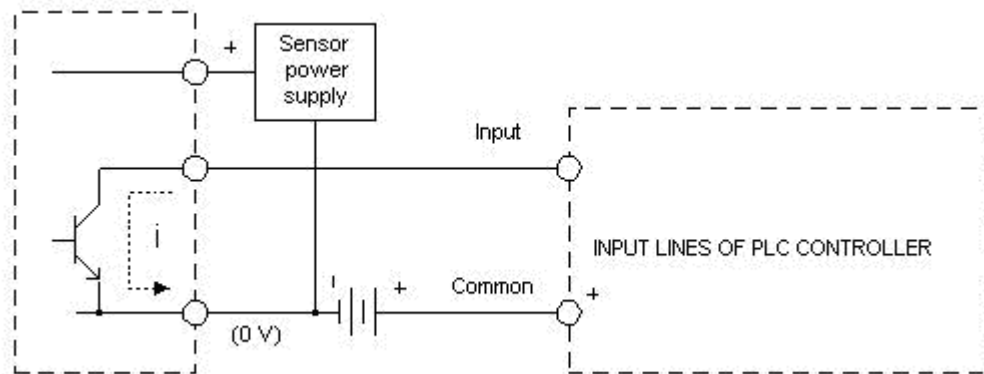
Rajah 3.7: Kedudukan Penunjuk Arah yang terletak pada penutup tangki 1

### 3.1.4 Suis *Proximity*

Peranti yang menerima isyarat daripada penanda aras dan seterusnya menghantar kepada pembilang dalam PLC adalah suis *proximity*. Suis ini adalah dari Model OMRON E2E-CR8C1 yang mana dapat mengesan objek yang diperbuat daripada besi, aluminium dan lain-lain lagi yang berkaitan. Rajah 3.8 menunjukkan keadaan fizikal suis *proximity*.



Rajah 3.8: Suis *proximity*



Rajah 3.9 : Penyambungan suis *proximity* dan PLC [10]

Penyambungan yang betul juga memainkan peranan yang penting. Rajah 3.9 menunjukkan cara penyambungan suis *proximity* terhadap PLC.

Suis *proximity* digunakan untuk mengesan objek metalik atau objek berunsur besi. Oleh sebab itu, penanda aras yang digunakan adalah dari jenis aluminium. Ia berfungsi berasaskan kepada teori elektromagnetik .

Antara ciri-ciri suis *proximity*:

- Ideal untuk aplikasi yang pelbagai
- Mempunyai penghubung (*connector*)
- Mempunyai lampu indikasi.



### 3.2 Pengawal Logik Aturcara (PLC)

Elemen yang paling penting dalam penghasilan sistem ini adalah Pengawal Logik Aturcara (PLC). Pengawal ini berfungsi untuk mengawal keseluruhan perjalanan sistem kawalan paras air.

Untuk projek ini, Pengawal Logik Aturcara (PLC) yang digunakan adalah dari jenis OMRON, model CPM1A. Pengawal ini bersaiz kecil dimana dikelaskan dalam kategori mikro. Pengawal jenis direka untuk kerja atau tujuan yang mudah dan memperuntukkan ruang yang kecil [11].

Kebiasaannya, sistem yang melibatkan kawalan proses akan menggunakan beberapa kumpulan perkakasan elektronik yang mana akan membekalkan kestabilan, ketepatan, dan menghapuskan data-data yang tidak diperlukan. Tetapi untuk bergerak seiring dengan kepantasan teknologi yang berkembang pesat, banyak operasi yang memerlukan pensuisan yang cepat dan pantas.

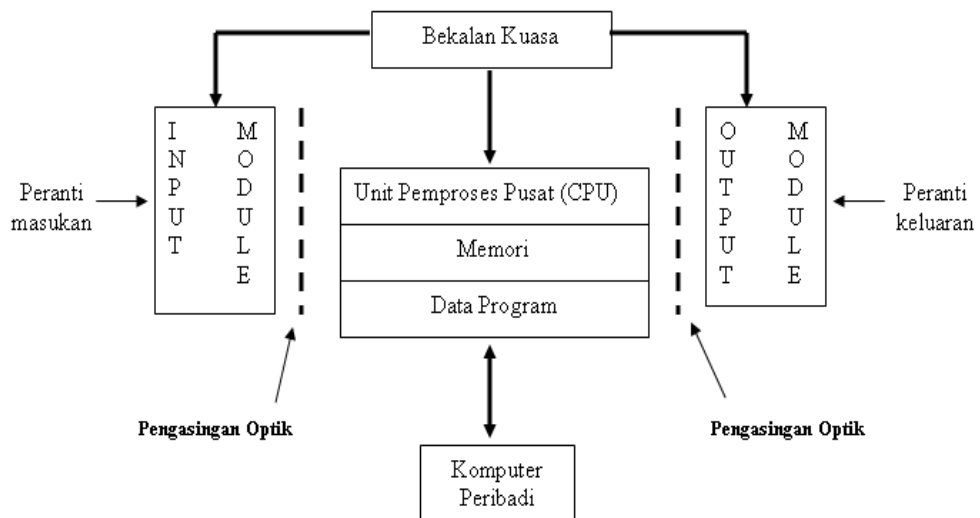
Dalam sistem automasi, pengawal PLC biasanya menjadi pusat kepada sistem kawalan sesuatu proses. Dengan kuupayaan menyimpan memori, PLC akan bekerja secara berterusan dengan cara menerima isyarat masukan daripada peranti masukan tertentu.

Pengawal logik aturcara (PLC) adalah komputer khas yang digunakan untuk mengawal mesin dan proses. Ia menggunakan memori aturcara untuk menyimpan arahan dan fungsi yang spesifik dimana termasuk kawalan “*on-off*”, pemasa, pembilang, aritmetik dan pengawal data. Rekabentuk PLC adalah sama secara asas berbanding beberapa jenis PLC. Amnya, PLC adalah kumpulan beberapa elemen digital *solid-state* yang direka untuk membuat keputusan yang logik dan menyediakan keluaran [12].

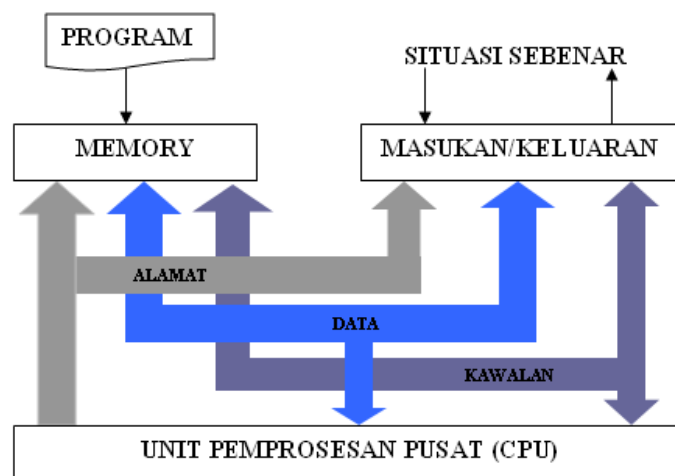
Rajah 3.10 dan rajah 3.11 menunjukkan gambarajah blok bahagian dalaman dan bahagian struktur PLC

### 3.2.1 Kelebihan Penggunaan PLC

- Saiz fizikal yang kecil berbanding pendawaian penuh (*hardwire*)
- Mudah dan cepat untuk membuat sebarang perubahan pada program
- Aplikasi mudah untuk didokumentasi
- Masa untuk membetulkan kesalahan adalah singkat



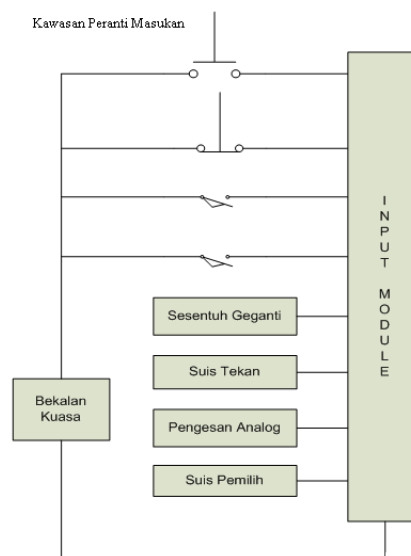
Rajah 3.10: Bahagian dalam PLC [12]



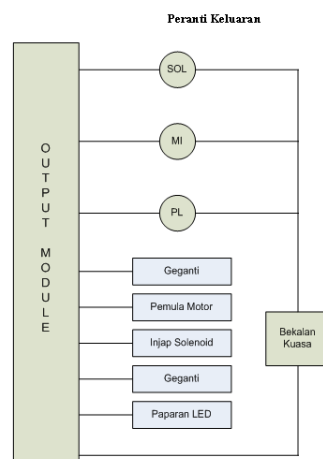
Rajah 3.11: Bahagian struktur PLC [12]

### 3.2.2 Bahasa Pengaturcaraan (Rajah Tangga-Ladder Diagram)

Rajah logik tangga adalah salah satu cara untuk melukis litar logik skematik. Bahasa jenis ini merupakan jenis yang paling popular dikalangan pembuat PLC di seluruh dunia. Rajah tangga huruf dan simbol grafik untuk menggambarkan keluaran.[12]. Untuk projek ini, rajah tangga digunakan kerana mudah dan cepat. Untuk lebih memahami, rajah 3.12 menunjukkan modul masukan untuk PLC di mana beberapa peranti seperti suis digunakan. Rajah 3.13 pula menunjukkan modul keluaran yang menggunakan lampu sebagai contoh.



Rajah 3.12: Modul Masukan



Rajah 3.13: Modul Keluaran

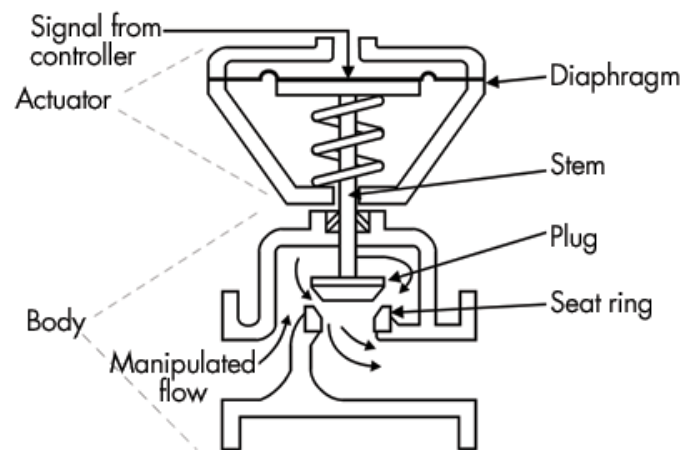
### 3.3 Injap 2-Hala

Injap 2-hala yang digunakan dalam projek ini berfungsi untuk membenarkan air keluar daripada tangki utama (*Tank 1*). Injap hanya akan berfungsi apabila bekalan kuasa dibekalkan. Ia menggunakan konsep elektromagnetik. Apabila bekalan kuasa dibekalkan, spring utama di dalam injap akan menarik diaphragm dan diterusnya air akan mengalir melalui injap [5].

Kebiasaannya, injap yang digunakan dalam industri terbahagi kepada dua iaitu injap 2-hala dan injap kawalan. Tetapi untuk projek ini, injap kawalan tidak akan dibincangkan. Injap 2-hala digunakan untuk operasi “on-off” atau dengan kata lain untuk operasi yang pantas dan tidak memerlukan jumlah cecair yang spesifik. Peranti yang bertindak menyekat dan membenarkan aliran cecair dinamakan sebagai diaphragm dan ditunjukkan dalam rajah 3.14 di bawah. Manakala struktur fizikal dalaman serta cara kerja injap ditunjukkan dalam rajah 3.15



Rajah 3.14: Diaphragm

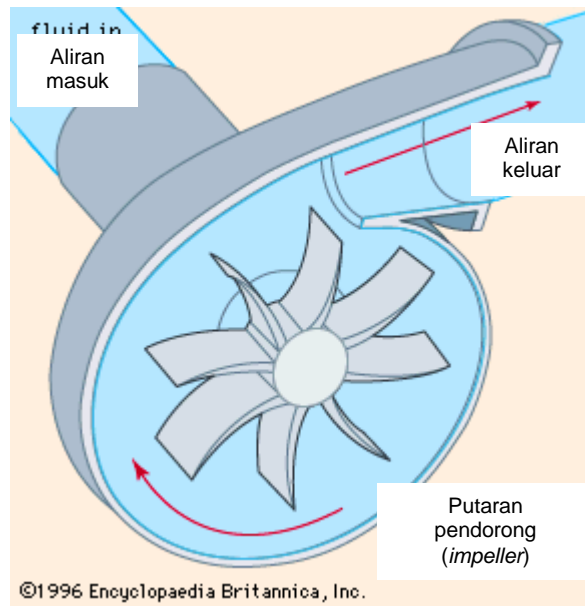


Rajah 3.15: Prinsip kerja Injap kawalan [5]

### 3.4 Pam

Pam adalah peranti yang digunakan untuk mengalirkan cecair atau pepejal separa cecair. Pam akan mengalirkan cecair dari kawasan bertekanan rendah kepada yang lebih tinggi. “Pam bekerja melalui tenaga mekanikal untuk menolak bahan sama ada secara menolak secara fizikal ataupun secara memberi tekanan [8].

Pam sentrifugal akan menukarkan tenaga mekanikal kepada tenaga hidrolik melalui tenaga *centripetal* di dalam cecair. Biasanya, pendorong yang berputar akan meningkatkan halaju pergerakan cecair. Kelebihan pam jenis ini adalah kelajuan pam dapat dikawal. Rajah 3.16 menunjukkan prinsip kerja pam sentrifugal yang terdiri daripada bilah yang berputar.



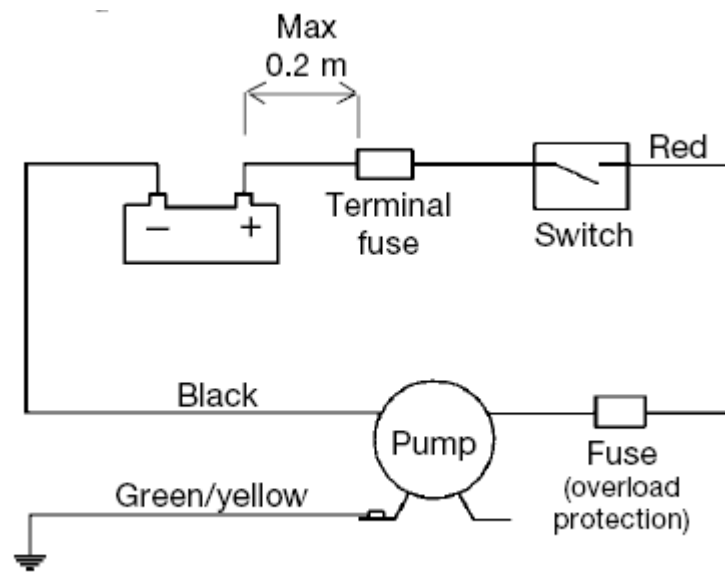
Rajah 3.16: Prinsip kerja pam

Dalam projek ini, perkakasan pam yang akan digunakan adalah dari jenis pam motor arus ulang alik. Tujuan utama penggunaan pam jenis ini adalah kerana kepelbagaian aplikasi pam. Pam ini juga boleh digunakan untuk aktiviti jangka panjang seperti menyedut air perigi, penyiraman tanaman dan sebagainya.

Antara faktor lain adalah saiz paip yang akan digunakan adalah kecil iaitu berdiameter 15milimeter. Jadi, penggunaan pam kecil amat bersesuaian tambahan pula perkakasan yang akan dibina merupakan model. Rajah 3.17 menunjukkan keadaan fizikal pam yang dijana oleh motor arus ulang-alik. Rajah 3.18 pula menunjukkan cara penyambungan yang betul serta penggunaan pelindung litar untuk memastikan jangka hayat pam yang lama.



Rajah 3.17: Pam yang dijana oleh motor



Rajah 3.18: Contoh sambungan motor

### 3.5 Komunikasi Antaramuka (*Interfacing*)

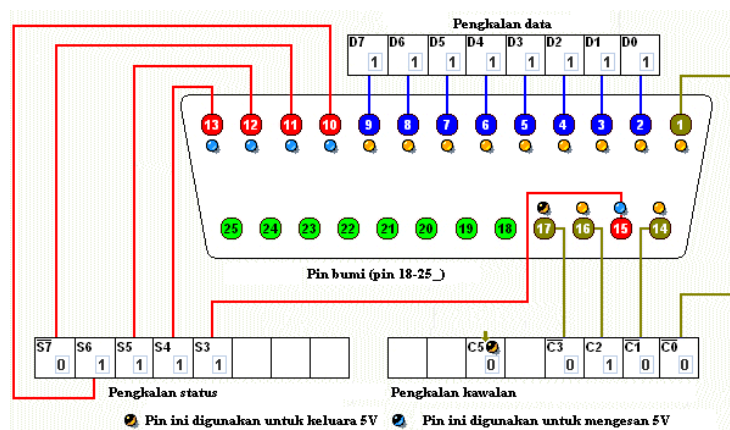
Untuk menjalankan komunikasi antaramuka antara perisian dan perkakasan, komputer biasanya dilengkapi dengan pengkalan selari dan pengkalan sesiri. Untuk sistem ini, pengkalan selari diadaptasi sebagai satu kaedah antaramuka. Keadaan fizikal pengkalan selari yang terletak pada komputer ditunjukkan dalam rajah 3.19. Manakala rajah 3.20 menunjukkan fungsi-fungsi pin pengkalan selari.



Rajah 3.19: Pengkalan selari

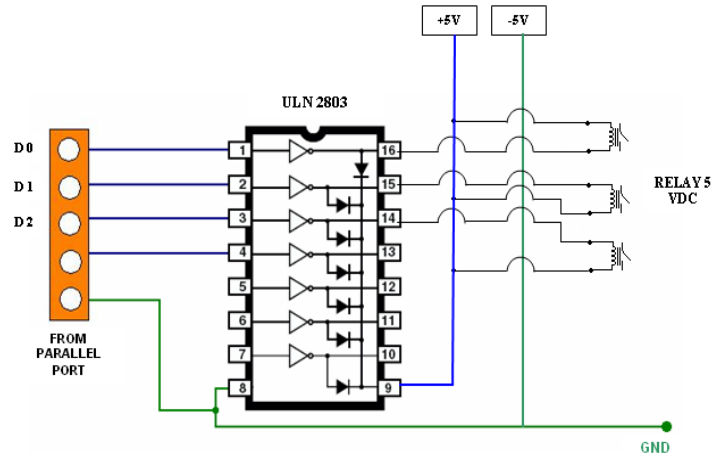
Pengkalan selari mempunyai 25 pin yang terdiri daripada:

- ❖ Pin 2 hingga pin 9 = Pengkalan Data
- ❖ Pin 10, 11, 12, 13, 15 = Pengkalan Status
- ❖ Pin 1, 14, 16, 17 = Pengkalan Kawalan
- ❖ Pin 18 hingga 25 = Pin Bumi (*ground*)



Rajah 3.20: Pin pengkalan selari





Rajah 3.21: Litar luaran dari pengkalan selari

Rajah 3.21 di atas menunjukkan litar luaran yang digunakan untuk menghubungkan PLC dan komputer. Penghasilan litar luaran untuk tujuan antaramuka adalah berkonsepkan penghantaran data untuk mengaktifkan gelung geganti dan seterusnya sesentuh gelung akan mengaktifkan pula sesentuh PLC. Semua program yang dihantar kepada litar tersebut diprogramkan dalam perisian Visual Basic 6.0.

## **BAB 4**

### **KAEDAH PERLAKSANAAN PROJEK (METODOLOGI)**

#### **4.1 Perjalanan Keseluruhan Projek**

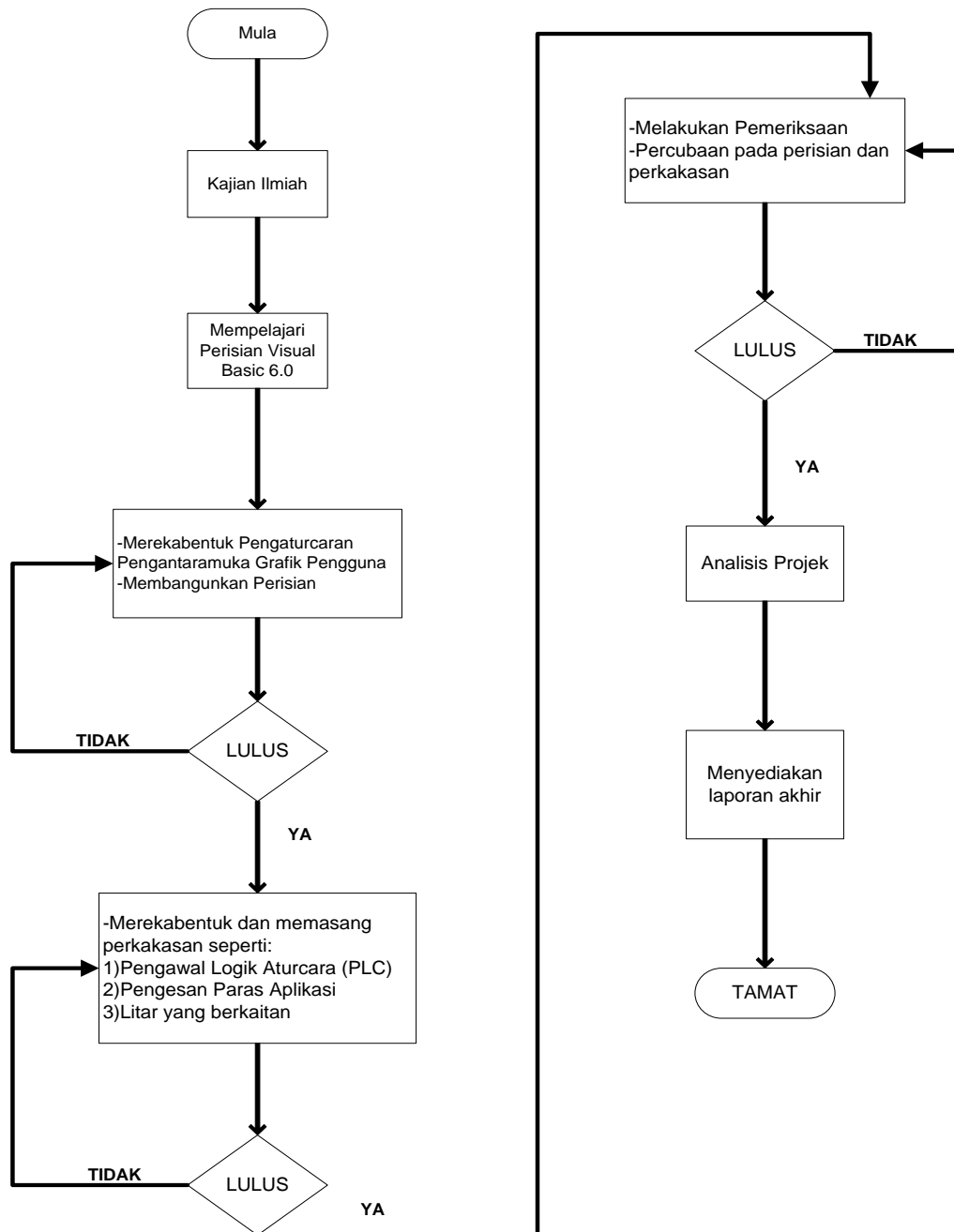
Secara umumnya untuk memulakan projek ini, kajian-kajian ilmiah perlu dilakukan bagi mendapat idea tentang projek yang akan dijalankan. Terdapat beberapa kajian dijalankan seperti dinyatakan dalam bab 2. Setelah membuat kajian ilmiah, idea-idea yang boleh digunakan akan ditambahbaik serta memberi pendapat dalam memastikan projek yang bakal dilaksanakan akan berjalan dengan sempurna.

Untuk projek ini, peringkat permulaan adalah mempelajari perisian Visual Basic 6.0. Ini kerana, perisian merupakan komponen penting dalam menghasilkan grafik antaramuka pengguna. Sistem yang bakal dibangunkan akan membolehkan hubungan masa sebenar (*real time*) antara perkakasan dan perisian. Setelah pembelajaran tentang perisian berjalan lancar, keluaran daripada proses ini akan digunakan untuk menghasilkan perisian tersebut.

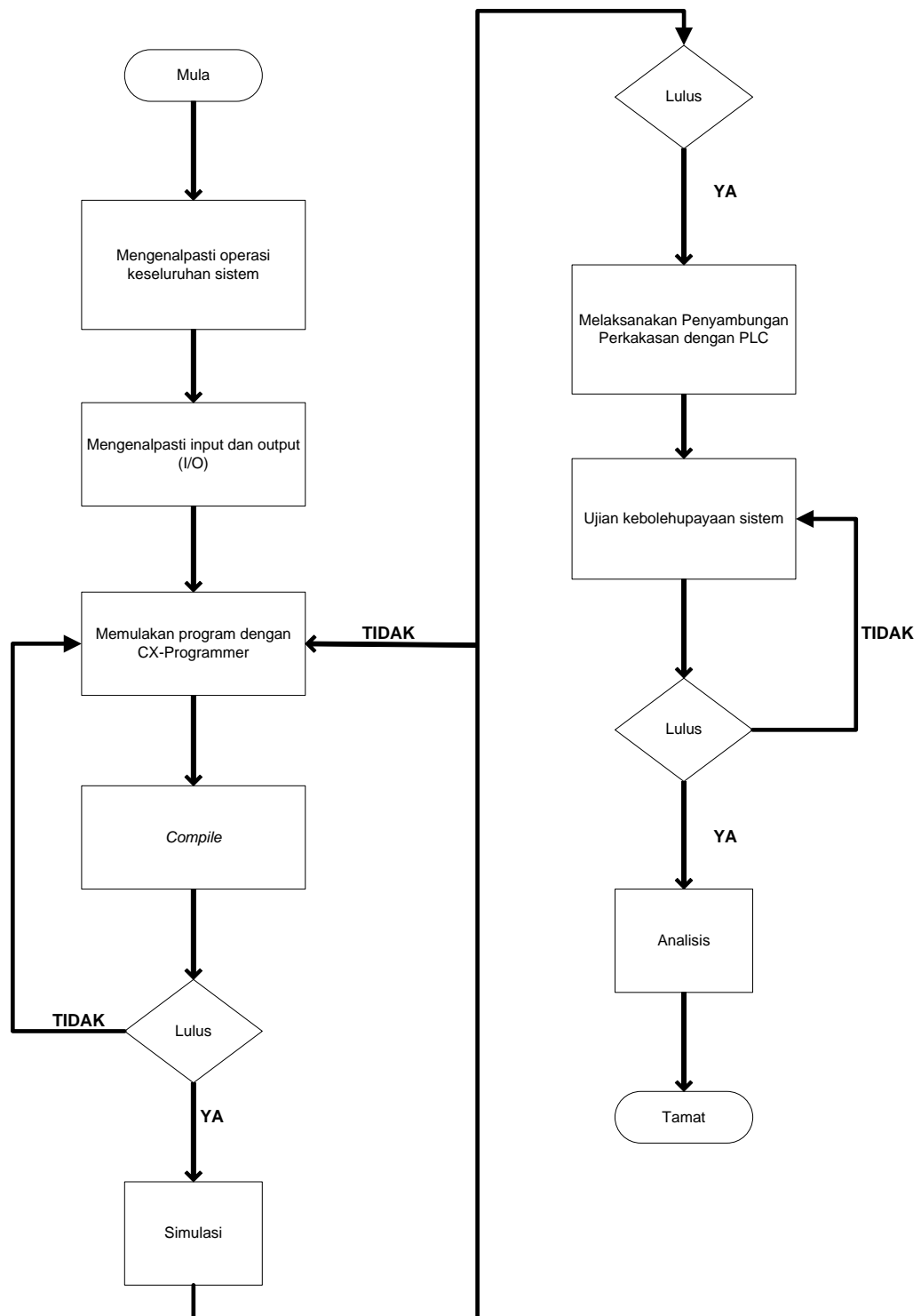
Jika proses di atas berjaya, peringkat seterusnya adalah untuk menghasilkan perkakasan yang terdiri daripada dua buah tangki, sistem paip, pam, injap 2-hala, dan pengesan paras aplikasi pembilang. Keseluruhan sistem akan dihubungkan melalui pengawal logik aturcara (PLC) yang bertindak sebagai medium pengantara.

Seterusnya, sistem akan diuji satu persatu dan sambungan antara perisian dan perkakasan juga akan dibuat serta diuji kebolehharian. Jika keseluruhan sistem berjalan seperti rancangan, analisis akan dibuat dan laporan akhir akan disediakan.

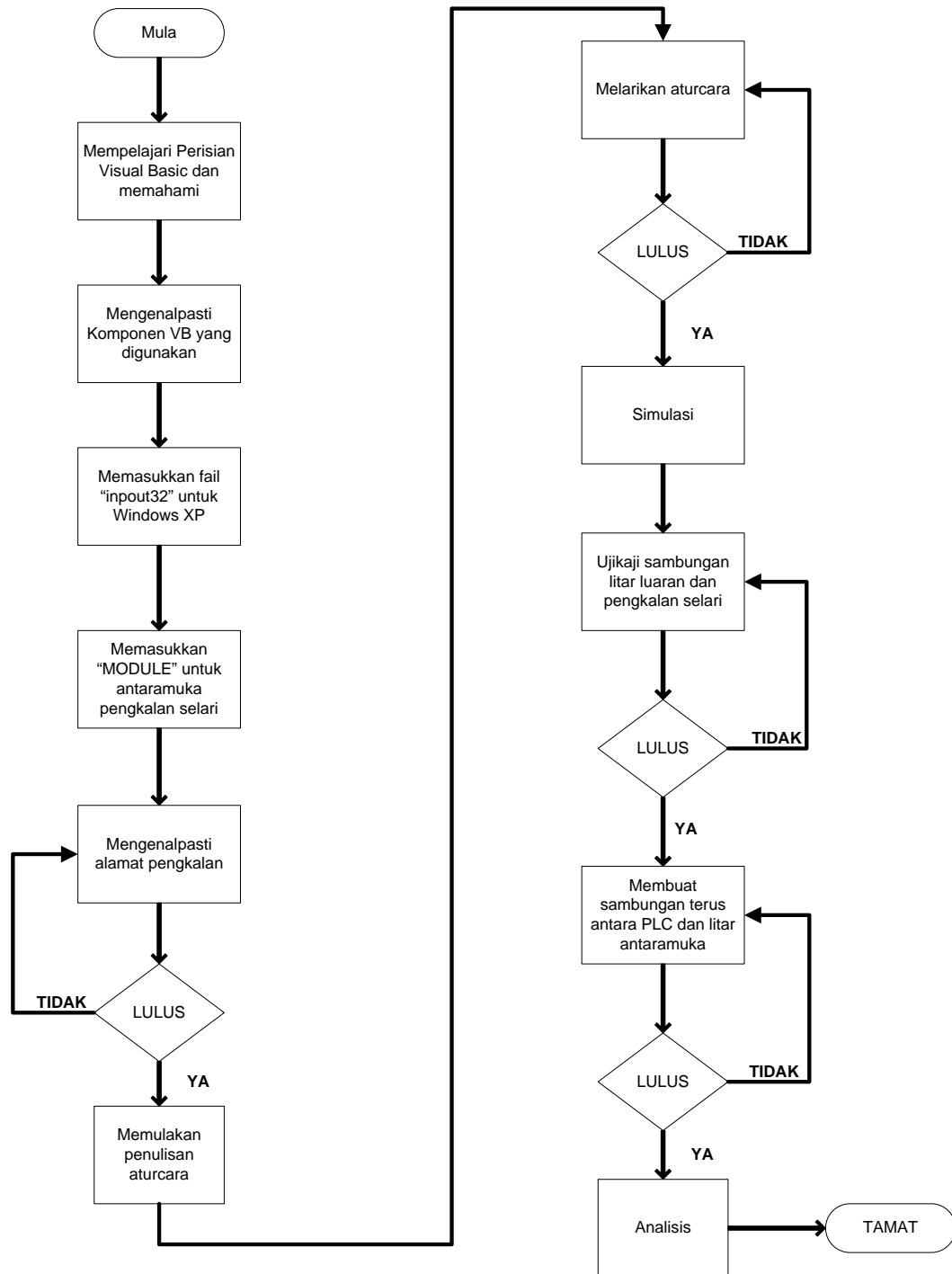
Keseluruhan proses tersebut telah ditunjukkan dalam rajah 4.1 di bawah. Rajah 4.2 pula menunjukkan perjalanan proses menghasilkan aturcara PLC yang dimulakan dengan mengenalpasti operasi keseluruhan sistem dan diakhiri dengan alisisis. Manakala rajah 4.3 menunjukkan proses menghasilkan aturcara perisian Visual Basic 6.0 yang ditulis menggunakan tanpa komponen tambahan.



Rajah 4.1: Carta Alir (perjalanan keseluruhan projek)



Rajah 4.2. Carta alir proses program PLC



Rajah 4.3: Carta alir proses program Visual Basic 6.0

## 4.2 Pelaksanaan Projek

### 4.2.1 Rekabentuk Dan Lukisan

Penghasilan rekabentuk dan lukisan awal amat penting untuk memastikan keseluruhan projek dapat dilaksanakan dengan cemerlang tanpa ada sebarang gangguan. Ia juga dapat membantu proses penghasilan perkakasan berlaku dengan lancar dan bersistematik.

Peringkat pertama adalah menghasilkan keseluruhan lakaran secara kasar. Dan seterusnya mengadaptasi lakaran tersebut di dalam perisian Solid Work 2005. Hasil daripada lakaran menggunakan perisian sedikit sebanyak dapat memberi gambaran keseluruhan sistem kawalan paras air.

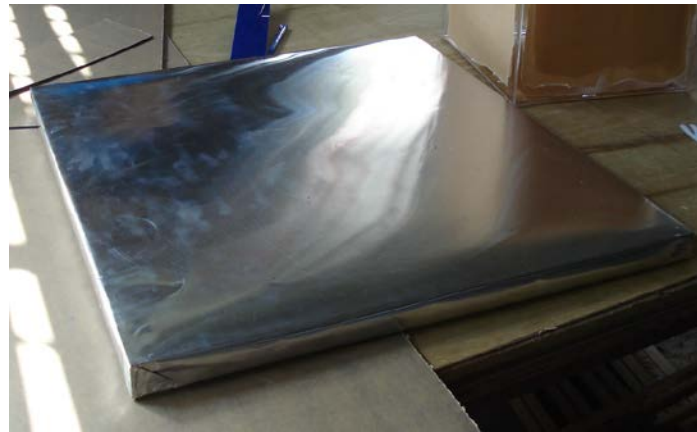
Untuk perkakasan elektrik dan lakaran litar, perkara yang diutamakan adalah mengenalpasti masukan dan keluaran yang akan digunakan untuk projek ini. Proses seterusnya adalah mengenalpasti simbol-simbol yang berkaitan untuk dilukis secara sistematik menggunakan perisian tertentu.

### 4.2.2 Pembangunan dan Pelaksanaan Perkakasan

Pada fasa ini, perkara pertama yang dibuat adalah menghasilkan tapak yang akan menempatkan keseluruhan perkakasan sistem kawalan paras air. Untuk tujuan penjimatan kos, bahan yang digunakan adalah kayu berkualiti. Demi memanjangkan jangka hayat kayu, kepingan aluminium digunakan untuk menghalang air meresap ke dalam kayu. Rajah 4.4 menunjukkan keadaan fizikal tapak yang dihasilkan.

Fasa seterusnya adalah menghasilkan dua buah tangki yang terdiri daripada tangki utama dan tangki takungan bekalan. Bahan yang digunakan adalah *acrylic* lutsinar di mana bahan ini biasanya digunakan untuk menghasilkan akuarium. Pemilihan *acrylic* adalah kerana sifat bahan tersebut yang kukuh dan jangka hayat yang panjang. Gambar tangki telah ditunjukkan dalam rajah 4.5.

Kedudukan tangki 1 adalah lebih tinggi berbanding tangki 2. Oleh itu, sebuah penahan telah dihasilkan bagi menampung tangki 1 yang diperbuat daripada aluminium. Penahan ini juga mampu menampung berat tangki yang diisi penuh air iaitu lapan kilo. Rajah 4.6 menunjukkan penahan yang digunakan untuk menampung tangki 1.



Rajah 4.4: Tapak (*base*)



Rajah 4.5: Tangki takungan



Rajah 4.6: Penahan untuk tangki 1

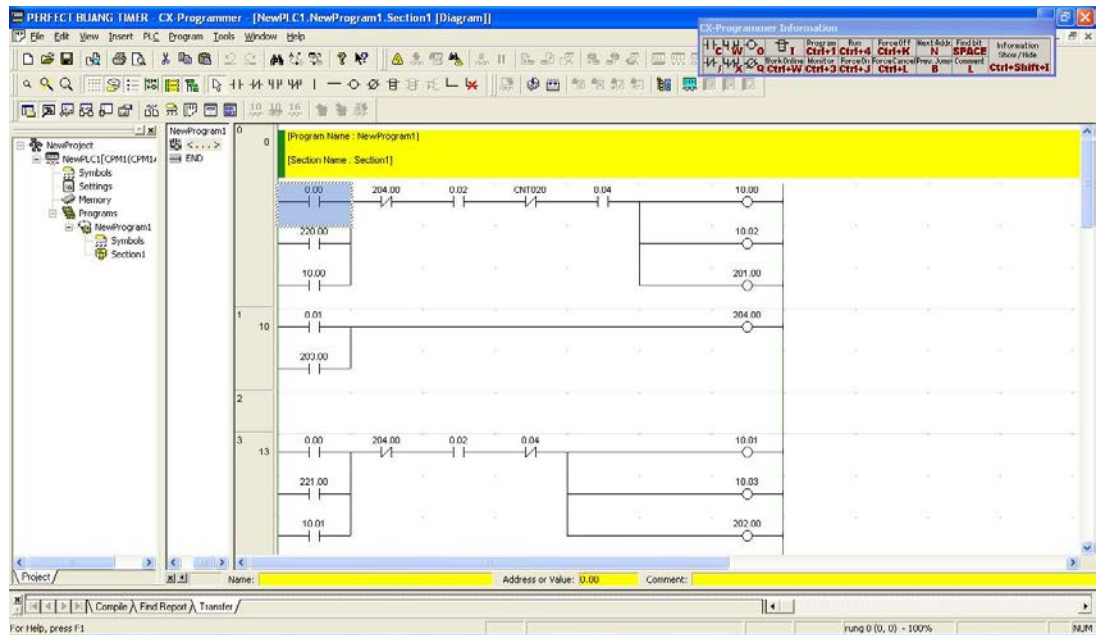
### 4.2.3 Pembangunan dan Pelaksanaan Perisian

#### A Pengawal Logik Aturcara (PLC)

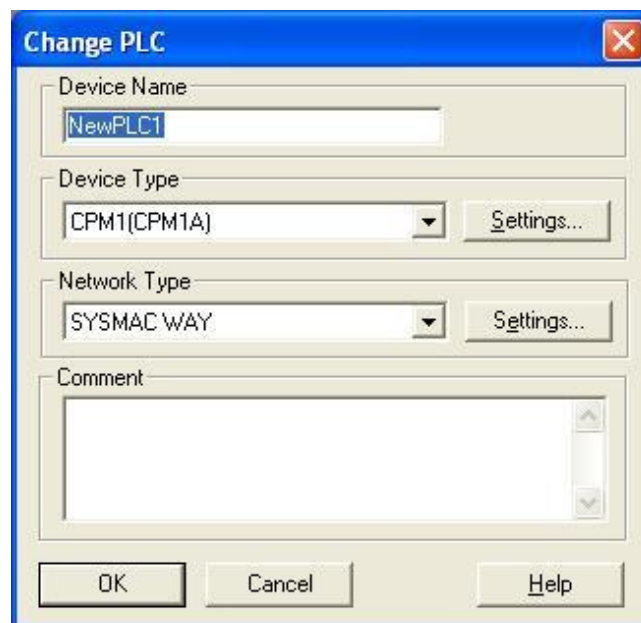
Proses pembangunan dan pelaksanaan perisian adalah melibatkan PLC dan Visual Basic 6.0.

Untuk membuat program PLC, terdapat beberapa bahasa pengantara yang digunakan. Untuk projek ini, bahasa yang digunakan adalah gambarajah tangga (*ladder diagram*). Oleh kerana projek ini menggunakan PLC dari jenis OMRON, perisian yang digunakan adalah *CX-Programmer*. Untuk membolehkan PLC berkomunikasi dengan komputer, kabel antaramuka dari model CIF01 (RS232C) digunakan. Setiap aturcara yang dibuat melalui *CX-Programmer* boleh diuji secara simulasi sebelum dimuatturun kedalam PLC. Dengan cara ini dapat mengenalpasti kesalahan-kesalahan yang terdapat dalam aturcara. Rajah 4.7 menunjukkan paparan perisian *CX-Programmer* manakala rajah 4.8 menunjukkan proses pemilihan PLC yang sesuai.





Rajah 4.7: Paparan CX-Programmer

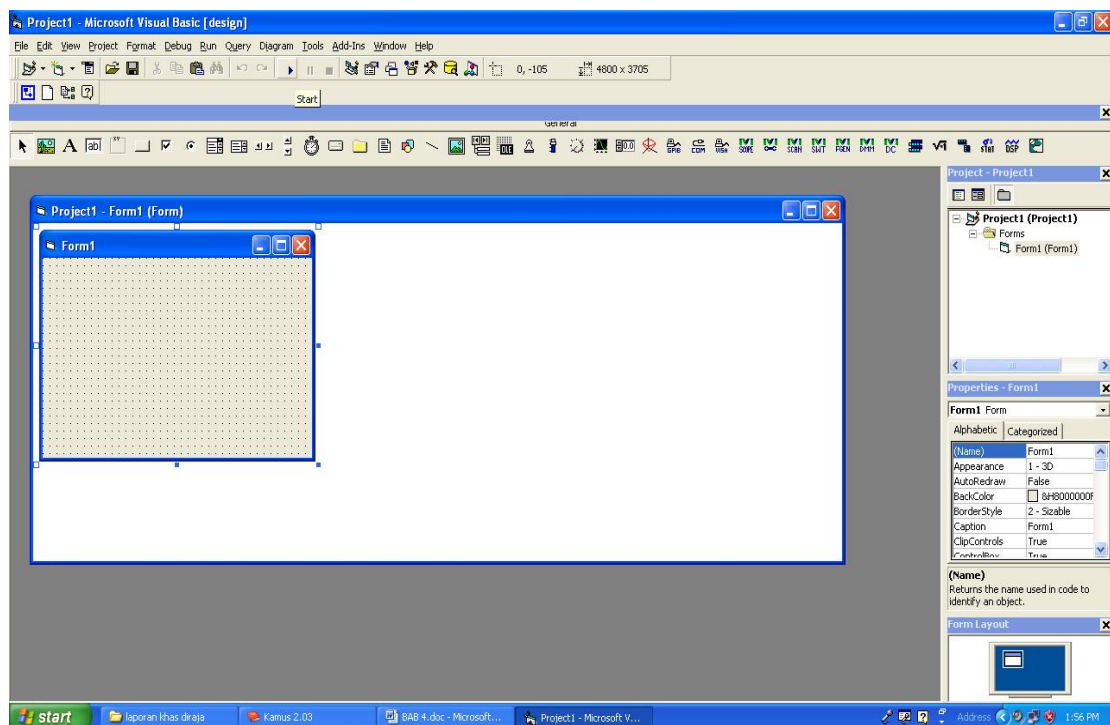


Rajah 4.8: Memastikan jenis PLC yang digunakan

## B Visual Basic 6.0

Untuk menghasilkan paparan grafik pengguna, perisian Visual Basic digunakan. Perisian ini merupakan perisian yang digunakan secara meluas untuk menghasilkan beberapa aturcara termasuk menghasilkan pengkalan data, permainan video, paparan grafik pengguna dan sebagainya [1].

Seperti juga PLC, Visual Basic juga mempunyai bahasa pengaturcaraan iaitu bahasa C. Pengguna mempunyai pilihan sama ada untuk membuat antaramuka melalui pengkalan selari, pengkalan sesiri ataupun melalui pengkalan universal (USB). Untuk aturcara yang dibangunkan ini, pengkalan selari digunakan kerana aturcara yang terlibat lebih mudah. Setiap aturcara yang dibuat juga boleh diuji secara simulasi sebelum membuat pengujian terus kepada litar luaran. Rajah 4.9 di bawah menunjukkan paparan utama perisian Visual Basic 6.0.



Rajah 4.9: Paparan Visual Basic 6.0

## **BAB 5**

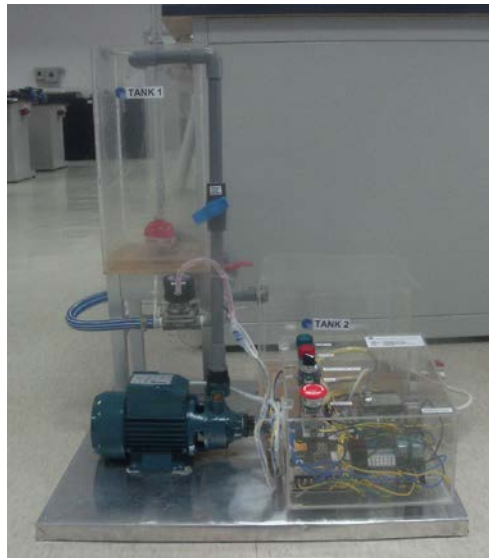
### **KEPUTUSAN**

Dalam bab ini, akan diterangkan dan ditunjukkan tentang aspek pembangunan dan pelaksanaan keseluruhan projek sehingga siap sepenuhnya serta kos yang terlibat.

#### **5.1 Pelaksanaan Perkakasan**

Dari segi pelaksanaan keseluruhan projek, semua perkakasan telah dipasang dan disambung untuk memastikan semua yang dirancang menjadi kenyataan. Gambarajah di bawah ditunjukkan beberapa sudut pandangan sistem kawalan paras air.

Gambaran hasil keseluruhan ditunjukkan dalam bentuk gambarajah. Rajah 5.1 menunjukkan pandangan hadapan keseluruhan sistem kawalan paras air. Rajah 5.2 pula menunjukkan pandangan sisi sistem tersebut. Untuk mengawal kelajuan air secara manual, pengawal kelajuan air digunakan seperti ditunjukkan dalam rajah 5.3. Rajah 5.4 menunjukkan kedudukan injap 2-hala yang berfungsi menyalurkan air keluar. Sistem yang dikawal oleh PLC telah diletakkan secara teratur dan tersusun seperti dalam rajah 5.6.



Rajah 5.1: Pandangan hadapan



Rajah 5.2: Pandangan sisi



Rajah 5.3: Pengawal kelajuan aliran air



Rajah 5.4: Kedudukan pam bermotor



Rajah 5.5: Kedudukan injap 2-hala



Rajah 5.6: Panel kawalan

## 5.2 Pelaksanaan Perisian

Bahagian ini akan merangkumi aturcara PLC dan perisian Visual Basic 6.0, serta kaedah yang digunakan untuk memastikan perisian dan perkakasan dapat dihubungkan dengan baik.

### 5.2.1 Masukan/Keluaran PLC (*I/O Assignment*)

Masukan dan keluaran adalah langkah pertama yang perlu dilakukan untuk mengenalpasti atau pengistiharaan sebelum melaksanakan aturcara PLC. Jadual 5.1 di bawah menunjukkan masukan bagi PLC dan jadual 5.2 menunjukkan keluaran yang terdiri daripada geganti luaran, geganti dalaman, pemasa, dan pembilang yang digunakan dalam projek ini. Jadual 5.3 menunjukkan penggunaan geganti dalaman untuk menjimatkan kos. Komponen penting dalam aturcara ini iaitu pembilang ditunjukkan dalam jadual 5.4.

Jadual 5.1: Masukan untuk PLC

No.	Masukan	Alamat	Komen
1	PB1	0.00	<i>Start Button</i> (Sistem Mula)
2	PB2	0.02	<i>Stop Button</i> (Sistem Henti)
3	E1	0.03	<i>Emergency Button</i> (Kecemasan)
4	S1	0.04	<i>Selector Switch</i> (Pam atau Injap)
5	P1	0.05	<i>Suis proximity</i> (Pembilang)

Jadual 5.2: Keluaran untuk PLC

No.	Keluaran	Alamat	Komen
1	CR1	10.00	Geganti Aktifkan Motor
2	CR2	10.01	Geganti Aktifkan Injap
3	PL1	10.02	Lampu Motor "ON"
4	PL2	10.03	Lampu Injap "ON"

Jadual 5.3: Geganti dalaman

No.	Alamat	Komen
1	200.00	<i>Reset</i> Pembilang
2	201.00	<i>Latching</i> (Penahan)
3	202.00	<i>Latching</i> (Penahan)
4	203.00	<i>Latching</i> (Penahan)
5	204.00	Petunjuk sistem mula

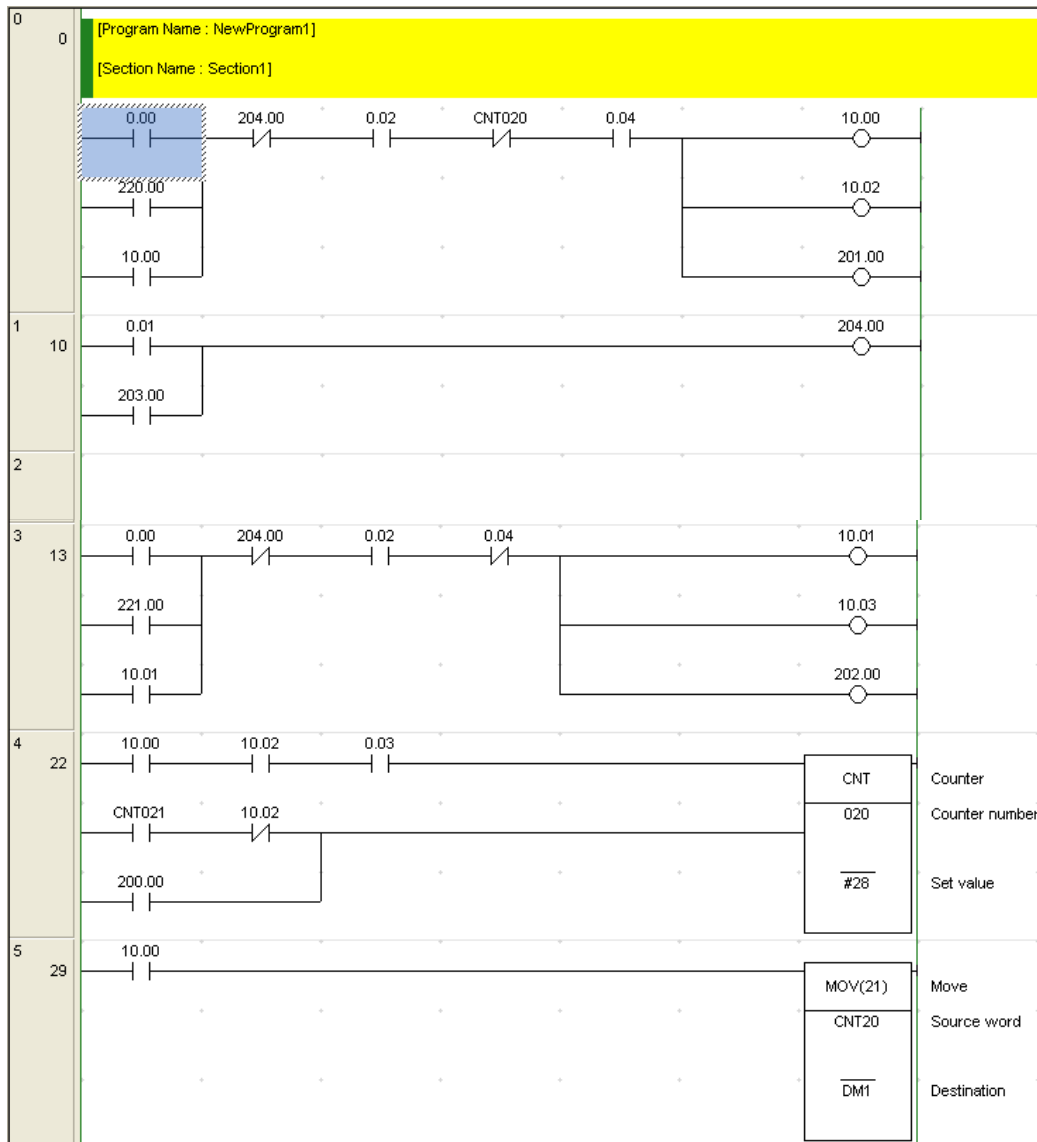
Jadual 5.4: Pembilang

No.	Alamat	Komen
1	CNT020	Pembilang air naik
2	CNT021	Pembilang air turun

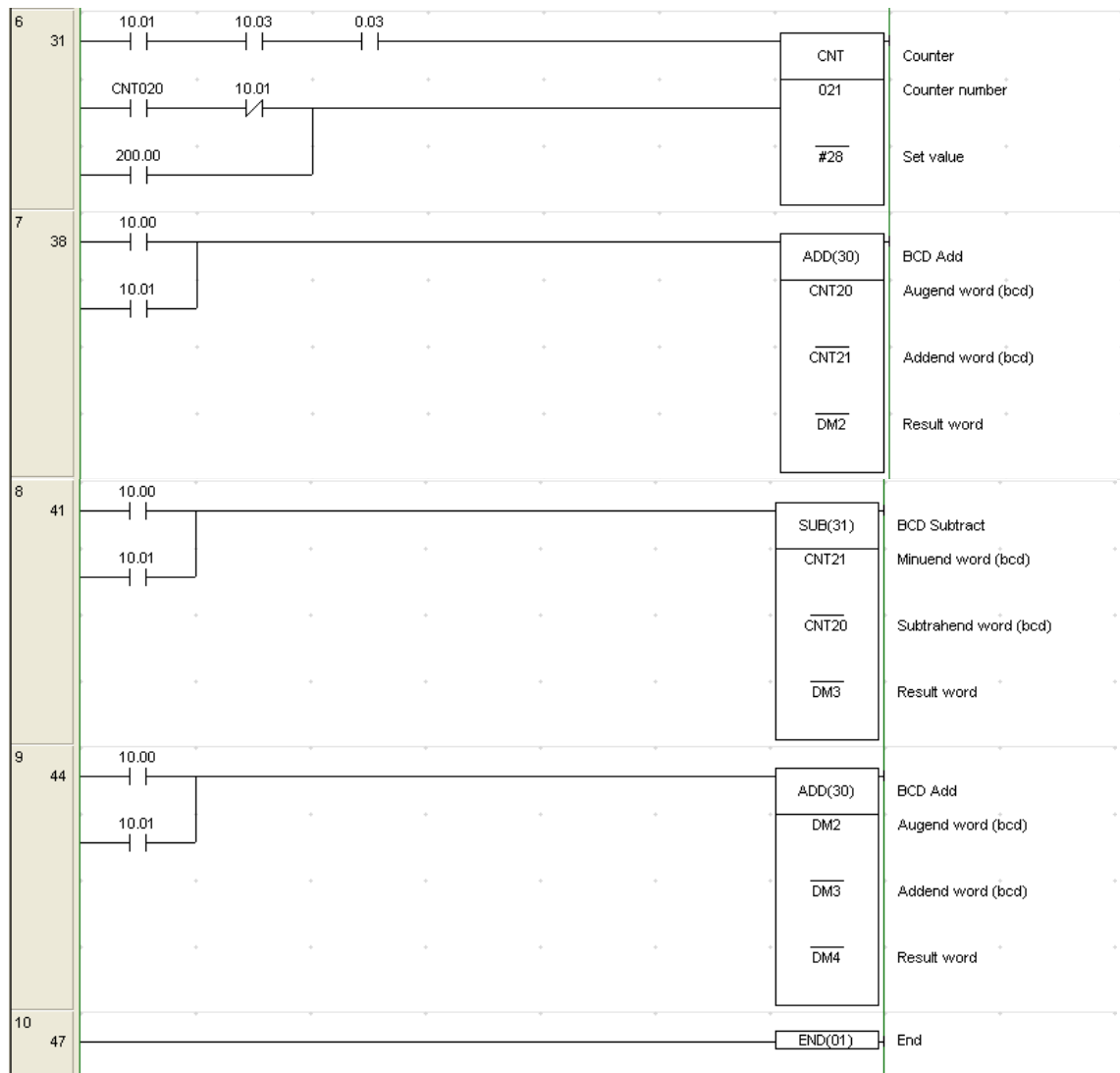
### 5.2.2 Pengaturcaraan PLC

Perisian yang digunakan untuk menjalankan aturcara PLC adalah CX-Programmer. Tetapi terdapat pilihan lain untuk menjalankan aturcara iaitu penggunaan konsol. Untuk projek ini, CX-Programmer digunakan kerana lebih mudah dan mesra pengguna. Semua aturcara yang dibuat perlu dimuatturun kedalam PLC. Perisian ini adalah bersesuaian dengan semua PLC dari jenis OMRON. Di bawah ini ditunjukkan rajah tangga yang dibuat menerusi CX-Programmer. Keseluruhan aturcara yang terlibat dalam sistem ini ditunjukkan dalam rajah 5.7 dan rajah 5.8.





Rajah 5.7: Rajah tangga PLC



Rajah 5.8: Rajah tangga PLC (sambungan dari rajah 5.7)

### 5.2.3 Pengaturcaraan Visual Basic 6.0

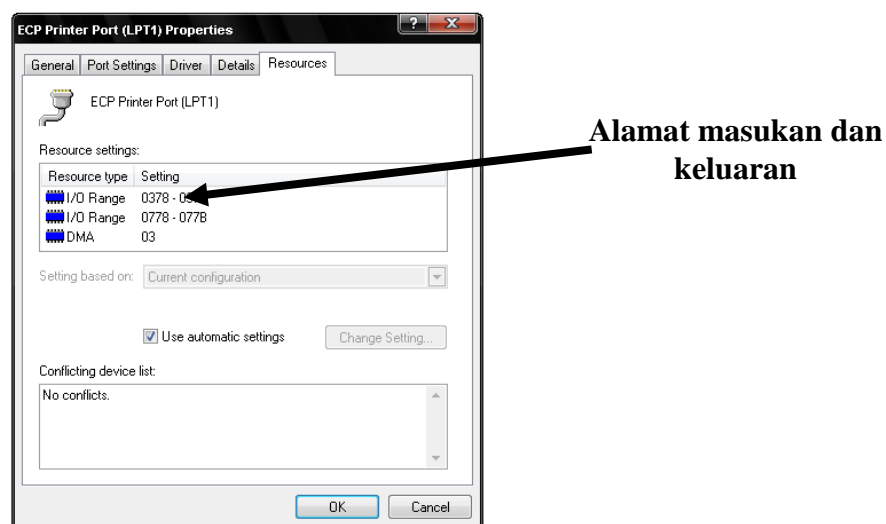
Perlaksanaan paparan grafik pengguna memerlukan penulisan aturcara melalui Visual Basic. Perisian ini akan dilarikan dengan litar luaran yang dibina sebagai pengantara antara PLC dan komputer.

Sebelum memulakan aturcara, alamat pengkalan selari pada komputer perlu dikenalpasti. Di bawah ini dinyatakan cara-cara untuk mendapatkan alamat pengkalan selari.

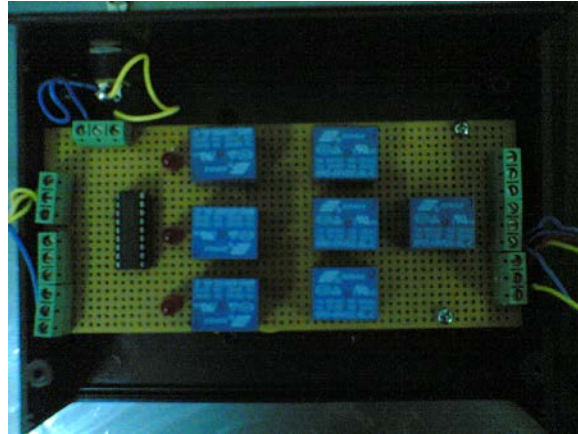
#### 5.2.3.1 Langkah mendapatkan alamat pengkalan selari:

Sebelum aturcara dibuat, alamat pengkalan selari perlu dikenalpasti untuk memastikan data yang akan dihantar adalah tepat. Rajah 5.9 menunjukkan paparan untuk mendapatkan alamat pengkalan selari.

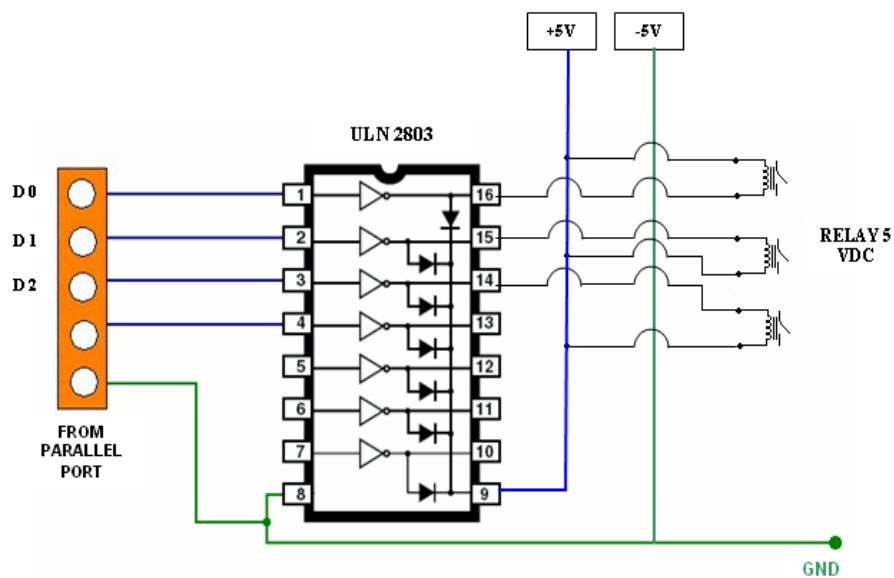
*Settings > Control Panel > System > Hardware > Device Manager > Ports (COM & LPT)*



Rajah 5.9: Proses mendapatkan alamat pengkalan selari



Rajah 5.10: Litar luaran antaramuka



Rajah 5.11: Litar antaramuka pengkalan selari

Rajah 5.10 di atas menunjukkan litar luaran antaramuka yang telah siap terdiri daripada beberapa komponen elektronik seperti geganti 5 VDC dan litar bersepadu model ULN 2803 manakala rajah 5.11 menunjukkan litar luaran antaramuka yang dibuat dan diuji secara simulasi.

### 5.2.3.2 Kod-kod aturcara Visual Basic 6.0 serta Perlaksanaan

#### A. Modules

Dalam projek ini, tiada penggunaan komponen tambahan untuk aturcara yang dibuat. Tetapi, untuk membolehkan perisian ini berinteraksi dengan pengkalan selari, fail “Modules” pengkalan selari perlu digunakan seperti ditunjukkan dalam jadual 5.5. Manakala rajah 5.12 menunjukkan kedudukan Modules dalam perisian Visual Basic 6.0.

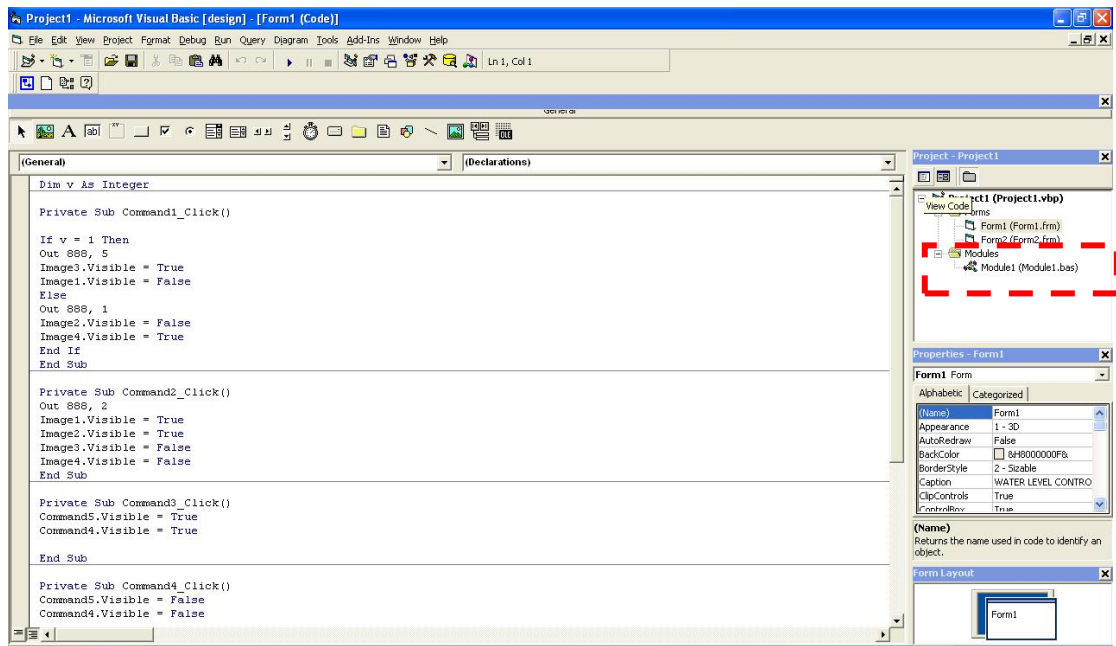
Jadual 5.5: Kod “Modules” pengkalan selari

```
Public Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" _
    (ByVal PortAddress As Integer) _
    As Integer

Public Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" _
    (ByVal PortAddress As Integer, _
    ByVal Value As Integer)

Dim BaseAddress As Integer
Dim d0 As Integer
Dim d1 As Integer
Dim d2 As Integer
Dim d3 As Integer
Dim d4 As Integer
Dim d5 As Integer
Dim d6 As Integer
Dim d7 As Integer
Dim d8 As Integer
Dim myTimer As Integer
Dim countit As Integer
```

Fail ini perlu dimuat turun bagi pengguna Windows Xp



Rajah 5.12: Paparan Visual Basic (Modules)

## B. Kata Laluan (*password*)

Untuk tujuan keselamatan, penggunaan kata laluan diaplikasikan. Pengguna perlu memasukkan kata laluan yang betul sebelum dibenarkan mengakses paparan seterusnya. Kod untuk kata laluan dinyatakan dalam jadual 5.6 di bawah. Setelah aturcara diaktifkan, paran seperti rajah 5.13 akan muncul. Jika kata laluan yang dimasukkan salah paparan seperti dalam rajah 5.14 akan muncul.

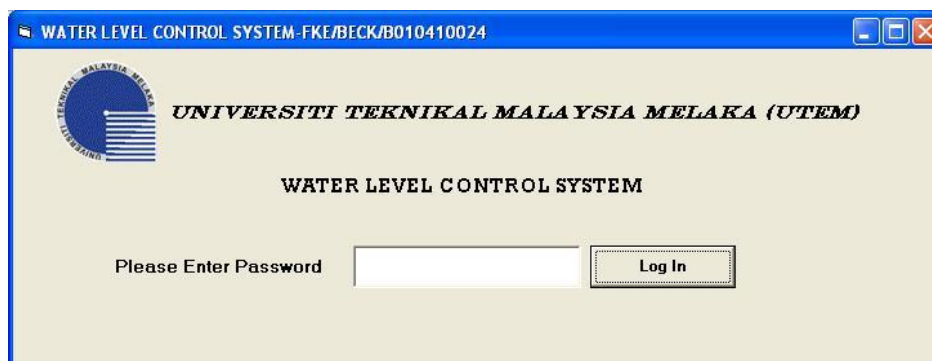
Jadual 5.6: Aturcara kata laluan

```

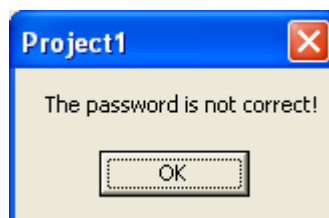
Private Sub Command1_Click()
    If Text1.Text = "abc" then
        Form1.Show
        Form2.Hide
    Else
        MsgBox "The password is not correct!"
    End If
End Sub

```

The code in the table is enclosed in a box. A red box highlights the string "abc" in the condition `If Text1.Text = "abc" then`. An arrow points from a text box labeled "Kata laluan yang betul" to the red box.



Rajah 5.13: Paparan kata laluan



Rajah 5.14: Paparan sekiranya kata laluan salah

## Sistem Kawalan Utama

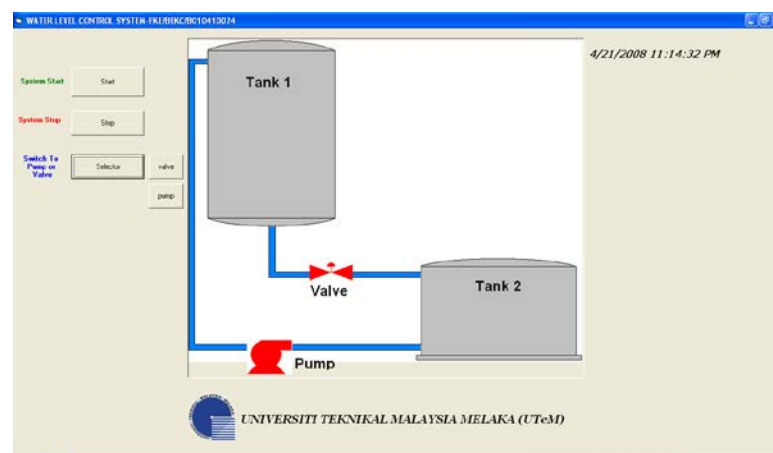
Setelah memasukkan kata laluan yang betul, pengguna akan dibawa ke paparan seterusnya iaitu ruang untuk megawal keseluruhan operasi sistem kawalan paras air. Untuk menjadikan system ini berfungsi pada masa sebenar (*real time*), paparan jam dan tarikh juga disediakan. Jadual 5.7 di bawah menunjukkan aturcara keseluruhan sistem. Rajah 5.15 pula adalah paparan utama sistem kawalan paras air yang digunakan untuk mengawal perkakasan.

Jadual 5.7: Aturcara keseluruhan sistem

Dim v As Integer
<pre>Private Sub Command1_Click()  If v = 1 Then Out 888, 5 Image3.Visible = True Image1.Visible = False Else Out 888, 1 Image2.Visible = False Image4.Visible = True End If End Sub</pre>
<pre>Private Sub Command2_Click() Out 888, 2 Image1.Visible = True Image2.Visible = True Image3.Visible = False Image4.Visible = False End Sub</pre>
<pre>Private Sub Command3_Click() Command5.Visible = True Command4.Visible = True</pre>



End Sub
Private Sub Command4_Click() Command5.Visible = False Command4.Visible = False Out 888, 4 v = 1 End Sub
Private Sub Command5_Click() Command5.Visible = False Command4.Visible = False v = 0 End Sub
Private Sub Picture2_Click()  End Sub
Private Sub Timer1_Timer() lblDateAndTime.Caption = Now End Sub

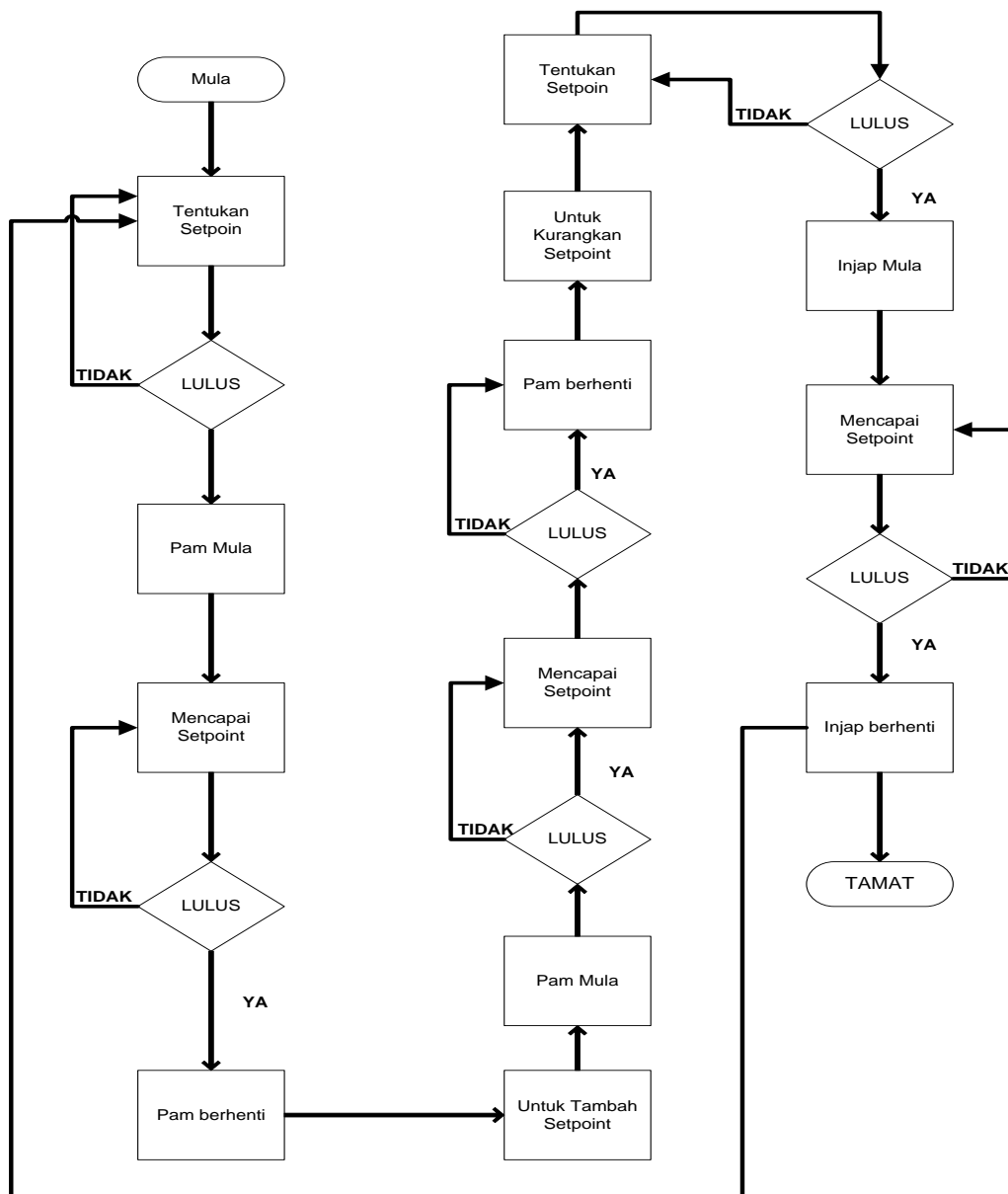


Rajah 5.15: Paparan utama sistem kawalan

← Aturcara paparan jam dan tarikh

### 5.3 Perjalanan Keseluruhan Sistem

Untuk lebih memahami perjalanan sistem kawalan paras air secara lebih terperinci, carta alir telah disediakan seperti dalam rajah 5.16. Carta alir tersebut menerangkan bagaimana memulakan operasi sehingga tamat proses. Jadual 4.8 pula adalah susun atur perjalanan sistem secara berperingkat.



Rajah 5.16: Perjalanan keseluruhan sistem

Jadual 5.8: Perjalanan sistem kawalan paras air

<b>No</b>	<b>Aktiviti</b>	<b>Komen</b>
1	Tentukan Setpoint	Pengguna perlu menentukan takat akhir air
2	Pam mula	Apabila suis hijau ditekan
3	Suis pegas akan berfungsi	Pelampung akan menolak penanda aras
4	Pam berhenti	Apabila mencapai takat akhir
5	Injap mula	Untuk mendapatkan takat akhir yang berkurang.
6	Injap berhenti	Apabila mencapai takat akhir yang baru
7	Penentuan Setpoint	Penentuan melalui CX-Programmer
8	100%	28 pembilang naik
9	50%	14 pembilang naik/turun
10	25% / 75%	7 pembilang naik/turun
11	0%	28 pembilang turun

#### 5.4 Laporan Kewangan

Laporan ini akan menerangkan secara terperinci kos untuk komponen elektrik, elektronik, mekanikal, serta lain bahan yang berkaitan. Jadual 5.9 menerangkan pernyataan kewangan bagi barangan elektrik dan komponen elektronik. Jadual 5.10 menunjukkan pernyataan kewangan bagi komponen mekanikal dan jadual 5.11 menunjukkan pernyataan kewangan keseluruhan projek.

Jadual 5.9: Pernyataan kewangan bagi elektrik dan komponen elektronik

No	Komponen/Perkakasan	Kuantiti	Harga (RM)
1	Pengawal Logik Aturcara (PLC)OMRON CPM1A	1	650.00
2	Kabel Komunikasi RS-232C (OMRON CIF01)	1	450.00
4	Geganti	3	42.00
5	Bekalan kuasa 24 VDC	1	45.00
6	Suis Tekan	2	3.00
7	Suis kecemasan	1	6.50
8	Suis pemilih	1	6.50
9	DIN rail	1meter	8.00
10	Kabal auto saiz 14/0.26	2	28.00
11	<i>Cable Lug</i>	50	10.00
12	Pam bermotor 240 VAC	1	150.00
13	Injap 2-hala	1	200.00
14	Lampu	2	5.00
15	Susi Proximity	1	250.00
	<b>Jumlah</b>		<b>1854.00</b>

Jadual 5.10: Pernyataan kewangan bagi komponen mekanikal

No	Komponen/Perkakasan	Kuantiti	Harga (RM)
1	Plat Aluminium	1	3.50
2	Tangki + Panel Kawalan	3	148.00
4	Paip	2	3.00
5	Penyambung paip	5	10.00
6	Silikon	1	13.00
	<b>Jumlah</b>		<b>177.50</b>

Jadual 5.11: Pernyataan kewangan keseluruhan

No	Penerangan	Harga (RM)
1	Elektrik dan elektronik	1854.00
2	Mekanikal	177.50
	<b>Jumlah</b>	<b>2031.50</b>

## **BAB 6**

### **PERBINCANGAN**

#### **6.1 Perbincangan**

Selepas melaksanakan dan menyiapkan projek sistem kawalan paras air ini, banyak teori dan pengetahuan teknikal diperolehi seperti mekanikal, elektronik, elektrik, kewangan, dan pembangunan perisian. Gabungan kesemua ilmu ini dapat menghasilkan pengetahuan yang kukuh dalam bidang sistem automasi. Dalam proses menyiapkan projek ini, terdapat beberapa masalah yang tidak menepati spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya serta beberapa masalah luar jangkaan yang terpaksa diharungi.

#### **6.2 Penemuan Masalah**

Selepas menyiapkan projek ini, terdapat beberapa masalah utama yang dikenalpasti. Masalah-masalah tersebut telah dibahagikan kepada dua bahagian untuk dibincangkan iaitu elektrikal dan elektronik serta mekanikal.

### 6.2.1 Elektrikal dan elektronik

Masalah utama yang berlaku secara berulang-ulang adalah untuk meletakkan suis proximity pada kedudukan yang betul. Ini berlaku kerana suis proximity yang digunakan mempunyai jarak mengesan terlalu pendek iaitu tiga milimeter (3mm). Kedudukan penanda aras yang sentiasa bergoyang menyebabkan kadar pengesanan terganggu. Penyelesaian kepada masalah ini adalah dengan meletakkan penyerap hentakan pada penanda aras yang diperbuat daripada polistirin lembut. Skru pelaras juga diletakkan pada penanda aras untuk memudahkan pengguna membuat pelarasan sekiranya berlaku gangguan.

Masalah kedua adalah berkaitan dengan pam. Ini kerana pam yang digunakan mempunyai kadar aliran air yang tinggi iaitu 35liter/minit. Untuk model dengan skala yang kecil, kadar aliran tersebut tidak sesuai kerana perjalanan air yang terlalu laju menyukarkan proses pemantauan takat akhir air. Penyelesaian untuk masalah ini adalah dengan memasang pengawal kelajuan air manual (*manual flow control*). Pengawal ini boleh dilaraskan mengikut kesesuaian aplikasi.

Masalah ketiga adalah berkenaan pertembungan antara pembilang naik dan pembilang turun dalam aturcara PLC. Pada peringkat permulaan, ini merupakan masalah utama yang dihadapi berikutan pembilang merupakan nadi utama operasi pengesanan paras aplikasi pembilang. Masalah ini diatasi dengan mengadakan kekunci dalaman atau "*interlock*" dengan menggunakan suis pemilih. Suis ini berfungsi untuk mengelakkan pam dan injap berfungsi secara serentak. Oleh itu, secara tidak langsung pembilang naik dan pembilang turun akan berfungsi secara berasingan.

### 6.2.2 Mekanikal

Dalam projek ini, bahagian mekanikal yang terlibat adalah berkaitan dengan sistem perpaipan dan juga keadaan fizikal tangki. Seperti telah dijangka sejak awal, masalah yang melibatkan sistem perpaipan akan timbul apabila memasuki fasa pengujian keterusan aliran air. Keseluruhan sistem mempunyai sembilan titik sambungan kritikal dimana ia melibatkan penggunaan penyambung paip (*pipe connector*). Tetapi, masalah ini dapat diatasi dengan jayanya setelah membuat beberapa percubaan tanpa sambungan elektrik untuk tujuan keselamatan. Penggunaan gam silikon juga dapat mengatasi masalah ini sehingga 99%.

### 6.3 Cadangan untuk Penambahbaikan

Terdapat beberapa cadangan yang timbul apabila projek ini telah siap. Cadangan-cadangan ini wujud untuk memastikan projek ini dapat memenuhi kehendak semasa yang sering bertambah mengikut peredaran teknologi yang begitu pesat membangun. Cadangan pertama adalah menggunakan pengesan yang menggunakan isyarat analog sebagai masukan seperti pengesan ultrasonik dan radar. Ini kerana pengesan jenis ini dapat memberikan bacaan takat akhir yang lebih pelbagai.

Cadangan kedua adalah menggantikan injap 2-hala dan pam bermotor dengan injap pengawal dan pam kawalan kelajuan. Ini bertujuan untuk mengawal air masuk dan keluar secara automatik tanpa memerlukan kerja yang lebih. Kedua-dua cadangan di atas memerlukan pengawal logik aturcara yang dapat membekalkan isyarat analog sebagai masukan.

Cadangan terakhir adalah menghasilkan paparan grafik pengguna menggunakan perisian yang memang direka khas untuk tujuan ini seperti *Citect SCADA*, *IgSS*, *Winlog*, dan sebagainya. Ini bertujuan mendedahkan pengguna kepada perisian yang menjadi kegunaan industri disamping melatih pengguna menghasilkan sistem grafik seperti dalam industri.



## **BAB 7**

### **KESIMPULAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Setelah menyiapkan sistem kawalan paras air yang terdiri daripada perisian dan perkakasan, saya telah pelajari dan memahami proses untuk menghasilkan sebuah model untuk tujuan pembelajaran dimana kemahiran merancang, bertindak, berfikir secara kritikal, mencari idea, serta menyiapkan kerja secara sistematik dalam tempoh yang diberikan. Dari segi perkakasan, saya telah memahami cara membuat pendawaian, menghasilkan lakaran litar, penyambungan komponen, membuat pengujian dan mengatasi masalah berbangkit. Dari segi perisian, saya telah pelajari dan memahami cara untuk membuat aturcara melalui Visual Basic dan CX-Programmer. Kedua-dua perisian ini memang direka untuk kemudahan pengguna. Cuma kerja kuat dan semangat yang tinggi diperlukan bagi menguasai perisian tersebut.

## RUJUKAN

- [1] Mohd Juzaidin Ab Aziz, *Pengaturcaraan Visual Basic 6.0*, Prentice Hall 2002
- [2] Shahid F.Khalid, *Advanced topics in LabWindows/CVI*, Prentice Hall, 2002
- [3] John Smiley, *Learn To Program With Visual Basic 6*, Active Path, 2003
- [4] David Jung, Lowell Mauer, *Visual Basic Super Bible*, The Waite Group's, 1999
- [5] Endress And Hauser, Process Automation  
<http://www.my.endress.com/>
- [6] Ultrasound Institute  
<http://www.ktu.lt/ultra/ultra1.asp?file=ultra1>
- [7] Wikipedia  
<http://www.wikipedia.org/>
- [8] Johnsonpump Company  
<http://www.johnsonpump.com/>
- [9] Sumber kertas kerja  
<http://www.codeproject.com/>  
<http://www.ieee.com/>
- [10] Programming Manual, SYSMAC CPM1A Programmable Controllers,  
OMRON
- [11] PLC Cable And Wiring Guide, OMRON  
[www.omron-ap.com.my/](http://www.omron-ap.com.my/)
- [12] Frank D.Petruzella, *Programmable Logic Controller Third Edition*, McGraw Hill, 2005

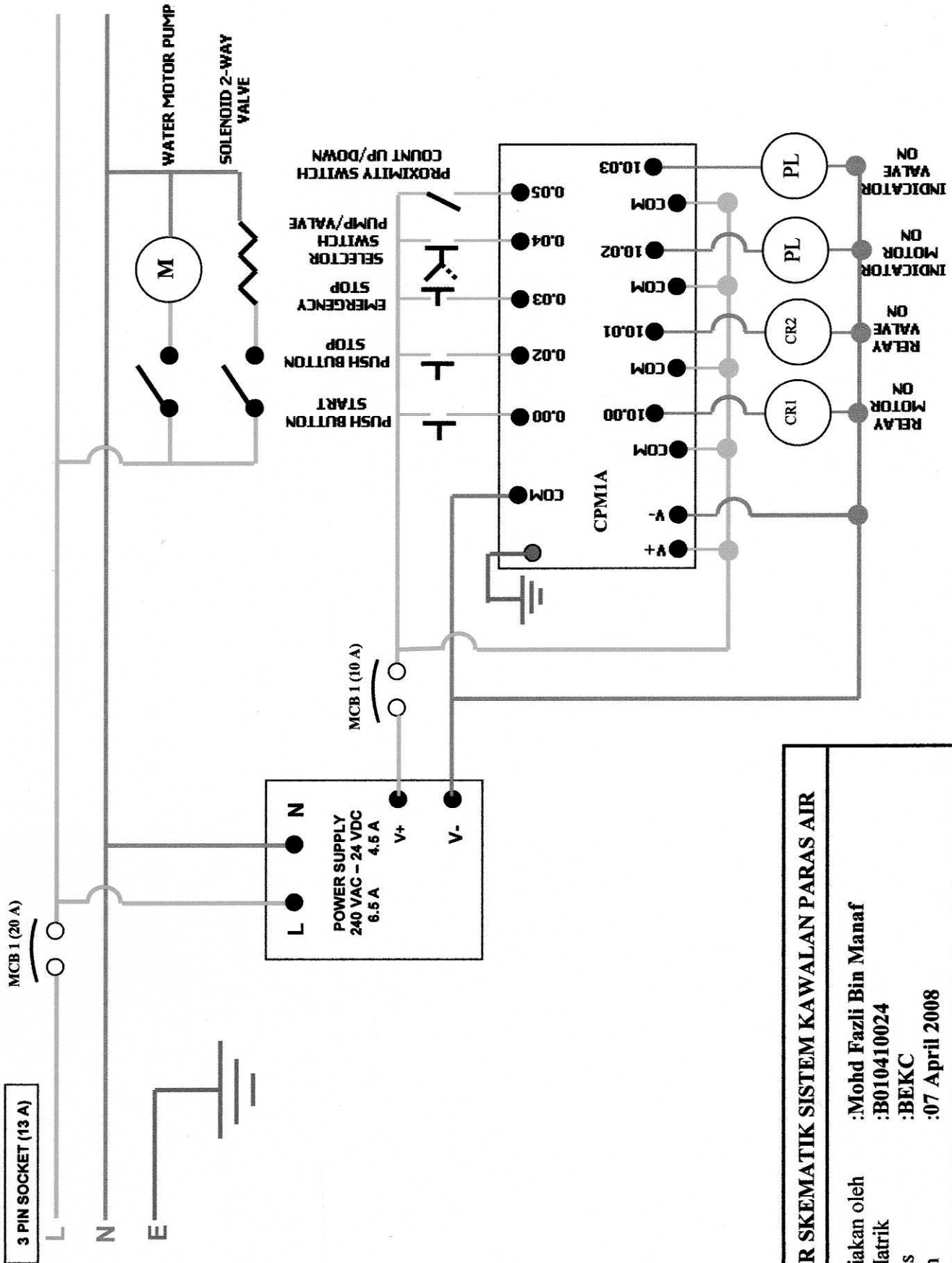
**LAMPIRAN A  
CARTA GANTT**

**PERANCANGAN PROJEK**  
**PROJECT PLANNING**

Senaraikan aktiviti-aktiviti utama bagi projek yang dicadangkan. Nyatakan jangka masa yang diperlukan bagi setiap aktiviti.  
*List major activities involved in the proposed project. Indicate duration of each activity to the related month(s).*

Aktiviti Projek <i>Project's Activities</i>	2007						2008					
	Jul	Ogo	Sep	Okt	Nov	Dis	Jan	Feb	Mac	Apr	Mei	Jun
Kajian Ilmiah												
Mendalami Asas Visual 6.0 (VB 6)												
Membuat persediaan perbentangan untuk PSM 1												
Merekabentuk Pengaturcaraan												
Menghasilkan perkakasan												
Membuat penyambungan												
Membuat pengujian dan percubaan												
Analisis projek												
Laporan akhir												

**LAMPIRAN B**  
**RAJAH SKEMATIK PENDAWAIAN**



**LITAR SKEMATIK SISTEM KAWALAN PARAS AIR**

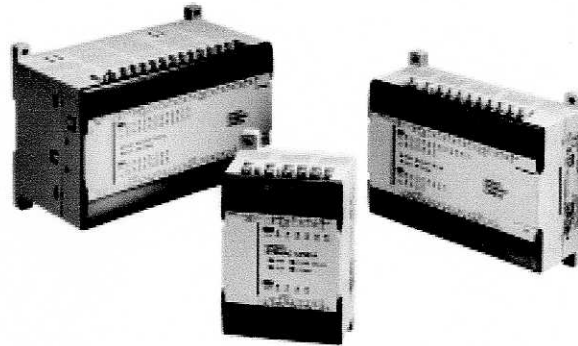
Disediakan oleh : Mohd Fazli Bin Manaf  
 No. Matrik : B010410024  
 Kursus : BEKC  
 Tarikh : 07 April 2008

**LAMPIRAN C**  
**PLC OMRON MODEL CPM1A**

## Micro Programmable Controller

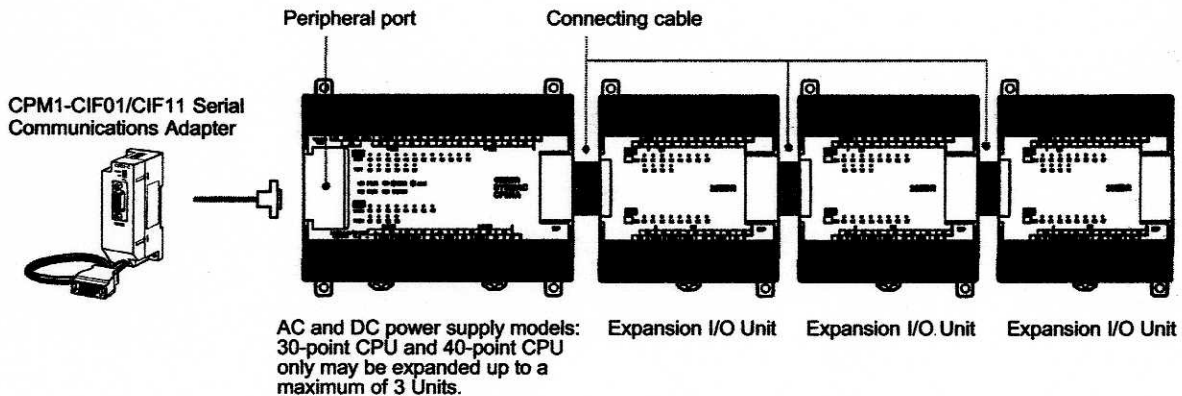
## CPM1A

The CPM1A series micro controllers solve both basic and semi-complex applications. The brick style models include AC inputs/relay outputs, DC inputs/transistor or relay outputs to meet your design requirements. The base I/O for the CPUs ranges from 10, 20, 30, and 40 I/O points with maximum expansion to 100 I/O. Specialized expansion modules include mixed analog I/O, temperature sensor inputs and serial communications



- 10, 20, 30 and 40 point I/O CPUs
- Expandable up to 100 I/O points
- Peripheral communications port built in
- AC or DC input models
- Analog expansion modules available
- Temperature sensor input expansion modules available
- Auxiliary 24 VDC supply (AC type only)
- Relay or Transistor outputs
- UL, CSA, CE approvals

### Basic Configuration








## Ordering Information

### ■ CPU UNITS


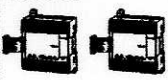

Number of I/O terminals	Inputs	Outputs	Power supply	Part number		
				Relay output	Transistor output	
					Sink type	Source type
10	6 DC points	4 points	AC	CPM1A-10CDR-A	CPM1A-10CDT-A	CPM1A-10CDT1-A
			DC	CPM1A-10CDR-D	CPM1A-10CDT-D	CPM1A-10CDT1-D
20	12 DC points	8 points	AC	CPM1A-20CDR-A	CPM1A-20CDT-A	CPM1A-20CDT1-A
			DC	CPM1A-20CDR-D	CPM1A-20CDT-D	CPM1A-20CDT1-D
30	18 DC points	12 points	AC	CPM1A-30CDR-A	CPM1A-30CDT-A	CPM1A-30CDT1-A
			DC	CPM1A-30CDR-D	CPM1A-30CDT-D	CPM1A-30CDT1-D
40	24 DC points	16 points	AC	CPM1A-40CDR-A	CPM1A-40CDT-A	CPM1A-40CDT1-A
			DC	CPM1A-40CDR-D	CPM1A-40CDT-D	CPM1A-40CDT1-D
20	12 AC points	8 points	AC	CPM1A-20CAR-A	—	—
32	20 AC points	12 points	AC	CPM1A-32CAR-A	—	—

### ■ EXPANSION I/O MODULES

Description	Max. number of modules	Inputs	Outputs	Part number
20 I/O points 12 inputs, 8 outputs 	3 max. (See Note.)	24 VDC	Relays	CPM1A-20EDR
		24 VDC	Sinking transistors	CPM1A-20EDT
		24 VDC	Sourcing transistors	CPM1A-20EDT1
8 inputs 	3 max. (See Note.)	24 VDC	—	CPM1A-8ED
8 outputs 		—	Relays	CPM1A-8ER
		—	Sinking transistors	CPM1A-8ET
		—	Sourcing transistors	CPM1A-8ET1

Note: A maximum of 3 expansion modules can be used with the following CPUs: 30-point and 40-point with DC inputs; 20-point and 32-point with AC inputs.

### ■ DEDICATED I/O MODULES

Description	Max. number of modules	Inputs	Outputs	Part number
Analog I/O Module 2 analog inputs (2 words) 1 analog output (1 word) 	3 max.	2 analog inputs	1 analog output	CPM1A-MAD01
Temperature Sensor Input Modules 	3 max.	2 inputs (Types J and K)	—	CPM1A-TS001
		1 max. (See Note.)	4 inputs (Types J and K)	—
	3 max.	2 inputs (Pt100, JPt100)	—	CPM1A-TS101
		2 inputs (Pt100, JPt100)	1 analog output	CPM1A-TS101-DA
		1 max. (See Note.)	4 inputs (Pt100, JPt100)	—
CompoBus/S I/O Link Module 8 inputs and 8 outputs 	3 max.	8 bits (Inputs from the Master.)	8 bits (Outputs to the Master.)	CPM1A-SRT21
		Flat cable, 4-core, 0.75 mm <sup>2</sup> ; 100 m length		SCA1-4F10
		Twisted pair cable, 2-core, 0.75 mm <sup>2</sup> ; available commercially		Belden #9409 cable

Note: Only one CPM1A-TS002/TS102 Temperature Sensor Input Module can be connected to the CPU. If a CPM1A-TS002/102 is connected to the CPU, only one additional Special I/O Module (other than a CPM1A-TS002/102) or one Expansion I/O Module can be connected to the CPU.

## ■ SUMMARY OF FUNCTION CODES

The following table lists the CPM1A instructions that have fixed function codes. Each instruction is listed by mnemonic and by instruction name. Use the numbers in the leftmost column as the left digit and the number in the column heading as the right digit of the function code.

Left digit	Right digit									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	<b>NOP</b> No operation	<b>END</b> End	<b>IL</b> Interlock	<b>ILC</b> Interlock clear	<b>JMP</b> Jump	<b>JME</b> Jump end	<b>FAL(@)</b> Failure alarm and reset	<b>FALS</b> Severe failure alarm	<b>STEP</b> Step define	<b>SNXT</b> Step start
1	<b>SFT</b> Shift register	<b>KEEP</b> Keep	<b>CNTR</b> Reversible counter	<b>DIFU</b> Differentiate up	<b>DIFD</b> Differentiate down	<b>TIMH</b> High-speed timer	<b>WSFT(@)</b> Word shift	<b>ASFT(@)</b> Asynchronous shift register	---	---
2	<b>CMP</b> Compare	<b>MOV(@)</b> Move	<b>MVN(@)</b> Move not	<b>BIN(@)</b> BCD to binary	<b>BCD(@)</b> Binary to BCD	<b>ASL(@)</b> Shift left	<b>ASR(@)</b> Shift right	<b>ROL(@)</b> Rotate left	<b>ROR(@)</b> Rotate right	<b>COM(@)</b> Complement
3	<b>ADD(@)</b> BCD add	<b>SUB(@)</b> BCD subtract	<b>MUL(@)</b> BCD multiply	<b>DIV(@)</b> BCD divide	<b>ANDW(@)</b> Logical AND	<b>ORW(@)</b> Logical OR	<b>XORW(@)</b> Exclusive OR	<b>XNRW(@)</b> Exclusive NOR	<b>INC(@)</b> Increment	<b>DEC(@)</b> Decrement
4	<b>STC(@)</b> Set carry	<b>CLC(@)</b> Clear carry	---	---	---	---	<b>MSG(@)</b> Message display	---	---	---
5	<b>ADB(@)</b> Binary add	<b>SBB(@)</b> Binary subtract	<b>MLB(@)</b> Binary multiply	<b>DVB(@)</b> Binary divide	<b>ADDL(@)</b> Double BCD add	<b>SUBL(@)</b> Double BCD subtract	<b>MULL(@)</b> Double BCD multiply	<b>DIVL(@)</b> Double BCD divide	---	---
6	<b>CMPL</b> Double compare	<b>INI(@)</b> Mode control	<b>PRV(@)</b> High-speed counter PV read	<b>CTBL(@)</b> Comparison table load	<b>SPED(@)</b> Speed output (See Note)	<b>PULS(@)</b> Set pulses (See Note)	---	<b>BCNT(@)</b> Bit counter	<b>BCMP(@)</b> Block compare	<b>STIM(@)</b> Interval timer
7	<b>XFER(@)</b> Block transfer	<b>BSET(@)</b> Block set	---	<b>XCHG(@)</b> Data exchange	<b>SLD(@)</b> One digit shift left	<b>SRD(@)</b> One digit shift right	<b>MLPX(@)</b> 4-to-16 decoder	<b>DMPX(@)</b> 16-to-4 encoder	<b>SDEC(@)</b> 7-segment decoder	---
8	<b>DIST(@)</b> Single word distribute	<b>COLL(@)</b> Data collect	<b>MOVB(@)</b> Move bit	<b>MOVD(@)</b> Move digit	<b>SFTR(@)</b> Reversible shift register	<b>TCMP(@)</b> Table compare	<b>ASC(@)</b> ASCII convert	---	---	<b>INT(@)</b> Interrupt control
9	---	<b>SBS(@)</b> Subroutine entry	<b>SBN</b> Subroutine define	<b>RET</b> Subroutine return	---	---	---	<b>IORF(@)</b> I/O refresh	---	<b>MCRO(@)</b> Macro

Note: Only for the CPM1A transistor output models.

**NOTE: DIMENSIONS SHOWN ARE IN MILLIMETERS. To convert millimeters to inches divide by 25.4.**

**OMRON**<sup>®</sup>  
OMRON ELECTRONICS LLC  
One East Commerce Drive  
Schaumburg, IL 60173  
**1-800-55-OMRON**

**OMRON CANADA, INC.**  
885 Milner Avenue  
Scarborough, Ontario M1B 5V8  
**416-286-6465**

**LAMPIRAN D**  
**SUIS *PROXIMITY***

# Cylindrical Proximity Sensor E2E/E2E2

## A New Series of Easy-to-use and Tough E2E/E2E2 Models Long-size E2E2 Proximity Sensor Conforms to CENELEC

- Ideal for a variety of applications.
- With a metal connector that can be tightened securely and a cable protector.
- With an easy-to-see indicator, deeper mounting holes, and tightening flats for wrenches.
- The new series of E2E models includes M8 connector models.







### <READ AND UNDERSTAND THIS CATALOG>

Please read and understand this catalog before purchasing the products. Please consult your OMRON representative if you have any questions or comments.

## Ordering Information

### E2E

#### DC 2-wire/Pre-wired Models

Self-diagnostic output function	Size		Sensing distance	Model	
				NO	NC
Yes	Shielded 	M12	3 mm	E2E-X3D1S (See note 1.)	---
		M18	7 mm	E2E-X7D1S (See note 1.)	---
		M30	10 mm	E2E-X10D1S (See note 1.)	---
	Unshielded 	M12	8 mm	E2E-X8MD1S (See note 1.)	---
		M18	14 mm	E2E-X14MD1S (See note 1.)	---
		M30	20 mm	E2E-X20MD1S (See note 1.)	---
No	Shielded 	M8	2 mm	E2E-X2D1-N (See notes 2 and 3.)	E2E-X2D2-N (See note 3.)
		M12	3 mm	E2E-X3D1-N (See notes 1, 2 and 3.)	E2E-X3D2-N (See note 3.)
		M18	7 mm	E2E-X7D1-N (See notes 1, 2 and 3.)	E2E-X7D2-N (See note 3.)
		M30	10 mm	E2E-X10D1-N (See notes 1, 2 and 3.)	E2E-X10D2-N
	Unshielded 	M8	4 mm	E2E-X4MD1 (See notes 2 and 3.)	E2E-X4MD2
		M12	8 mm	E2E-X8MD1 (See notes 1, 2 and 3.)	E2E-X8MD2
		M18	14 mm	E2E-X14MD1 (See notes 1, 2 and 3.)	E2E-X14MD2
		M30	20 mm	E2E-X20MD1 (See notes 1, 2 and 3.)	E2E-X20MD2

**Note 1.** In addition to the above models, E2E-X□□15 models (e.g., E2E-X3D15-N), which are different in frequency from the above models, are available.

**2.** E2E models with a robotics cable are available as well. The model number of a model with a robotics cable has the suffix "-R" (e.g., E2E-X3D1-R).

**3.** Cables with a length of 5 m are also available. Specify the cable length at the end of the model number (e.g., E2E-X3D1-N 5M).

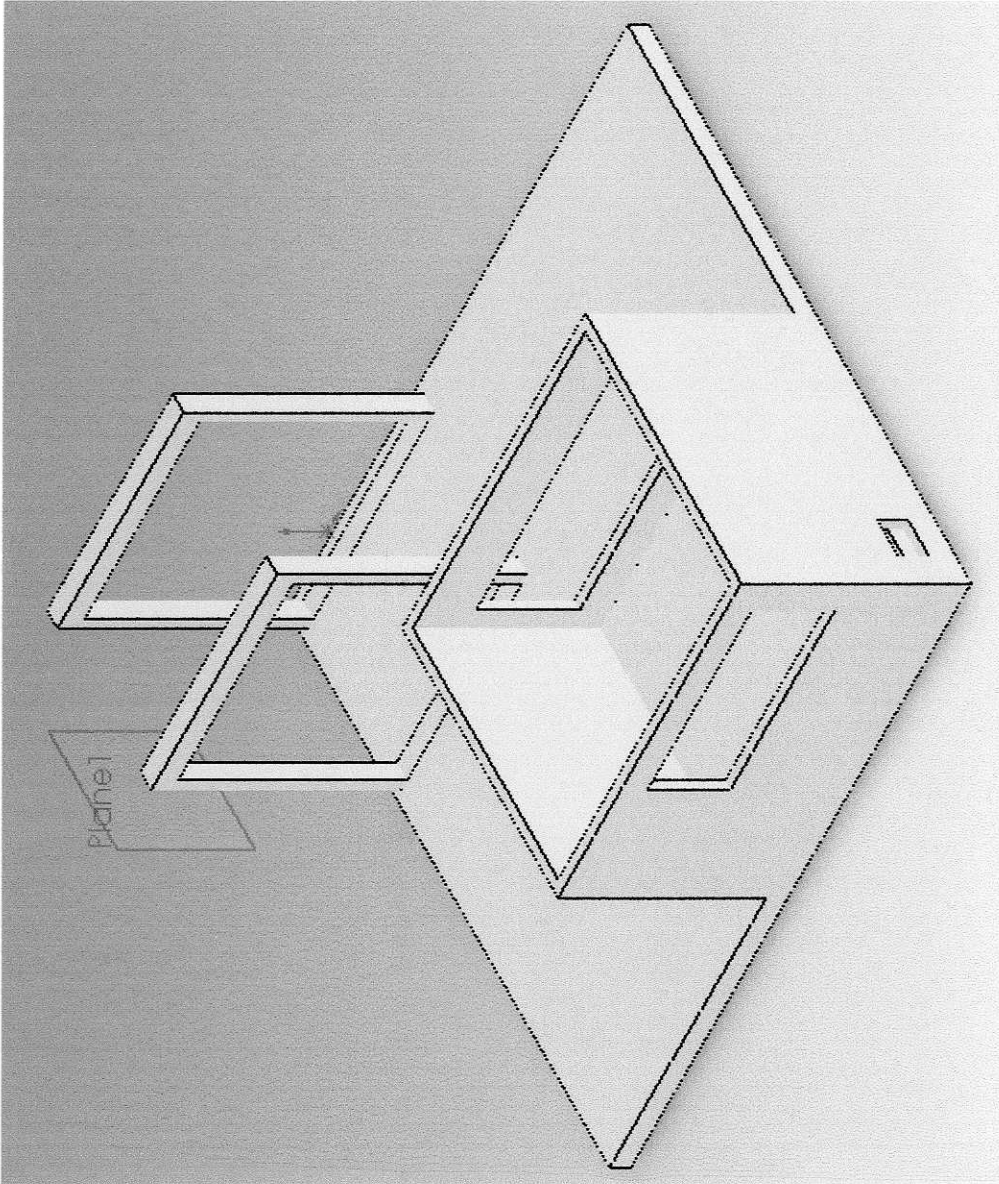
**E2E2-X□C□/B□ DC 3-wire Models**

Item	Size Type	M12		M18		M30	
		Shielded	Unshielded	Shielded	Unshielded	Shielded	Unshielded
		E2E2-X2C□/ B□	E2E2-X5MC□/B□	E2E2-X5C□/ B□	E2E2-X10MC□/ B□	E2E2-X10C□/ B□	E2E2-X18MC□/ B□
<b>Sensing distance</b>		2 mm ±10%	5 mm ±10%	5 mm ±10%	10 mm ±10%	10 mm ±10%	18 mm ±10%
<b>Set distance</b>		0 to 1.6 mm	0 to 4.0 mm	0 to 4.0 mm	0 to 8.0 mm	0 to 8.0 mm	0 to 14.0 mm
<b>Differential travel</b>		10% max. of sensing distance					
<b>Sensing object</b>		Ferrous metal (The sensing distance decreases with non-ferrous metal, refer to <i>Engineering Data</i> .)					
<b>Standard sensing object</b>		Iron, 12 x 12 x 1 mm	Iron, 15 x 15 x 1 mm	Iron, 18 x 18 x 1 mm	Iron, 30 x 30 x 1 mm	Iron, 30 x 30 x 1 mm	Iron, 54 x 54 x 1 mm
<b>Response speed (See note 1.)</b>		1.5 kHz	0.4 kHz	0.6 kHz	0.2 kHz	0.4 kHz	0.1 kHz
<b>Power supply voltage (operating voltage range) (See note.)</b>		12 to 24 VDC (10 to 55 VDC), ripple (p-p): 10% max.					
<b>Current consumption</b>		13 mA max.					
<b>Control output</b>	<b>Load current</b>	200 mA max., open collector (55 VDC max.)					
	<b>Residual voltage</b>	2 V max. (Load current : 200 mA, Cable length: 2 m)					
<b>Indicator</b>		Operation indicator (red LED)					
<b>Operation mode (with sensing object approaching)</b>		B1/C1 Models: NO B2/C2 Models: NC For details, refer to <i>Timing Charts</i> .					
<b>Protection circuits</b>		Surge suppressor, output load short-circuit protection, power supply reverse polarity protection					
<b>Ambient temperature</b>		Operating/Storage: -40°C to 85°C (with no icing or condensation)					
<b>Ambient humidity</b>		Operating/Storage: 35% to 95% (with no condensation)					
<b>Temperature influence</b>		±15% max. of sensing distance at 23°C in the temperature range of -40°C to 85°C ±10% max. of sensing distance at 23°C in the temperature range of -25°C to 70°C					
<b>Voltage influence</b>		±1% max. of sensing distance in the rated voltage range ±15%					
<b>Insulation resistance</b>		50 MΩ min. (at 500 VDC) between current-carrying parts and case					
<b>Dielectric strength</b>		1,000 VAC at 50/60 Hz for 1 min between current-carrying parts and case					
<b>Vibration resistance</b>		10 to 55 Hz, 1.5-mm double amplitude for 2 hours each in X, Y, and Z directions					
<b>Shock resistance</b>		1,000 m/s <sup>2</sup> 10 times each in X, Y, and Z directions					
<b>Degree of protection</b>		IEC 60529 IP67 (JEM standard IP67g (waterproof and oil-proof))					
<b>Connection method</b>		Pre-wired models (standard length: 2 m)					
<b>Weight (packed state)</b>		Approx. 75 g		Approx. 160 g		Approx. 220 g	
<b>Material</b>	<b>Case</b>	Brass					
	<b>Sensing surface</b>	PBT (polybutylene terephthalate)					
	<b>Clamping nuts</b>	Brass-nickel plated					
	<b>Toothed washer</b>	Iron-zinc plated					
<b>Accessories</b>		Instruction manual					

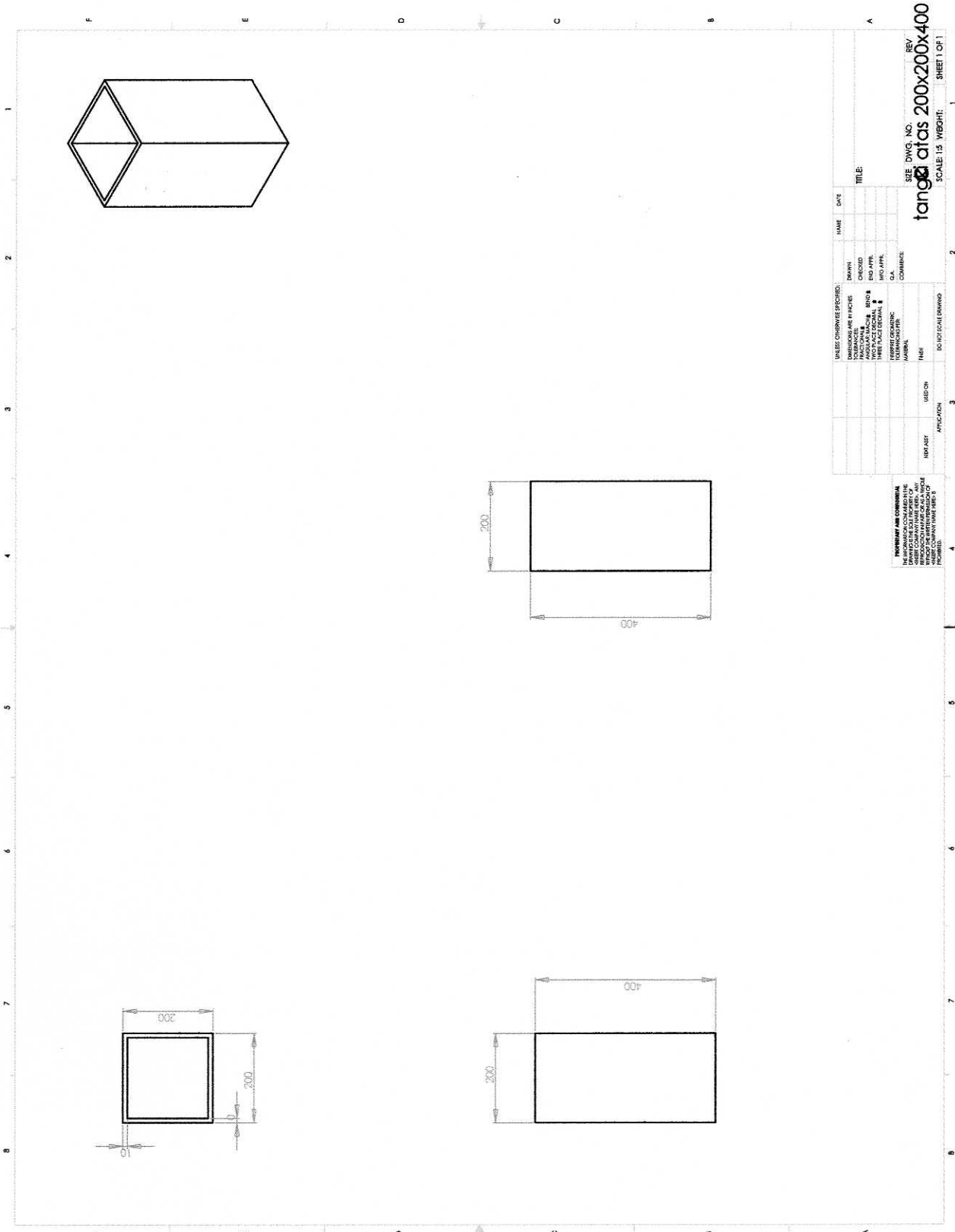
**Note 1.** The response speed is an average value. Measurement conditions are as follows: standard sensing object, a distance of twice the standard sensing object, and a set distance of half the sensing distance.

**2.** An unsmoothed full-wave rectification power supply of 24 VDC ±20% (average value) can be used.

**LAMPIRAN E**  
**Lakaran Solid Work 2005**



Tajuk: Lakaran Keseluruhan Projek (3D)  
Perisian: Solid Work 2005



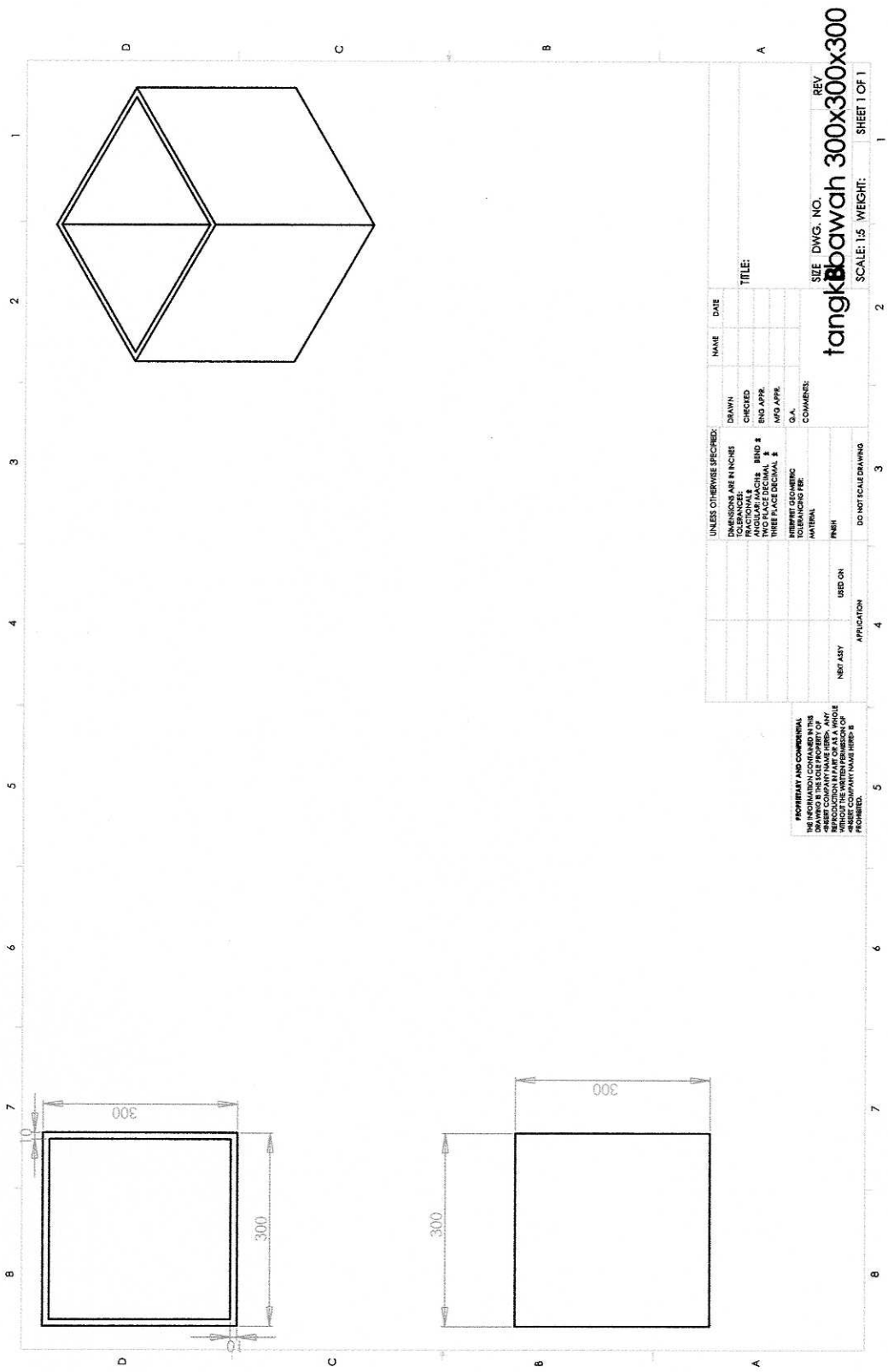
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:		NAME	DATE
DRAWN	DATE		
CHECKED	DATE		
APPROVED	DATE		
PROJECT NO.			
SCALE			
DATE			
COMMENTS			
REVISIONS			
NO.	DATE	DESCRIPTION	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

SEE DWG. NO. REV. **tangga atas 200x200x400**

SCALE: 1:5 WBOHE. SHEET 1 OF 1

NOT TO SCALE DRAWING





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:	NAME	DATE
DIMENSIONS ARE IN MM'S		
TOLERANCES:	DRAWN	
FRACTIONS	CHECKED	
DECIMALS	ENG APPR	
ANGLES	MFG APPR	
TWO PLACE DECIMAL	Q.A.	
THREE PLACE DECIMAL	COMMENTS:	
TWO PLACE DECIMAL		
THREE PLACE DECIMAL		
INTERPRET DIMENSION		
AS SHOWN		
MATERIAL		
FINISH		
DO NOT SCALE DRAWING		

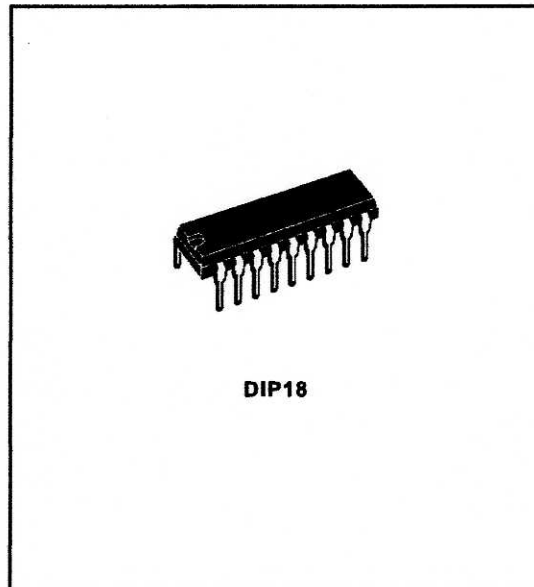
PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL  
 THE INFORMATION CONTAINED IN THIS  
 DRAWING IS THE SOLE PROPERTY OF  
 UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA  
 REPRODUCTION IN ANY FORM OR BY ANY  
 MEANS WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF  
 UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA IS  
 PROHIBITED.

SEE DWG. NO. REV  
**tangkabawah 300x300x300**  
 SCALE: 1:3 WEIGHT: SHEET 1 OF 1

**LAMPIRAN F**  
**ULN 2803**

## EIGHT DARLINGTON ARRAYS

- EIGHT DARLINGTONS WITH COMMON EMITTERS
- OUTPUT CURRENT TO 500 mA
- OUTPUT VOLTAGE TO 50 V
- INTEGRAL SUPPRESSION DIODES
- VERSIONS FOR ALL POPULAR LOGIC FAMILIES
- OUTPUT CAN BE PARALLELED
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY BOARD LAYOUT



### DESCRIPTION

The ULN2801A-ULN2805A each contain eight darlington transistors with common emitters and integral suppression diodes for inductive loads. Each darlington features a peak load current rating of 600mA (500mA continuous) and can withstand at least 50V in the off state. Outputs may be paralleled for higher current capability.

Five versions are available to simplify interfacing to standard logic families: the ULN2801A is designed for general purpose applications with a current limit resistor; the ULN2802A has a 10.5k $\Omega$  input resistor and zener for 14-25V PMOS; the ULN2803A has a 2.7k $\Omega$  input resistor for 5V TTL and CMOS; the ULN2804A has a 10.5k $\Omega$  input resistor for 6-15V CMOS and the ULN2805A is designed to sink a minimum of 350mA for standard and Schottky TTL where higher output current is required.

All types are supplied in a 18-lead plastic DIP with a copper lead from and feature the convenient input-opposite-output pinout to simplify board layout.

### PIN CONNECTION (top view)

