

VOT 75202

**INVESTIGATING THE FEASIBILITY OF  
ELECTRICAL GENERATION BY USING TIDAL  
METHOD**

**(KAJIAN KEBOLEHLAKSANAAN PENJANAAN  
TENAGA ELEKTRIK MENGGUNAKAN KAEDAH  
PASANG SURUT AIR)**

**NORZANAH BINTI ROSMIN**

**RESEARCH VOTE NO:  
75202**

**Jabatan POWER  
Fakulti Kejuruteraan Elektrik  
Universiti Teknologi Malaysia**

**2006**

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

BORANG PENGESAHAN  
LAPORAN AKHIR PENYELIDIKAN

TAJUK PROJEK : INVESTIGATING THE FEASIBILITY OF ELECTRICAL  
GENERATION BY USING TIDAL METHOD

Saya NORZANAH BTE ROSMIN  
(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan Laporan Akhir Penyelidikan ini disimpan di Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut :

1. Laporan Akhir Penyelidikan ini adalah hakmilik Universiti Teknologi Malaysia.
2. Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat penjualan salinan Laporan Akhir Penyelidikan ini bagi kategori TIDAK TERHAD.

4. \* Sila tandakan (/)

SULIT

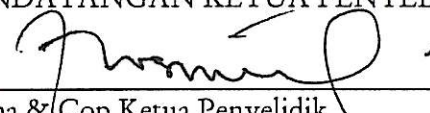
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972).

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh Organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan).

TIDAK  
TERHAD

TANDATANGAN KETUA PENYELIDIK

  
\_\_\_\_\_  
Nama & Cop Ketua Penyelidik  
NORZANAH ROSMIN

*Norzannah Rosmin*  
Pensyarah / Lecturer  
P03-322,  
Fakulti Kejuruteraan Elektrik  
Universiti Teknologi Malaysia  
81310 UTM, Skudai, Johor  
No. Tel: 07-5535329  
Email: norzannah@fko.utm.my

Tarikh : 28/2/06

CATATAN : \* Jika Laporan Akhir Penyelidikan ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh laporan ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

*Untukmu Suami Yang Tercinta,  
Aede Hatib Bin Musta'amal,  
Yang Sentiasa Menjadi Pemimpin dan Penggerak Semangat  
Yang Tidak Pernah Mengabaikan Diri ini dan Anak-anak  
Yang Tidak Pernah Mencari Kesalahan dan Kelemahan Isteri  
Yang Sentiasa Redha dan Berhikmah.*

*Kepada Emak Tersayang,  
Pn. Hajjah Alminah Bte Gimon  
Dan  
Untuk Bapak Yang Sangat Dihormati,  
Tn. Haji Rosmin Bin mariyat  
Kerana Tidak Pernah Berhenti Mendoakan Kesejahteraan Anakanda  
Kerana Sentiasa Memahami Kesukaran Hidup Yang Anakanda Tempuhi,  
Kerana Sentiasa Memberi sokongan dan Dorongan Yang Tidak Berbelah Bagi,  
Melebihi Tanggungjawab Bagi Seorang Ibu dan Ayah.*

*Tidak Lupa Juga Kepada Seluruh Ahli Keluarga dan Anak-anak Tercinta,  
Muhammad Aqil Fathullah,  
Muhammad Nabil Wajihuddin,  
Muhammad Arif Fakhruallah,  
Baby dalam Kandungan.*

*Dan*

*Sudah Pastiynya Kepada Penyelidik-penyelidik Yang Cukup Komited dan Dedikasi  
Menjalankan Penyelidikan.*

*Terima Kasih Juga Kepada Semua Yang Pernah Menjadi Guru Saya,  
Bermula Dari Tadika Hinggalah Ke Peringkat Universiti,  
Terima Kasih di Atas Jasa dan Pengorbanan Kalian Semua,  
Mudah-mudahan Allah s.w.t Membalas Jasa Kalian Dan Merahmati Kita Semua.*

## PENGHARGAAN

Allhamdulillah, syukur kehadiran Allah s.w.t, kerana telah mengurniakan saya idea untuk menulis proposal kajian ini, kekuatan, ketabahan dan semangat serta kepercayaan pada diri sendiri untuk menyiapkan penyelidikan dan laporan kajian pada masa yang telah ditetapkan.

Saya juga ingin merakamkan penghargaan ikhlas kepada penyelidik, Muhammad Pahlavi Bin Zakaria, di atas kecekalan, kesungguhan dan semangat yang sentiasa dipelihara demi menyiapkan kajian ini. Juga kepada Mohd Zul-Waqar Mohd Tohid.

Tidak lupa juga kepada sahabat yang dikasihi Hazlina Selamat dan Anita Ahmad yang sentiasa membantu dan memberi sokongan dan dorongan yang ikhlas dan tidak pernah putus.

Dan juga ditujukan kepada semua pihak yang terlibat samada secara langsung atau tidak langsung. Jutaan Terima kasih saya ucapkan.



## ABSTRACT

A renewable energy is an energy sources that can be converted into electrical energy without worrying that it could have worn out. Generating electrical energy by using tidal effect is another source of a renewable energy without giving any negative impact on environment. The theory of tidal energy is that it cycle for 24 hours without stopping. Since tidal generation depends on height, then the most critical requirement for generating electrical energy by using tidal effect is the differences between low tide and high tide. To benefit the tidal as a reliable energy source, skims for generating are studied. A control system is designed to ensure that generating is up to maximum. This project is in purpose to state the true ability of generating electrical energy by using tidal effect. It is done by case study, model designing and simulation by using Visual Basic.

## ABSTRAK

Tenaga boleh diperbaharui adalah satu sumber tenaga baru yang boleh ditukar kepada tenaga elektrik tanpa kemungkinan untuk kehabisan pada suatu hari nanti. Penjanaan tenaga elektrik menggunakan kaedah pasang surut air menggunakan penjana lepas pantai merupakan salah satu tenaga yang boleh diterokai tanpa memberi kesan negatif kepada persekitaran. Secara teorinya, pasang surut air berlaku secara berterusan selama 24 jam. Oleh kerana penjanaan pasang surut air bergantung kepada perbezaan paras ketinggian air, maka faktor krikal yang menentukan kemampuan kebolehlaksanaan penjanaan adalah perbezaan tinggi antara pasang dan surut air. Bagi memanfaatkan pasang surut air sebagai satu sumber tenaga yang boleh diharap, maka skim penjanaan telah dikenalpasti. Satu sistem kawalan juga telah direka bagi memastikan penjanaan yang maksimum dapat dicerap. Projek ini bertujuan untuk membuktikan kemampuan penjaan tenaga elektrik menggunakan kaedah pasang surut air. Ia dilakukan dengan kajian kes terhadap beberapa kawasan yang bersesuaian, pembentukan model penjanaan dan simulasi menggunakan aturcara Visual Basic.

## HALAMAN KANDUNGAN

TAJUK	MUKA SURAT
HALAMAN JUDUL	i
DEDIKASI	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
HALAMAN KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	4
1.3 Skop	4
1.4 Pernyataan Masalah	5
<b>BAB 2 TEORI 7</b>	
2.1 Pengenalan	6
2.2 Penjanaan Tenaga Pasang Surut Air	8
2.3 Tenaga Pasang Surut Air	8
2.4 Jenis-jenis Pasang Surut	9
2.5 Penjanaan Menggunakan <i>Barrage</i>	10
2.6 Kelemahan Penjanaan Menggunakan Kaedah <i>Barrage</i>	11
2.6.1 Menghadkan Pergerakan Laluan Air	11
2.6.2 Menghalang Penghijrahan Hidupan Akuatik Ke Laut	12
2.6.3 Mengubah Keadaan Semulajadi	12
2.7 Rumusan	12
<b>BAB 3 METADOLOGI DAN PENDEKATAN 18</b>	
3.1 Pengenalan	13
3.2 Penjana Lepas Pantai	13
3.2.1 Dinding <i>Impoundment</i>	14
3.3 Pensesuaian Penggunaan Penjana Pasang Surut Jenis Lepas Pantai	15
3.4 Permodelan Matematik	20
3.4.1 Persamaan Bernoulli	20
3.4.2 Penghasilan Model Matematik	21

3.4.3 Anggaran Nilai $k$	23
3.5 Anggaran Saiz Penjana	25
3.6 Proses Penjanaan	30
3.6.1 Penjanaan Satu Peringkat	31
3.6.2 Penjanaan Tiga Peringkat	31
3.7 Turbin	32
3.7.1 Faktor Pemilihan Turbin	33
3.7.1.1 Turbin Bulb Hitachi	34
3.7.1.2 Turbin Bulb Kaplan	35
3.8 Simulasi Projek	36
3.8.1 Eksperimentasi Melalui Model	36
3.8.1.1 Sensor	36
3.8.1.2 PLC	36
3.8.1.3 Aturcara <i>Visual Basic</i>	37

#### **BAB 4 EKSPERIMENTASI DAN PENGUMPULAN DATA**

4.1 Pengenalan	39
4.2 Litar Sensor Elektronik	39
4.2.1 Sambungan Darlington	40
4.2.2 <i>Probe</i> Pengesan Kehadiran Air	42
4.2.3 Sumber Vdc Untuk Menghidupkan Litar Sensor	44
4.2.4 Komponen Elektrik Yang Lain	45
4.2.5 Jenis Sambungan Untuk Litar Sensor	46
4.3 Penggunaan Aturcara <i>Visual Basic</i>	47
4.3.1 Langkah-langkah Menyediakan <i>Interface</i> Keluaran Untuk Model	47
4.4 Sistem Kawalan Untuk Penjanaan Satu peringkat	53
4.4.1 Pembentukan Sistem Kawalan	53
4.4.2 Sambungan <i>Hardware</i> PLC	58
4.5 Model Penjanaan Satu Peringkat	60
4.6 Keputusan dan Analisis	63
4.6.1 Keputusan Dan Analisis Data Pasang Surut Di Sejingkat, Sarawak	63
4.6.2 Rumusan Data Bacaan Pasang Surut	67
4.6.3 Analisis Penjanaan	68
4.6.4 Keputusan Eksperimentasi	70

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN**

5.1 Kesimpulan	75
5.2 Cadangan	76

#### **RUJUKAN**

77

#### **LAMPIRAN**

78 – 99

**SENARAI JADUAL**

<b>NO. JADUAL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
3.3.1	Senarai penjana pasang surut yang menggunakan barrage	17
3.3.2	Jadual pasang surut air di beberapa kawasan terpilih di Malaysia	18
3.5.1	Masa dan kadar pasang surut	25
3.7.1.2.1	Jadual orientasi ukuran bagi turbin bulb Kaplan	35

## SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1.1	Penjana pasang surut air jenis <i>barrage</i>	2
1.1.2	Ekspresi artis mengenai rupa <i>tidal fences</i>	3
1.1.3	Lukisan konsep <i>tidal turbine</i> di atas dasar laut	3
2.1.1	Bukti penggunaan tenaga pasang surut pada masa silam	6
2.1.2	Cara pengisar Eling berfungsi	7
2.1.3	Pengisar Eling	7
2.4.1	Kesan perubahan kedudukan bulan, bumi dan matahari dan kesannya terhadap pasang surut	10
2.5.1	Penjana kuasa pasang surut di La Rance, Perancis	11
2.6.1.1	Binaan <i>barrage</i> yang menyekat seluruh muara	11
2.6.2.1	Gambaran laluan penghijrahan ikan	12
3.2.1	Gambaran kitar penjanaan tenaga elektrik dan pasang surut air	16
3.4.3.1	Pandangan sisi bagi struktur <i>impoundment</i> menunjukkan aras ketinggian <i>h</i>	23
3.5.1	Lakaran paras ketinggian air mengikut masa	26
3.5.2	Lukisan skematik asas penjana lepas pantai	27
3.5.3	Lukisan asas pandangan sisi dinding <i>impoundment</i>	28
3.5.4	Kawasan projek penjana lepas pantai oleh syarikat Tidal Electric	29
3.5.5	Peta kawasan kedudukan Sejingkat	29
3.5.6	Peta kedudukan penjana lepas pantai di Sejingkat	30
3.6.1.1	Anggaran penjanaan tenaga elektrik mengikut penjanaan satu peringkat	31
3.6.2.1	Graf anggaran penggunaan skim penjanaan tiga peringkat di Sejingkat Sarawak pada 19 Oktober 2002	32
3.7.1.1	Struktur asas turbin bulb	33
3.7.1.1.1	Model turbin bulb yang digunakan di Tadami, Jepun	34
3.7.1.2.1	Lukisan keratan rentas turbin bulb Kaplan	35
3.8.1.2.1	Contoh aturcara PLC menggunakan <i>Ladder Diagram</i>	37
3.8.1.3.1	Paparan untuk permulaan aturcara <i>Visual Basic</i>	38
4.2.1.1	Litar skematik pemasangan Darlington	40
4.2.1.2	Litar setara pemasangan Darlington setelah dilitar pintas	41
4.2.1.3	Litar konsep sambungan sensor ke program PLC dan aturcara <i>Visual Basic</i>	41
4.2.1.4	Litar sensor di atas <i>testing board</i>	42
4.2.2.1	Rupa bentuk <i>probe</i> untuk paparan <i>Visual Basic</i>	43
4.2.2.2	<i>Probe</i> untuk menghidupkan geganti	43
4.2.2.3	<i>Probe</i> yang digunakan untuk pembikinan model penjanaan elektrik satu peringkat	44
4.2.3.1	Sumber kuasa untuk arus terus	45
4.2.4.1	Motor yang digunakan sebagai perwakilan pam atau turbin	45
4.2.4.2	Relay 6 Vdc	46
4.2.5.1	Sambungan selari litar sensor	46
4.3.1.1	<i>Interface</i> untuk paparan keluaran potensi kuasa yang dijana mengikut ketinggian	48

4.3.1.2	<i>Source code</i> untuk paparan potensi kuasa yang dijana mengikut ketinggian	48
4.3.1.3	Kabel pencetak yang diubah suai untuk penyambungan antara komputer dengan litar sensor s6	49
4.3.1.4	Penyambungan <i>female</i> D 25	50
4.3.1.5	Masukan pada penyambung <i>male</i> D 25	51
4.3.1.6	Penyambungan antara <i>male</i> D 25 dan <i>female</i> D 25	51
4.3.1.7	Penyambungan antara <i>probe</i> , sumber kuasa, litar sensor dan penyambung <i>female</i> D 25 dengan litar sensor	52
4.3.1.8	Aturcara paparan untuk menentukan masukan yang digunakan sebagai medium penghantaran	52
4.4.1	Anggaran penjanaan elektrik mengikut penjanaan satu peringkat dan masa penggunaan pam	53
4.4.1.2	Gambaran kedudukan sensor bagi model skim penjanaan satu peringkat	54
4.4.1.3	Aturcara sistem kawalan penjanaan satu peringkat	54
4.4.1.4	Gambaran perubahan aras ketinggian air ketika air pasang penuh	55
4.4.1.5	Aturcara kawalan apabila air pasang penuh	55
4.4.1.6	Aturcara kawalan ketika aras air meningkat ke s4	56
4.4.1.7	Gambaran perubahan ketinggian air	56
4.4.1.8	Aturcara kawalan ketika aras air berada pada s0 dan s6	57
4.4.1.9	Aturcara kawalan ketika air mula surut	57
4.4.2.1	PLC	58
4.4.2.2	Lakaran sambungan PLC	59
4.4.2.3	Sambungan geganti dan litar sensor	59
4.4.2.4	Sambungan litar sensor, PLC dan motor	60
4.5.1	Gambarajah konsep model untuk penjanaan satu peringkat	61
4.5.2	Model kawasan tadahan	61
4.5.3	Laluan air pada kawasan tadahan	62
4.5.4	Model penjana satu peringkat	62
4.6.1.1	Graf paparan kuasa yang dijana dalam setahun 2002 di Sejingkat, Sarawak	63
4.6.1.2	Bacaan dan graf pada bulan Januari	65
4.6.1.3	Bacaan dan graf pada bulan Ogos	66
4.6.1.4	Bacaan dan graf pada bulan Disember	66
4.6.3.1	Graf penjanaan satu peringkat	68
4.6.3.2	Perbezaan ketinggian ketika t1	69
4.6.3.3	Perbezaan ketinggian ketika t2	69
4.6.3.4	Graf perbezaan skim penjanaan tiga peringkat	70
4.6.4.1	Paparan keluaran daripada simulasi menggunakan model penjanaan satu peringkat	71
4.6.4.2	Sistem kawalan untuk mengawal penjana	72
4.6.4.3	Ketinggian dalam dan luar kawasan tadahan ketika pasang penuh	72
4.6.4.4	Gambaran perbezaan aras antara kawasan tadahan dengan kawasan yang mengalami pasang surut	73
4.6.4.5	Sistem kawalan penjanaan ketika terdapat perbezaan kecil antara kawasan tadahan dan kawasan yang mengalami pasang surut	73
4.6.4.6	Keadaan ketika perbezaan antara dalam dan luar penjana adalah setara	74
4.6.4.7	Aturcara kawalan ketika penjanaan disambung semula	74

**SENARAI SIMBOL**

BJT - Bipolar Junction Transistor

OS - Operation System

PLC - Programmable Logic Control

Vac - Voltage Alternate Current

Vdc - Voltage Direct Current

Vm - Voltage Maximum



## SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A	<i>Source code</i> paparan potensi kuasa untuk model penjanaan satu peringkat	78
B	Bacaan dan graf bagi penjanaan tenaga elektrik di Sejingkat dari bulan Januari hingga Disember pada tahun 2002	82
C	Senarai jadual pasang surut air pada tahun 2002 di Sejingkat Sarawak	94

## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Pendahuluan**

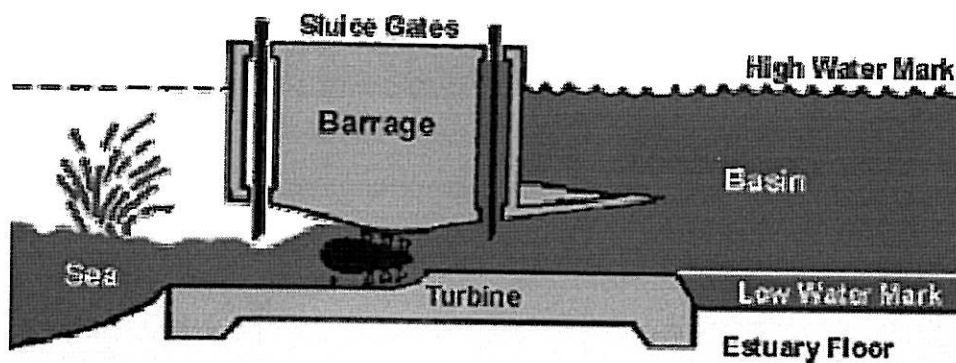
Air merupakan salah satu sumber penting yang amat berguna kepada kesejahteraan kehidupan di dunia. Bersesuaian dengan kuantitinya yang banyak iaitu hampir 75% daripada permukaan planet bumi ini diliputi oleh air, ia telah memenuhi kehendak manusia dalam pelbagai cara. Air bukan sahaja mampu memberi kehidupan yang seimbang kepada kehidupan masyarakat global malah mampu mengubah sebuah planet yang gersang kepada planet yang subur dengan tumbuhan dan hidupan.

Berdasarkan kepada masalah kekurangan sumber fosil yang semakin meningkat dan peningkatan permintaan terhadap tenaga serta ancaman terhadap peningkatan suhu persekitaran, beberapa kaedah bijak perlu difikirkan bagi membantu menghasilkan beberapa sumber tenaga baru yang bakal menangani atau mengurangkan masalah tersebut.

Proses alam yang tetap terhadap pasang dan surut air telah mencetuskan idea terhadap penjanaan tenaga melalui kaedah pasang surut air. Keupayaan penjanaan ini sudah semestinya bebas daripada pencemaran malah boleh menjanjikan satu sumber tenaga yang tidak akan berkehabisan. Daripada beberapa andaian sebelum ini, penjanaan tenaga daripada fenomena pasang surut air ini adalah agak terhad, namun di akhir-akhir ini, potensi sebenarnya sudah mula diterokai.

Tenaga pasang surut air berlaku apabila berlaku perubahan paras air laut iaitu ketika fenomena pasang dan fenomena ketika surut. Penjanaan tenaga menggunakan kaedah ini boleh dilakukan dengan cara membina empangan kecil (*barrage*) untuk tujuan menakung air ketika air pasang atau surut. Ketika air pasang, empangan akan membenarkan sejumlah air masuk ke dalam takungan. Manakala ketika air surut pula, air di dalam takungan tersebut akan dilepaskan semula. Oleh itu, proses penjanaan tenaga elektrik ini dijana ketika proses pengaliran air masuk ke dalam dan keluar daripada kawasan tadahan (*barrage*).

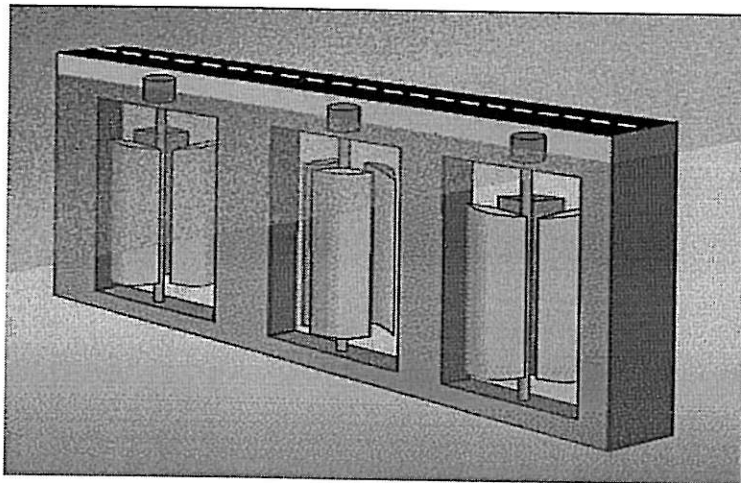
Rajah 1.1.1 menunjukkan struktur asas *barrage*. Walaupun kaedah ini amat berguna dalam proses penjanaan tenaga air laut, namun kaedah ini mempunyai beberapa kelemahan atau pun kekurangannya. Oleh itu, kaedah baru telah diterokai bagi memperbaiki kelemahan sistem *barrage*. Kaedah yang dimaksudkan adalah dengan menggunakan kaedah penjanaan tenaga elektrik menggunakan penjana elektrik lepas pantai (*offshore tidal generator*).



Rajah 1.1.1 Penjana pasang surut air jenis *barrage*

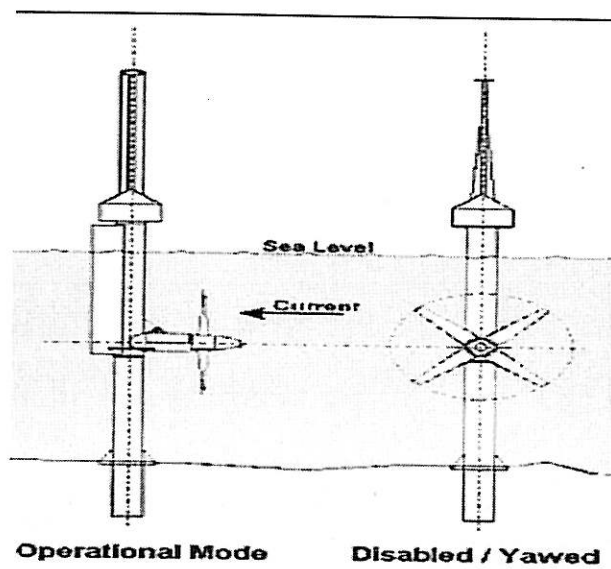
Dalam kaedah penjanaan tenaga elektrik menggunakan penjana lepas pantai, terdapat beberapa jenis penjana yang telah diperkenalkan. Antara rekabentuk yang biasa digunakan adalah jenis *tidal fences*, *tidal turbine* dan *impoundment*.

*Tidal fences* merupakan penjana bersaiz gergasi dan biasanya dipasang merentangi suatu terusan, memaksa semua air melaluinya seperti yang di tunjuk dalam rajah 1.1.2.



Rajah 1.1.2 Ekspresi artis mengenai rupa *tidal fences*

*Tidal turbine* pula berfungsi seperti penjana kincir angin. Penjana jenis ini menjana tenaga elektrik melalui laluan arus air dasar laut ketika pasang dan surut. Rajah 1.1.3 menunjukkan jenis *tidal turbine*.



Rajah 1.1.3 Lukisan konsep *tidal turbine* di atas dasar laut

Manakala struktur *impoundment* merupakan penjana lepas pantai yang terdiri daripada dinding *impoundment* (*impoundment wall*). *Impoundment* merupakan penjana lepas pantai yang paling ekonomi dan praktikal berbanding *tidal fences* dan *tidal turbine*.

## 1.2 Objektif

Penggunaan kaedah pasang surut air dalam menjana tenaga elektrik melalui penjana lepas pantai masih lagi dalam peringkat kajian dan percubaan. Oleh itu, beberapa objektif telah digariskan untuk mengkaji sejauhmana kebolehlaksanaan sistem penjanaan tersebut di Malaysia khususnya. Berikut merupakan objektif-objektif kajian:

1. Mengkaji dan merekabentuk sistem penjanaan elektrik dengan menggunakan kaedah penjanaan lepas pantai (*offshore*) sebagai satu sumber tenaga baru.
2. Mereka dan mengenalpasti persamaan matematik yang paling sesuai untuk menganggarkan jumlah keluaran bagi tenaga penjanaan lepas pantai tersebut.
3. Membangunkan perisian komputer yang dapat mengira tenaga keluaran berdasarkan kepada data bagi beberapa lokasi terpilih.
4. Menyelidik dan membandingkan kecekapan dan kebolehlaksanaan sistem penjanaan pasang surut air menggunakan kaedah takungan (*barrage*) dan lepas pantai (*offshore*).

## 1.3 Skop

Bagi melaksanakan kajian ini, konsep, struktur dan ciri-ciri bagi penjana tadahan dan lepas pantai perlu dikaji. Antaranya adalah dengan mengkaji struktur binaan yang bersesuaian bagi tujuan penakungan air dan jenis binaannya. Konsep binaan juga haruslah bersesuaian dengan struktur muka bumi. Jenis penjana yang digunakan juga akan diambil kira. Ini adalah untuk memastikan jenis penjana yang paling bersesuaian dengan kajian yang dilakukan. Jenis talian penghantaran turut disentuh.

Selain itu, penerbitan dan pembuktian persamaan matematik yang sesuai juga dilakukan bagi menggambarkan jumlah tenaga elektrik yang bakal dijana secara teori. Perbandingan ini juga meliputi pembuktian daripada teori dan penerbitan persamaan daripada persamaan-persamaan asas dalam mata pelajaran fizik dan sebagainya. Bagi menggambarkan hasil kajian secara *visual*, simulasi menggunakan perisian *Microsoft Visual Basic 6.0* akan digunakan.

#### 1.4 Pernyataan Masalah

Seperti yang telah dinyatakan sebelum ini, proses penjanaan tenaga elektrik melalui kaedah penjana lepas pantai masih lagi dalam peringkat kajian. Buat masa ini, penjanaan tenaga elektrik melalui kaedah pasang surut air dilakukan dengan kaedah *barrage*. Maka, cabaran yang paling besar dalam kajian ini adalah untuk membuktikan penjanaan tenaga elektrik melalui kaedah penjana lepas pantai (*offshore*) ini mampu memberi pulangan yang lebih baik berbanding kaedah *barrage* seperti yang dinyatakan secara teori.

Di peringkat antarabangsa, kejayaan penjanaan jenis ini masih belum diumumkan kerana ianya masih dalam proses pembinaan. Daripada kajian yang telah dilakukan setakat ini, antara faktor lain yang menghalang pelaksanaan penjana lepas pantai ialah masalah mengenal pasti lokasi kawasan yang mempunyai paras air pasang dan surut yang mampu menjana tenaga elektrik dalam jumlah yang dikehendaki.

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

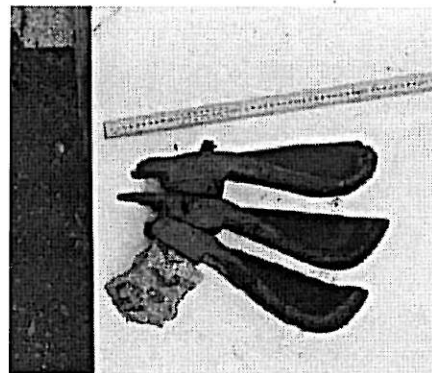
#### 2.1 Pengenalan

Pada ketika bangsa Rom menakluki England, pengisar pasang surut telah digunakan untuk mengisar bijirin dan jagung. Pengisar ini beroperasi dengan menyimpan air di dalam empangan kecil ketika air pasang. Pada ketika air surut, air dalam empangan dilepaskan dengan perlahan dengan tujuan untuk menggerakkan pengisar. Pada tahun 1999, teknologi penjanaan kuasa menggunakan tenaga pasang surut air telah ditemui. Teknologi tersebut dikenali sebagai '*Nendrum Monastic Tidal Site*'. Penemuan itu telah mendedahkan bahawa terdapat satu struktur pengisar pasang surut yang telah dibina pada tahun 787.

Rajah 2.1.1 (a) menunjukkan ruang di mana air ditakung sebelum dilepaskan ketika air surut. Rajah 2.1.1(b) pula menunjukkan bilah yang digunakan untuk memutarakan pengisar bagi mengisar jagung atau gandum.



(a)



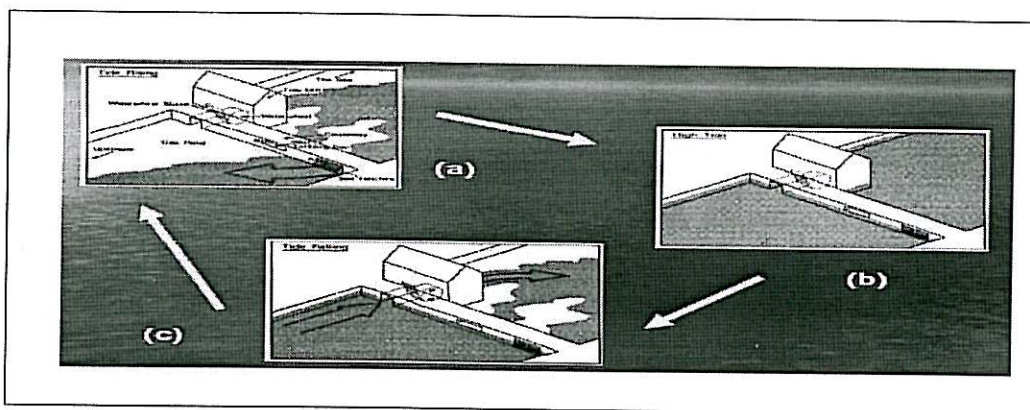
(b)

Rajah 2.1.1 (a) dan (b) Bukti penggunaan tenaga pasang surut pada masa silam



Antara pengisar yang menggunakan kuasa daripada fenomena pasang surut air ini ialah Pengisar Eling (*Eling Mill*). Pengisar ini dibina dalam tahun 1086. Pada asalnya ia digunakan untuk mengisar empat tan tepung setiap hari. Ia telah dibina semula beberapa kali, namun ia masih beroperasi dengan menggunakan konsep yang sama. Kaedah yang digunakan dalam Pengisar Eling adalah sama dengan konsep *barrage*.

Rajah 2.1.2 menunjukkan kitar penggunaan pengisar Eling. Bahagian (a) menunjukkan ketika air mula pasang dan sedang memasuki kawasan tadahan air. Bahagian (b) pula menunjukkan air ketika air pasang penuh manakala bahagian (c) menunjukkan air sudah dikeluarkan dari kawasan tadahan dilepaskan untuk memutarakan pengisar. Rajah 2.1.3 pula menunjukkan pengisar Eling pada masa kini.



Rajah 2.1.2 Cara Pengisar Eling berfungsi



Rajah 2.1.3 Pengisar Eling



## 2.2 Penjanaan Tenaga Pasang-surut Air

Tenaga pasang-surut air merupakan tenaga yang diperoleh daripada perubahan aras ketinggian air laut. Sungguhpun jumlah tenaga dalam pasang-surut ini adalah besar iaitu dalam lingkungan  $2 \times 10^6$  MW. Namun begitu, hanya sebahagian kecil sahaja yang boleh digunakan kerana tenaga ini disebarkan ke kawasan yang luas. Ini memerlukan satu janakuasa yang besar dan mahal.

Buat masa ini, cara terbaik untuk menjana tenaga elektrik melalui pasang-surut air ialah dengan menggunakan kaedah *barrage* (empangan kecil). Walaupun kaedah ini sudah lama digunakan dan banyak kawasan yang berpotensi sudah diketahui, tetapi rentak dan kerancakan dalam meneroka potensi sebenar tenaga pasang-surut ini sebenarnya banyak dipengaruhi oleh faktor-faktor luar. Antaranya ialah persaingan dengan penjanaan menggunakan tenaga fosil, kos pembinaan dan dasar-dasar kerajaan. Namun begitu, akhir-akhir ini penjanaan tenaga elektrik melalui pasang-surut air ini sudah mula mendapat perhatian dari pihak-pihak yang prihatin.

## 2.3 Tenaga Pasang-surut Air

Tenaga pasang-surut air terhasil daripada proses daya tarikan graviti yang berlaku di antara bulan dan bumi, dan proses daya tarikan graviti di antara matahari dan bumi. Tenaga daya tarikan graviti seperti yang diketahui secara umum, akan menarik dua jasad saling 'menarik' antara satu sama lain. Daya tarikan dari bulan terhadap molekul-molekul air di permukaan bumi dikenalpasti sebagai:

$$f = KMm/d^2$$

dimana;

$M =$  jisim bulan

$m =$  jisim molekul air

$d =$  jarak antara molekul air dan permukaan bulan

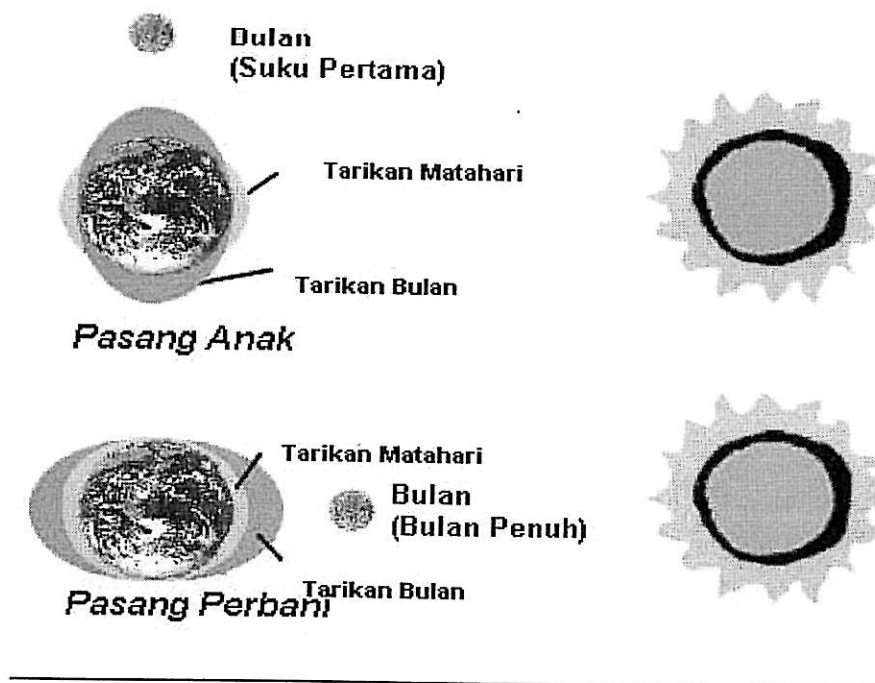
$k =$  pemalar untuk gravity

Daya tarikan graviti yang disebabkan oleh matahari juga mengikut hukum yang sama, tetapi kesan ( $M/d^2$ ) adalah 2.17 kali kurang kerana jarak antara bumi dan matahari yang lebih jauh (berbanding dengan bulan). Ketika bumi berputar, jarak di antara molekul bumi dan bulan akan berubah-ubah. Pada waktu siang, sama ada untuk bulan atau matahari, jarak antara molekul dan tarikan jasad adalah kurang berbanding apabila molekul berada dalam keadaan selari, dan ini akan membuatkan molekul ini menjauhi bumi. Pada ketika ini lautan akan membonjol keluar dari bumi. Sebaliknya, pada waktu malam pula, jarak bumi dan bulan adalah lebih dekat, keadaan ini akan menyebabkan molekul-molekul ini akan lebih menjauhi bumi. Dua daya yang berasingan ini menyebabkan dua daya yang berbeza pada siang dan malam (24 jam). Maka, adalah wajar kesan-kesan medium tadi terjadi terhadap proses pasang-surut supaya jumlah tenaga yang dapat dijana oleh suatu penjana dapat dianggarkan di samping menilai kebolehlaksanaan untuk membina penjana pasang surut air.

#### 2.4 Jenis-jenis Pasang-surut

Fenomena pasang-surut berlaku mengikut tempoh tertentu. Perubahan semulajadi ini adalah berkaitan dengan perubahan kedudukan matahari dan bulan. Tindak balas antara bulan dan bumi akan mengakibatkan lautan membonjol ke arah bulan akibat tarikan graviti bulan, manakala bahagian bumi yang membelakangkan bulan juga membonjol menjauhi bulan kerana kekurangan tarikan graviti bulan dan dilindungi oleh bumi. Ini dikenali sebagai pasang surut bulan (*lunar tide*). *Lunar Tide* ini dikomplikasikan dengan interaksi antara tarikan graviti antara matahari dan bumi.

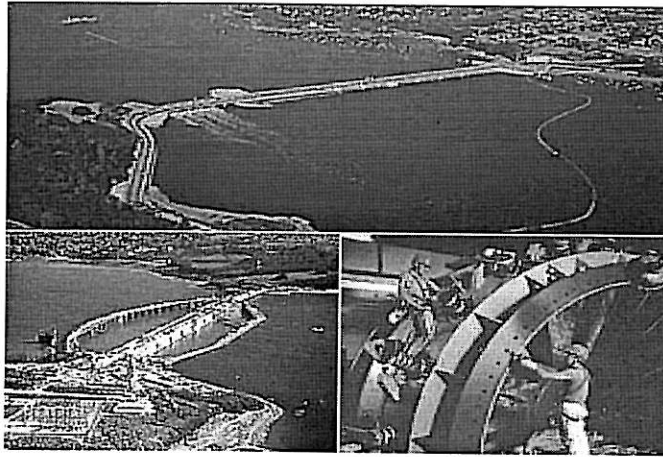
Oleh kerana kedudukan bulan dan matahari bukanlah pegun tetapi berubah mengikut masanya yang tersendiri, maka terdapat beberapa jenis pasang surut yang umum. Contohnya, apabila bumi, bulan dan matahari berada dalam kedudukan selari, keadaan pasangunya adalah berganda. Ini kerana pasang yang terlibat adalah pasang yang disebabkan oleh graviti bulan dan graviti matahari. Pasang ini dikenali sebagai pasang surut perbani (*spring tides*). Sebaliknya, apabila bulan, bumi dan matahari berada dalam keadaan bersudut tepat, maka pasang adalah dalam keadaan minima. Ini dikenali sebagai pasang anak (*neap tides*). Rajah 2.4.1 menunjukkan jenis-jenis pasang surut tersebut.



Rajah 2.4.1 Kesan perubahan kedudukan bulan, bumi dan matahari dan kesannya terhadap pasang-surut.

## 2.5 Penjanaan Menggunakan *Barrage*

Buat masa ini satu-satunya cara yang efektif bagi menjana tenaga elektrik melalui pasang surut adalah menggunakan kaedah *barrage* (empangan kecil) seperti di La Rance, Perancis dan di Annapolis, Kanada. Konsep yang digunakan adalah sama seperti penjanaan tenaga elektrik melalui kaedah empangan hidroelektrik. Cuma penjanaan dapat dilakukan dalam dua arah, iaitu ketika pasang (air masuk ke dalam *barrage*) dan ketika surut (air keluar dari *barrage*). Contoh penggunaan *barrage* yang berkesan ialah di La Rance, Perancis. Ketinggian air pasang di La Rance adalah setinggi 8 meter, manakala keluasan kawasan tadahan adalah 17km<sup>2</sup>. Ia mempunyai 24 buah turbin jenis bulb yang mana setiap satunya berupaya menjana 10 megawatt kuasa. Ia telah mula beroperasi sejak tahun 1966 lagi. Rajah 2.5.1 menunjukkan penjana pasang surut air di La Rance, Perancis



Rajah 2.5.1 Penjana kuasa pasang surut di La Rance, Perancis

## 2.6 Kelemahan Penjanaan Kuasa Menggunakan Kaedah Barrage

Sungguh pun penjanaan menggunakan *barrage* ini mampu menjana elektrik dengan jayanya, tetapi ia tetap mempunyai kesan negatif yang perlu diambil berat. Antara kelemahannya adalah:

### 2.6.1 Menghadkan pergerakan laluan air

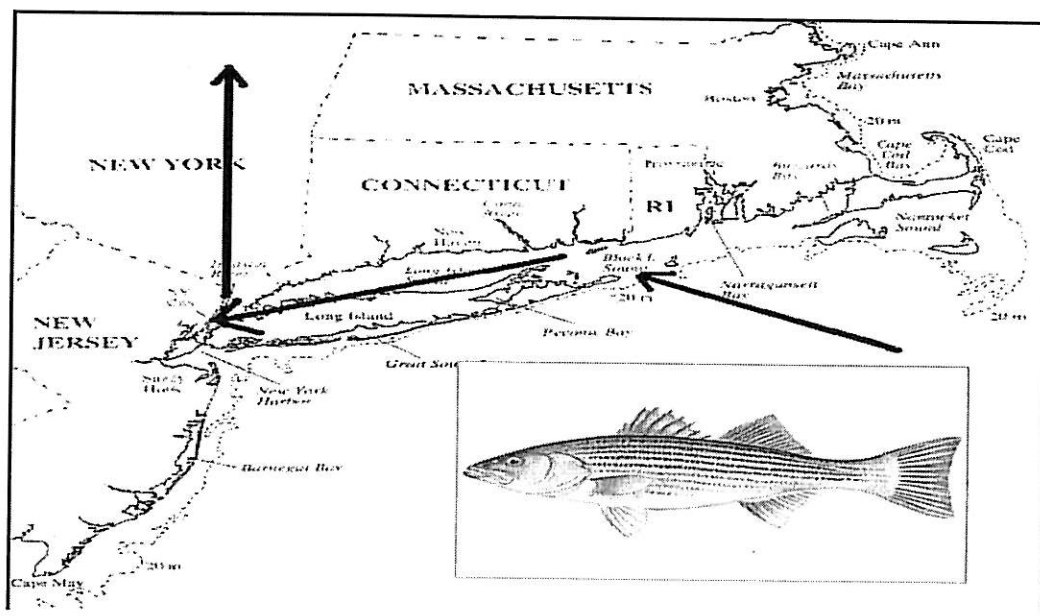
*Barrage* merupakan satu empangan yang merentangi muara dalam kawasan yang mengalami fenomena pasang-surut air. Ini secara tidak langsung menyekat laluan ke laut. Rajah 2.6.1.1 menunjukkan binaan *barrage* tersebut. Pintu/pagar (*gate*) boleh juga dipasang seperti di La Rance. Pagar ini dapat membenarkan sebahagian daripada pengangkutan air, tetapi cara ini hanya membazirkan wang dan ia juga melambatkan proses pergerakan ke laut.



Rajah 2.6.1.1 Binaan *barrage* yang menyekat seluruh muara

### 2.6.2 Menghalang Penghijrahan Hidupan Akuatik ke Laut

Terdapat beberapa jenis ikan yang bertelur di kawasan air tawar. Kemudian selepas beberapa ketika, apabila telur-telur itu menetas, anak-anak ikan ini akan berenang ke laut dan terpaksa melalui laluan yang melalui turbin. Peratusan ikan yang berjaya lepas ke laut adalah amat kecil (kira-kira 6%). Oleh itu secara tidak langsung hidupan akuatik di kawasan tersebut akan terjejas dan berubah. Rajah 2.6.2.1 merupakan gambaran laluan penghijrahan ikan salmon dari kawasan air masin ke kawasan air tawar dengan melalui muara sungai di New York, Amerika Syarikat.



Rajah 2.6.2.1 Gambaran laluan penghijrahan ikan

### 2.6.3 Mengubah Keadaan Semulajadi

Kawasan binaan *barrage* sepatutnya berkeadaan kering dan basah mengikut kitaran pasang-surut. Keadaan semula jadi yang unik ini merupakan kawasan pembiakan hidupan yang istimewa. Oleh kerana berlakunya perubahan fizikal alam, maka haiwan-haiwan ini akan berpindah ke kawasan lain.

### 2.7 Rumusan

Oleh kerana kaedah *barrage* ini memberi kesan negatif kepada struktur alam, satu kaedah baru telah dicadangkan. Kaedah yang dimaksudkan adalah dengan menggunakan konsep penjanaan pasang-surut melalui penjana lepas pantai (*offshore tidal generator*). Sungguh pun kaedah ini masih lagi dalam status pengujian, namun ia merupakan harapan baru dalam penjanaan tenaga elektrik yang bersih dan ekonomik.

## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1 Pengenalan

Dalam bab ini, penerangan mengenai penjana lepas pantai daripada palbagai aspek seperti konsep, struktur dan permodelan matematik penjana akan diterangkan dengan jelas.

#### 3.2 Penjana Lepas Pantai

Penjana lepas pantai merupakan jalan penyelesaian bagi masalah yang dihadapi oleh penjana pasang-surut jenis *barrage*. Ini kerana penjana lepas pantai mementingkan keadaan semulajadi alam, menjimatkan kos dan mempunyai keboleharapan yang tinggi. Ini secara tidak langsung menjadikan fenomena pasang-surut merupakan satu sumber tenaga yang tidak boleh dibazirkan begitu sahaja.

Struktur *impoundment* tidak menyekat seluruh muara sungai seperti *barrage* dan ia merupakan satu struktur yang berdiri sendiri. Ia tidak terikat dengan muara sungai mahupun persisiran sungai atau pun laut. Ia juga digambarkan sebagai empangan bulat yang dibina di atas dasar laut. Maka, ini secara tidak langsung menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan halangan terhadap laluan air dan mengubah bentuk permukaan alam.

Kawasan yang paling sesuai untuk membina penjana ini adalah kawasan berair cetek (cetek di sini bermaksud dari istilah perkapalan) ketika air surut yakni kawasan yang berdekatan dengan pinggir pantai. Manakala, kapal-kapal besar memerlukan kawasan perairan yang dalam. Dalam konteks tidak menghalang laluan air, ia bermaksud membenarkan sampan, bot dan kapal kecil melalui kawasan sekitar penjana tersebut (berbanding *barrage* yang merentangi terus suatu muara). Oleh itu nelayan masih boleh mencari sumber rezeki dan kawasan basah kering yang menjadi kawasan penempatan haiwan-haiwan tertentu masih lagi terpelihara.

Turbin yang digunakan untuk menjana pula terletak di dalam struktur impoundment dan sentiasa ditenggelami air. Kuasa dihantar melalui kabel bawah tanah/dasar laut dan kemudian disambung ke grid. Penjana sepatutnya tidak lebih dari beberapa meter dari kawasan kering apabila air surut dan ia sebolehnya dibina di kawasan secetek mungkin supaya dapat menjimatkan kos.

### **3.2.1 Dinding *Impoundment***

Dinding *impoundment* ini dibina secara asasnya daripada cebisan batu, pasir dan tanah. Oleh itu, ia dibina daripada bahan-bahan yang paling ekonomi sekali. Dalam aspek kegagalan atau kerosakan struktur, akibatnya tidaklah termasuk dalam isu keselamatan atau kerosakan harta benda. Kerosakan yang teruk barangkali terjadi kerana bencana gempa bumi. Oleh kerana bencana gempa bumi bukan merupakan satu ancaman di Malaysia, maka satu-satunya ancaman yang ketara adalah hakisan ombak di persisiran pantai. Oleh itu, faktor ke atas kegagalan struktur ini adalah dalam kawalan kerana proses hakisan memakan masa dan ia tidak berlaku secara mendadak dan secara tidak langsung memberi masa untuk mengambil langkah pencegahan.

Turbin untuk penjanaan terletak di dalam dinding *impoundment* ini. Membina satu penjana kompleks yang terdiri daripada struktur impoundment yang lengkap, kelihatan seperti memakan kos yang besar berbanding dengan membina satu *barrage* kecil di mana *barrage* menggunakan kontur permukaan semulajadi sebagai sebahagian



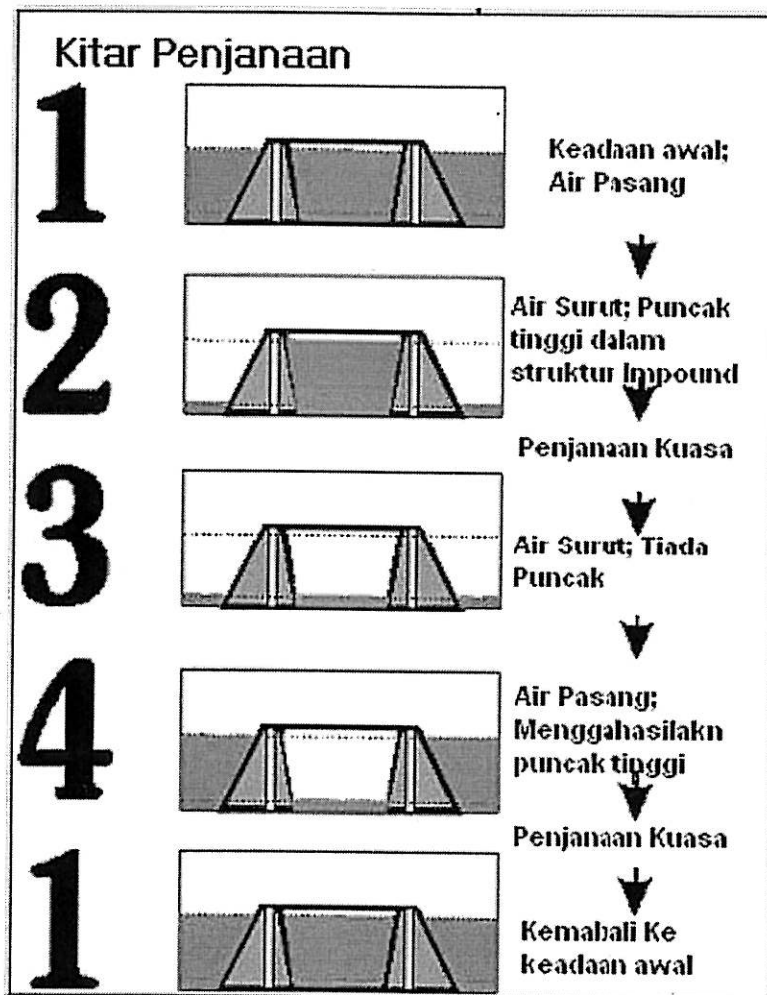
daripada bekas simpanan air. Sungguh pun *barrage* adalah lebih pendek daripada dinding *impoundment*, tetapi binaannya adalah lebih besar. Kos bagi pembinaan penjana lepas pantai adalah lebih rendah berbanding *barrage* atas sebab-sebab berikut:

**Kedalaman:** Daya hidrostatik dan hidrodinamik meningkat atau berkadar dengan kedalaman. Struktur *impoundment* ini dibina berdekatan dengan persisiran pantai betul-betul pada takat di mana air surut. Sebaliknya *barrage* hendaklah dibina di sepanjang muara dan terpaksa dibina dalam apa jua kedalaman.

**Faktor Beban:** Melalui kaedah *barrage* penjanaan yang maksimum hanya dilakukan dalam satu arah (pada bahagian air pasang) dalam tujuan untuk meminimakan pemecahan progresif pada bahagian dalaman yang akan membawa kepada pengkelodakan pada bahagian atas bekas takungan. Sebaliknya, penjana lepas pantai adalah bebas untuk menggunakan pada mana-mana bahagian pasang-surut untuk proses penjanaan. Oleh itu, keadaan ini telah meningkatkan faktor beban sebanyak dua kali ganda. Menggandakan faktor beban adalah bersamaan dengan mengurangkan kos kapital per unit keluaran sebanyak separuh.

**Kecekapan:** Kedua-dua struktur *impoundment* dan *barrage* bertujuan untuk menakung air. Tenaga pasang-surut air bergantung kepada kadar perbezaan ketinggian antara pasang dan surut. Struktur *impoundment* hanya dibina atas tujuan tersebut; menakung air yang hanya berpotensi untuk menjana kuasa. Sebaliknya, *barrage* pula menakung semua air (maksudnya ketika surut, masih terdapat air di dalam *barrage*; kerana *barrage* dibina di muara sungai) sama ada ia berpotensi untuk menjana tenaga atau tidak. Kos untuk menakung air yang tak berpotensi ini pula memakan kos. Inilah yang dimaksudkan dengan binaan *barrage* lebih besar daripada struktur *impoundment* dari segi saiz sekaligus membawa kepada peningkatan kos. Rajah 3.2.1 merupakan kitar pasang surut yang mempengaruhi penjanaan tenaga elektrik menggunakan penjana lepas pantai.





Rajah 3.2.1 Gambarajah kitar penjanaan tenaga elektrik dan pasang surut air

### 3.3 Penyesuaian Penggunaan Penjana Pasang-Surut Jenis Lepas Pantai

Dalam menjana tenaga pasang-surut air, perkara yang paling penting ialah paras ketinggian air pasang dan surut. Semakin tinggi perbezaan antara air pasang dan surut, maka semakin sesuai lokasi tersebut dibina penjana pasang surut air tak kira jenis *offshore* atau pun jenis *barrage*. Untuk mendapat gambaran jelas tentang pengaruh ketinggian pasang-surut air terhadap penjanaan, bolehlah dilihat beberapa penjana pasang-surut yang telah sedia ada dalam jadual 3.3.1.

Jadual 3.3.1 Senarai penjana pasang surut yang menggunakan *barrage*

Site	Mean tidal range (m)	Basin area (km <sup>2</sup> )	Installed capacity (MW)	Approx. output (GWh/year)	In service
La Rance (France)	8	17	240	540	1966
Kislaya Guba (Former Soviet Union)	2.4	2	0.4	—	1968
Jiangxia (People's Republic of China)	7.1	2	3.2	11	1980*
Annapolis (Canada)	6.4	6	17.8	30	1984
Various (People's Republic of China)	—	—	1.8	—	—

\*First Unit in 1980, sixth in 1986.

Dari jadual 3.3.1 jelas menunjukkan faktor perbezaan air ketika pasang dan surut amat memainkan peranan dalam penjanaan tenaga elektrik. Sungguh pun penjana-penjana ini adalah dari jenis *barrage*, namun begitu ia masih sesuai kalau dianggap sebagai pebandingan kesan ketinggian terhadap penjanaan tenaga pasang-surut air. Jadual 3.3.2 pula merupakan beberapa contoh data yang direkod untuk kawasan pasang surut air yang terdapat di Malaysia.

Jadual 3.3.2 Jadual pasang surut air di beberapa kawasan terpilih di Malaysia

## JOHOR BHARU

	Selasa 19 Ogos		Rabu 20 Ogos		Khamis 21 Ogos		Jumaat 22 Ogos		Sabtu 23 Ogos	
	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)
PASANG	0323	2.48	0410	2.24	0514	2.02				
SURUT	0859	0.88	0924	1.12	1013	1.39	0034	0.85	0137	0.76
PASANG	1536	2.54	1608	2.43	1650	2.30	0650	1.90	0900	1.97
SURUT	2130	0.79	2256	0.88			1245	1.53	1358	1.51
PASANG							1754	2.21	1918	2.19

(a)

## PELABUHAN KLANG

	Selasa 19 Ogos		Rabu 20 Ogos		Khamis 21 Ogos		Jumaat 22 Ogos		Sabtu 23 Ogos	
	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)
PASANG									0153	2.95
SURUT	0328	0.90	0358	1.19	0446	1.49	0606	1.72	0821	1.62
PASANG	0939	3.72	1015	3.41	1111	3.10	1250	2.92	1443	3.10
SURUT	1554	1.12	1632	1.43	1725	1.71	1942	1.81	2112	1.54
PASANG	2154	3.36	2241	3.10	2350	2.90				

(b)



## PULAU LAKEI

	Selasa 19 Ogos		Rabu 20 Ogos		Khamis 21 Ogos		Jumaat 22 Ogos		Sabtu 23 Ogos	
	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)
PASANG									0046	3.17
SURUT	0224	1.18	0301	1.52	0346	1.84	0454	2.11	0621	2.24
PASANG	0844	3.57	0914	3.41	0952	3.26	1041	3.15	1149	3.11
SURUT	1457	1.30	1543	1.32	1639	1.32	1745	1.25	1855	1.11
PASANG	2103	3.41	2203	3.24	2317	3.14				

(c)

## KUKUP

	Selasa 19 Ogos		Rabu 20 Ogos		Khamis 21 Ogos		Jumaat 22 Ogos		Sabtu 23 Ogos	
	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)
PASANG	0300	2.64	0340	2.32	0434	2.01				
SURUT	0927	0.77	0953	0.90	1036	1.07	0012	1.22	0221	1.18
PASANG	1521	2.72	1607	2.63	1711	2.53	0603	1.79	0821	1.82
SURUT	2200	0.90	2252	1.08			1145	1.20	1320	1.20
PASANG							1848	2.54	2010	2.72

(d)

## SEJINGKAT

	Selasa 19 Ogos		Rabu 20 Ogos		Khamis 21 Ogos		Jumaat 22 Ogos		Sabtu 23 Ogos	
	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)	Masa (jam minit)	Ketinggian (meter)
PASANG									0102	3.93
SURUT	0251	1.29	0332	1.62	0422	1.93	0530	2.15	0650	2.21
PASANG	0909	4.42	0945	4.21	1028	4.00	1121	3.86	1225	3.82
SURUT	1529	1.22	1615	1.29	1709	1.32	1813	1.27	1918	1.15
PASANG	2142	4.10	2238	3.93	2347	3.86				

(e)

Daripada jadual 3.3.2 juga, dapat diperhatikan bahawa majoriti beberapa kawasan terpilih di Malaysia mempunyai perbezaan pasang dan surut air yang tidak begitu besar. Namun begitu, jika diteliti secara terperinci, didapati bahawa di Sejingkat Sarawak, perbezaan pasang dan surut air adalah agak ketara iaitu dalam lingkungan 3 meter dan ke atas. Dengan ini, jelaslah bahawa kawasan penjanaan tenaga pasang surut yang paling sesuai di Malaysia adalah di Sejingkat Sarawak dan kajian kes ini adalah tertumpu kepada kawasan tersebut.

### 3.4 Permodelan Matematik

Setelah mengenal pasti kawasan yang bersesuaian untuk penjanaan tenaga pasang surut air, maka langkah seterusnya pula ialah menganggarkan jumlah tenaga yang bakal dijana daripada data data tersebut.

#### 3.4.1 Persamaan Bernoulli

Persamaan Bernoulli @ teorem Bernoulli ini dihasilkan oleh Daniel Bernoulli pada tahun 1738 dalam buku *Hydrodynamica*. Ia merupakan pernyataan prinsip keabadian

tenaga pada aliran bendalir. Persamaan ini menghubungkan tekanan, halaju dan ketinggian bendalir yang mengalir pada satu lokasi ke satu lokasi yang lain. Oleh itu, jumlah tenaga elektrik yang dihasilkan oleh penjana lepas pantai dikira menggunakan teorem Bernoulli.

### 3.4.2 Penghasilan Model Matematik

Untuk pengiraan dalam keadaan yang membabitkan kealiran, persamaan dalam teorem Bernoulli selalu digunakan. Ia dinyatakan seperti berikut.

$$\begin{aligned} \text{TENAGA KINETIK} + \text{TEKANAN} + \text{TENAGA KEUPAYAAN} \\ = \text{PEMALAR} \end{aligned}$$

Tenaga Kinetik;

$$\frac{1}{2} mv^2 = mgh$$

$$h = v^2/2g$$

Tenaga Keupayaan;

$$Mgz = mgh$$

$$Z = h$$

Oleh itu, teorem Bernoulli menjadi;

$$= U^2/2g + p + z$$

$$= \text{pemalar}$$

Di mana  $U$  merupakan halaju seunit air,  $p$  merupakan tekanan dan  $z$  merupakan ketinggian datum dari paras permukaan air (*head*). Tetapi, jumlah air di dalam takungan dikira terus sebagai sumber tenaga keupayaan. Untuk mengira kadar pelepasan (cecair) melalui laluan ke turbin, dengan menganggap  $h$  sebagai kedalaman laluan dan kedalaman laluan kritikal,  $d$  ;

$$U^2/2g + p + (d - h) = H \text{ (pemalar)}$$

Tetapi  $p = h$ , kedalaman di bawah permukaan air (depth below the free surface), Maka, persamaan telah menjadi;

$$U^2/2g = d = H$$

Diketahui bahawa persamaan untuk kealiran ialah  $Q = Av$ . Dimana  $Q$  adalah kadar pelepasan dalam  $m^3$ /saat, maka;

$$Q = A (2g (H - d))^{1/2}$$

Dalam persamaan di atas,  $A$  merupakan luas kawasan laluan air. Jumlah tenaga elektrik yang dijana adalah  $E = kQ$ .

Dalam hal ini,  $k$  pula merupakan pemalar yang terdiri daripada kepekaan turbin ( $E_t$ ), kepekaan penjana ( $E_g$ ), kepekaan pengubah ( $E_{tr}$ ), faktor kehilangan dalam talian penghantaran ( $L_t$ ) dan faktor-faktor kehilangan kehilangan luaran yang lain ( $L_o$ ). Namun mungkin terdapat faktor-faktor lain yang menyumbang terhadap  $k$  ini. Oleh itu persamaan kuasa telah menjadi;

$$E = k (A^2g (H - d))^{1/2}$$

$$E = Ak (H - d)^{1/2}$$

$$E = Ak (h)^{1/2}$$

Di mana  $H$  adalah ketinggian air pegun di dalam struktur dan  $E$  merupakan tenaga elektrik yang dijana dalam unit kilowatt. Untuk membuktikan persamaan ini, terdapat beberapa rujukan telah digunakan. Persamaan yang menunjukkan jumlah tenaga elektrik dalam kilowatt diambil daripada dua sumber utama iaitu Tidal Electric Inc dan abstrak yang bertajuk *An Optimum Operation and Mathematical Model of Tidal Energy at Red Sea Area* oleh Prof. Faten H. Fahmy. Kedua-dua sumber ini mengeluarkan persamaan yang serupa. Namun begitu, terdapat satu masalah yang agak kritikal dalam persamaan yang telah dihasilkan. Masalah tersebut adalah mengenai nilai pemalar  $k$ .

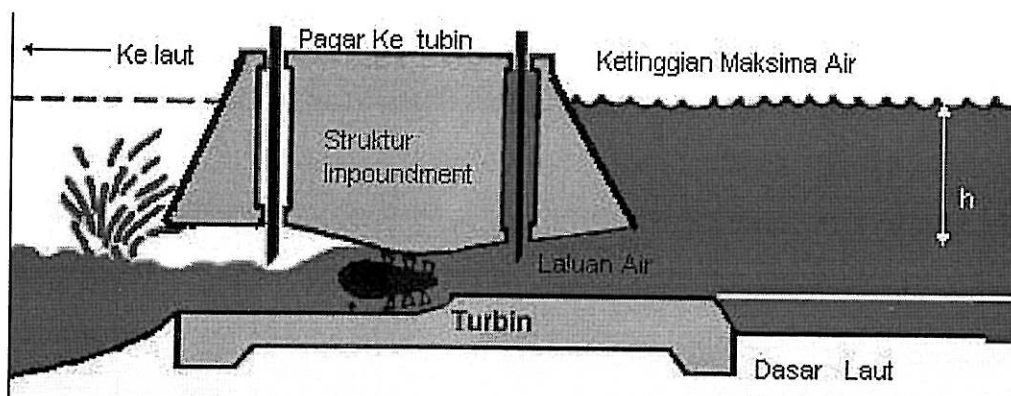
### 3.4.3 Anggaran Nilai Pemalar $k$

Dalam kebanyakan persamaan yang telah ditemui, baik dalam laman web mahupun di dalam buku-buku rujukan, didapati nilai pemalar  $k$  tidak dinyatakan. Mengapa begini? Ini adalah kerana, pemalar  $k$  adalah pemalar kepada jenis-jenis turbin dan turbin-turbin ini adalah hak terpelihara syarikat-syarikat pengeluar turbin tersebut. Memang benar bahawa  $k$  juga bergantung pada faktor-faktor lain seperti diterangkan dalam bahagian sebelum ini. Namun begitu, jika dianggap bahawa ia adalah turbin yang ideal, maka nilai  $k$  hanya bergantung pada jenis turbin. Antara syarikat dan jenis turbin yang digunakan adalah Hitachi Hidro (Turbin Bulb), turbin bulb Kaplan dan turbin bulb Fuji Electric. Berikut merupakan pengiraan yang dilakukan untuk menganggarkan nilai pemalar  $k$ .

$$E = kQ^2$$

$$Q = Av ; Q = v/t$$

$v = (gh)^{1/2}$  yang merupakan kelajuan air keluar dari kawasan tadahan air. Oleh kerana  $g$  merupakan pecutan graviti, maka kelajuan kealiran hanya bergantung kepada ketinggian iaitu;  $h$ . Gambaran kedudukan  $h$  secara visual adalah seperti dalam rajah 3.4.3.1.



Rajah 3.4.3.1 Pandangan sisi bagi struktur *impoundment* menunjukkan yang aras ketinggian  $h$



Jika diambil jejari untuk laluan air adalah 2 meter, maka;

$$A = \pi j^2$$

$$A = \pi (2)^2$$

$$A = 12.57\text{m}^2$$

Diketahui;

$$Q = Av$$

$$Q = A(2gh)^{1/2}$$

Diberi;

$$E = kQ^2$$

$$E = kA^2 (2gh)$$

$$E = 12.57^2 (10)(2)kh$$

$$E = 3160.1kh$$

Merujuk kepada data daripada laman web Tidal Electric, untuk perbezaan ketinggian air sebanyak 13 kaki atau 3.95 meter, tenaga yang dijana adalah dalam 6 megawatt. Oleh itu;

$$6M = 3160.1k(3.96)$$

$$6M = 12514k$$

$$k = 479.46$$

E boleh dikira sebagai;

$$E = kQ^2$$

$$= 479.46(20)A^2h$$

$$= 9586.226(12.57)^2h$$

$$= 1.52Mh$$

Oleh itu, bolehlah ditegaskan bahawa tenaga elektrik yang dijana dengan menggunakan tenaga pasang surut air ini hanya bergantung kepada perbezaan ketinggian aras air di dalam kompleks penjana dan di laut.

### 3.5 Anggaran Saiz Penjana

Untuk penjana pasang surut air yang menggunakan kaedah *barrage*, kawasan tadahan atau takungan air adalah bersandar secara terus dengan bentuk muka bumi. Malah didapati kebanyakan *barrage* adalah dibina di kawasan muara sungai. Seperti yang telah ditunjukkan dalam jadual 3.3.1, didapati kawasan tadahan untuk *barrage* adalah agak luas. Namun begitu, untuk penjana pasang surut jenis lepas pantai pula, kawasan tadahan perlulah dianggarkan terlebih dahulu.

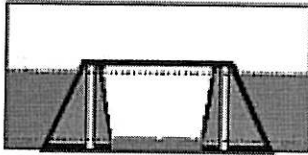
Berikut merupakan langkah dan anggaran secara teori bagi menentukan keluasan suatu kawasan tadahan penjana lepas pantai.

- o Diketahui bahawa  $Q = V/t$  dan  $Q = Av$  dimana  $Q$  adalah kadar kealiran,  $V =$  isipadu,  $t =$  masa (saat),  $A =$  luas dan  $v =$  halaju.
- o Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, perubahan antara pasang dan surut air dalam sehari secara minimumnya adalah sebanyak 2 kali.
- o Dengan mengambil data pada Selasa, 1 hb Januari 2002, di Sejingkat Sarawak. Seperti yang direkodkan dalam Jadual 3.5.1, didapati bahawa terdapat sekurang-kurangnya 3 kali perubahan antara pasang surut dalam 24 jam.

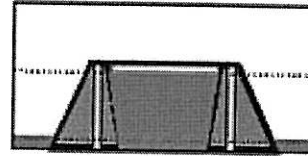
Jadual 3.5.1 Masa dan kadar pasang dan surut air

Masa	Ketinggian air dari paras biasa (m)
4.59	5.06 (pasang)
11.54	-0.07(surut)
18.44	5.66(pasang)
0.24 (esok)	1.86(surut)

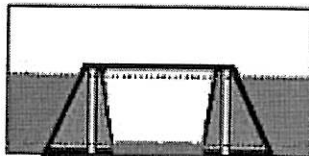
Jam : 4.59



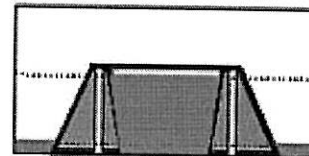
Jam : 11.54



Jam : 18.44



Jam : 0.24



Rajah 3.5.1 Lakaran paras ketinggian air mengikut masa

- o Dengan merujuk kepada jadual 3.5.1 dan gambaran secara rambang aras pasang surut dalam rajah 3.5.2, ini menunjukkan perbezaan masa antara pasang dan surut air dan juga merangkap tempoh penjanaan adalah dalam lebih kurang 6 – 7 jam.
- o Jika diambil tempoh peralihan itu sebagai 7 jam, ini bermakna tempoh peralihan tersebut memerlukan masa sebanyak 25200 saat.  
Jika diambil;

$A = 12.57\text{m}^2$  , manakala  $v$  (halaju) ;  $gh$  2 yang mana  $g$  (pecutan graviti bumi yang ideal) = 10 dan  $h = 5$  meter, maka  $v = 2 \ 10 - \text{ms}$  .

$$V/t = (12.57)(10)$$

$$V = 12.57(10)(25200)$$

$$= 633.53 \times 10^3 @ 0.64\text{km}^2$$

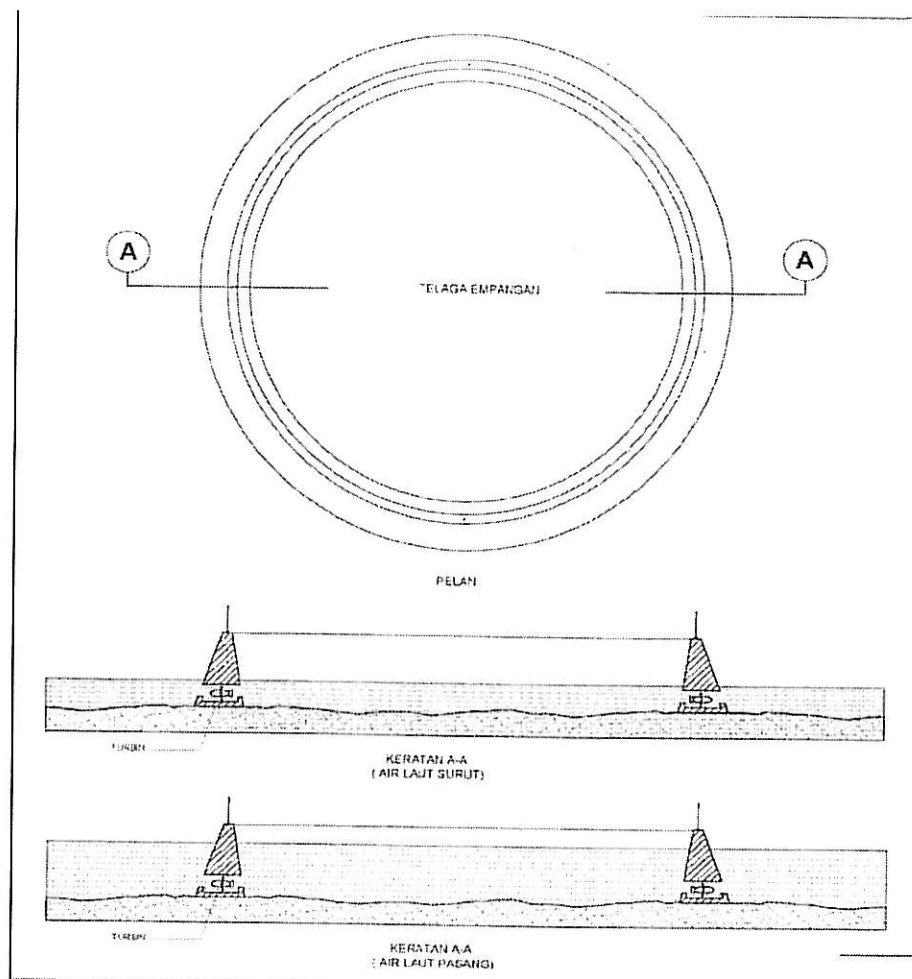
Untuk menganggarkan nilai jejari;

$$\pi j^2 = 633.53 \times 10^3$$

$$j^2 = 201.56 \times 10^3$$

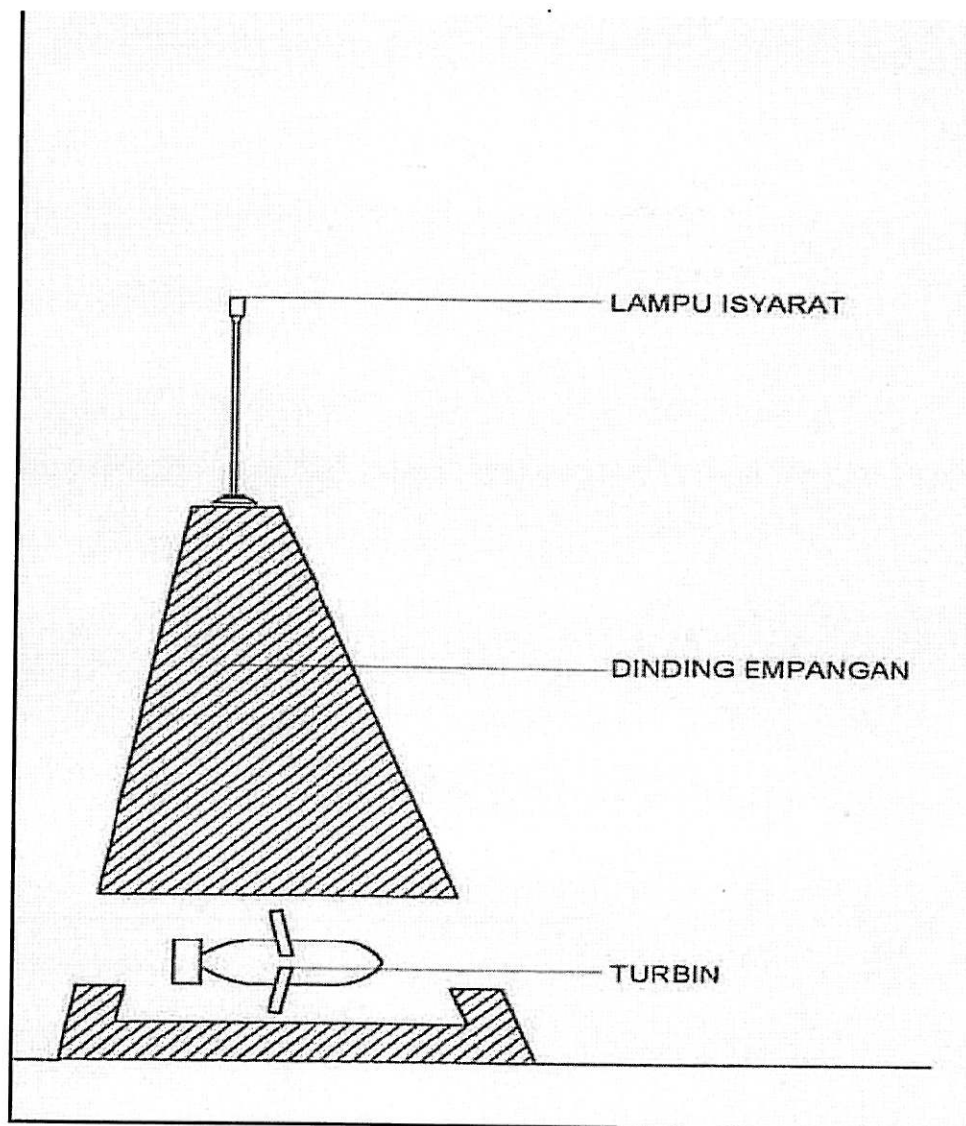
$$j = 450 \text{ meter}$$

Rajah 3.5.2 merupakan lukisan rentas penjana yang dimaksudkan. Harus ditekankan di sini bahawa bentuk binaan penjana tidaklah terlalu mengikut skema seperti yang dibentangkan. Ia hanya perlu mengikut struktur asas seperti yang ditunjukkan di dalam rajah 3.5.2. Bentuk tidak seharusnya berbentuk persegi. Ia boleh direka mengikut rekabentuk yang lain yang lebih sesuai kerana penjana yang berbentuk persegi memudahkan proses hakisan berlaku pada bucu binaan.



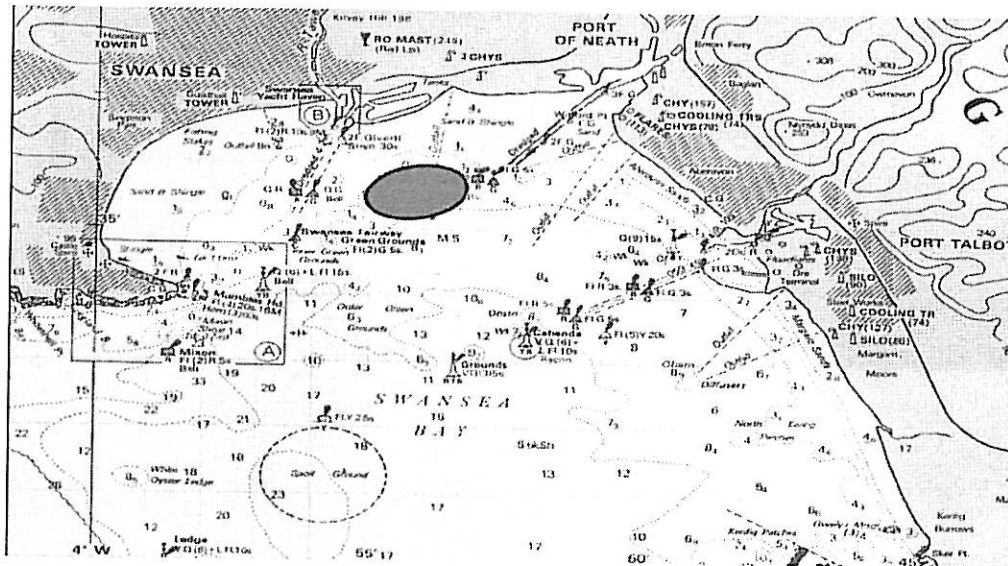
Rajah 3.5.2 Lukisan skematik asas penjana lepas pantai

Rajah 3.5.3 pula menunjukkan struktur asas dinding *impoundment* dari pandangan sisi.



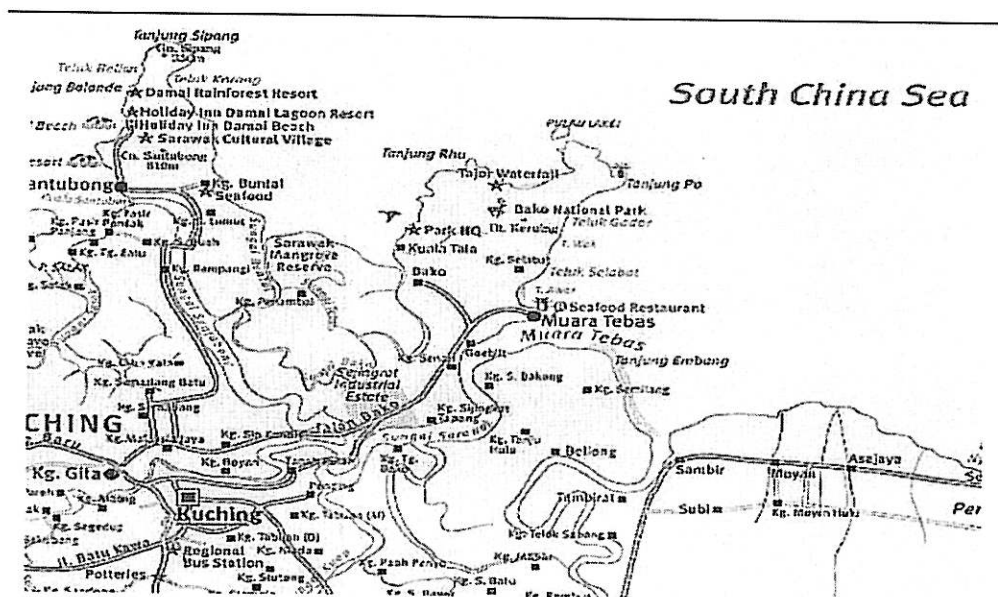
Rajah 3.5.3 Lukisan asas pandangan sisi dinding *impoundment*

Struktur asas dinding *impoundment* mesti dilengkapi dengan lampu isyarat. Fungsi lampu isyarat ini adalah sebagai penunjuk kedudukan penjana pada waktu malam ataupun pada waktu kabus tebal kepada pengguna pengangkutan air. Ia bolehlah dikatakan sebagai salah satu daripada langkah keselamatan yang ada pada penjana. Manakala rajah 3.5.4 pula merupakan kawasan dimana projek pembinaan penjana lepas pantai yang sedang dijalankan oleh Syarikat Tidal Electric di Swan Sea Bay di Wales.

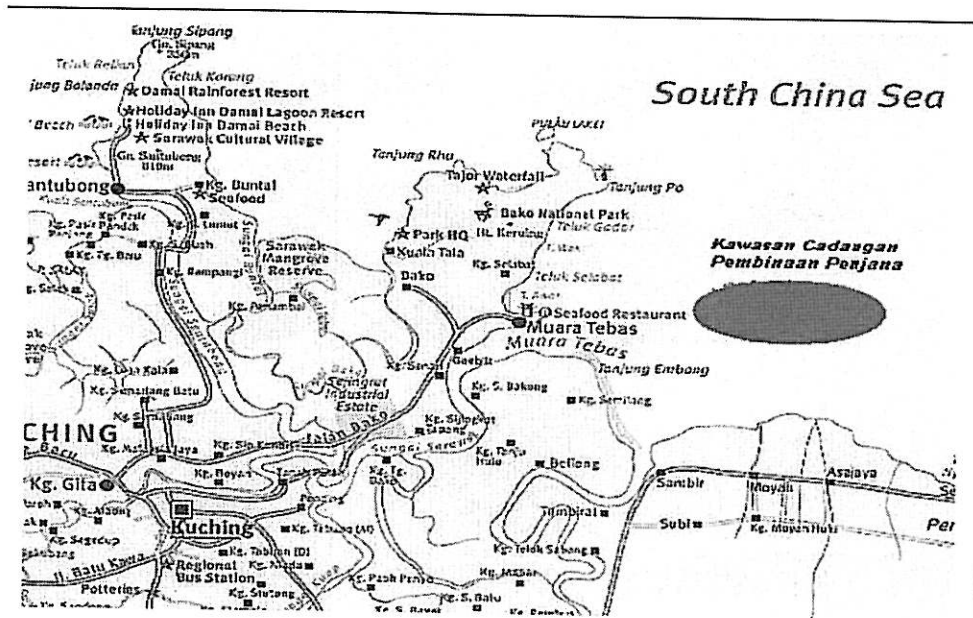


Rajah 3.5.4 Kawasan projek penjana lepas pantai oleh syarikat Tidal Electric

Daripada peta di atas diadapati bahawa penjana ini tidak bergantung pada bentuk muka bumi seperti penjana jenis *barrage*. Ia tidak menghalang laluan pengangkutan air dan tidak merubah bentuk muka bumi. Rajah 3.5.5 pula merupakan peta kawasan Sejingkat Sarawak yang merupakan kawasan kajian kes untuk penjana lepas pantai manakala rajah 3.5.6 pula menunjukkan kedudukan cadangan bagi penjana lepas pantai di kawasan tersebut.



Rajah 3.5.5 Peta kedudukan kawasan Sejingkat



Rajah 3.5.6 Peta dan gambaran kedudukan penjana lepas pantai di Sejingkat

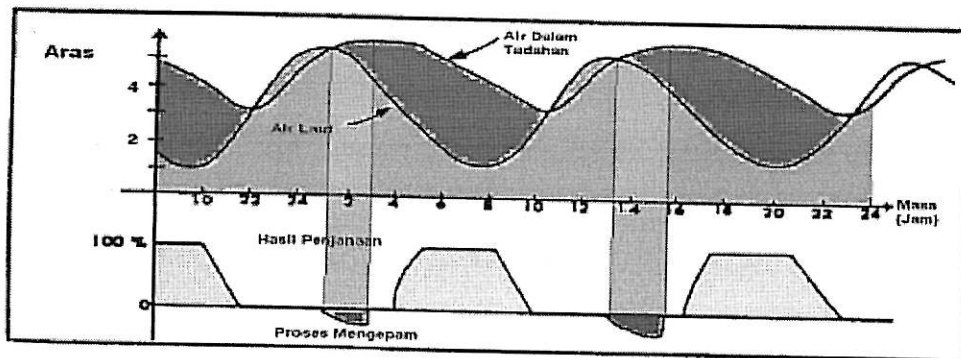
### 3.6 Proses Penjanaan

Perbezaan antara pasang dan surut merupakan faktor yang mempengaruhi penjanaan tenaga elektrik untuk penjana pasang surut air, sama ada untuk penjana lepas pantai mahupun jenis *barrage*. Satu kaedah yang paling mudah dalam tujuan untuk menjana tenaga elektrik ialah dengan menggunakan sistem satu kawasan tadahan atau digelar penjanaan satu peringkat. Kaedah lain adalah menggunakan penjanaan tiga peringkat (*Three Pool Generation*). Sungguh pun berbeza, namun konsep penjanaan adalah sama.

Penjanaan bermula apabila terdapat perbezaan ketinggian air di dalam kawasan tadahan dan di luar kawasan tadahan air (laut). Ini bermakna penjanaan akan menghasilkan jumlah kuasa yang sama walau setinggi mana air pasang. Apa yang berbeza adalah jumlah perbezaan ketinggian air ketika mula ia dilepaskan untuk dijana. Dengan ini jumlah tenaga yang dijana setiap masa adalah malar. Perbincangan lanjut akan dikupas dalam bab 5.

### 3.6.1 Penjanaan Satu Peringkat

Penjanaan satu peringkat merupakan satu kaedah penjanaan yang agak mudah. *Barrage* secara amnya adalah satu sistem penjanaan satu peringkat kerana ia hanya mempunyai satu kawasan tadahan. Rajah 3.6.1.1 menunjukkan hasil daripada anggaran penjanaan mengikut penjanaan satu peringkat di Sejingkat, Sarawak pada 4 Mac 2002 .



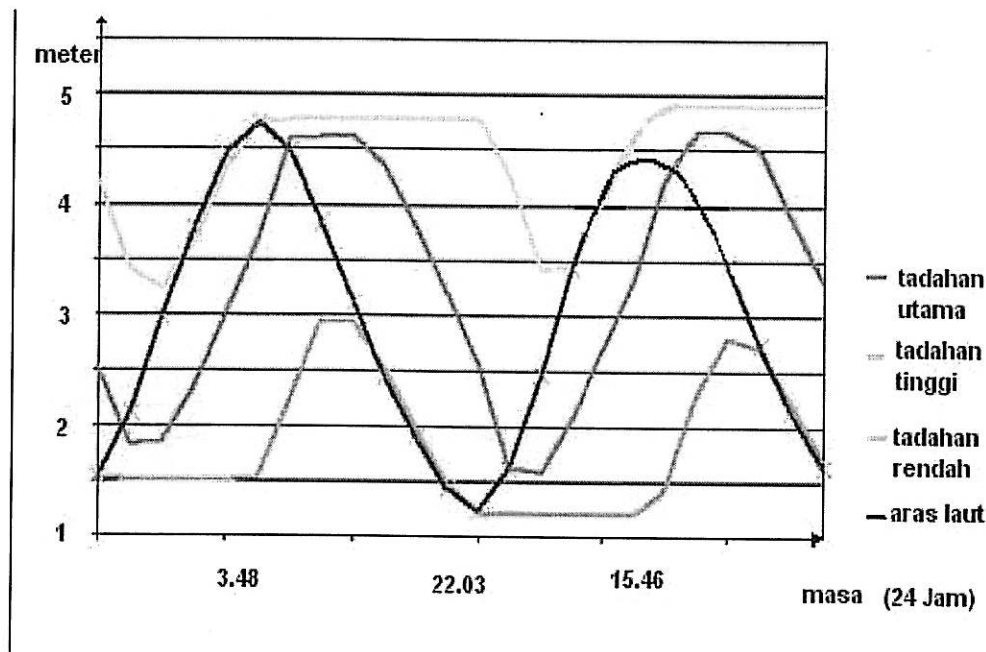
Rajah 3.6.1.1 Anggaran penjanaan elektrik mengikut penjanaan satu peringkat

Dalam sistem ini didapati terdapat satu masa di mana proses mengepam dilakukan. Proses mengepam ini dilakukan untuk meningkatkan masa untuk penjanaan bagi memenuhi permintaan. Sistem pam ini telah pun digunakan di penjana pasang surut di La Rance, Perancis. Maka dengan itu, satu sistem kawalan telah dibentuk bagi menentukan masa yang sesuai untuk proses mengepam. Penentuan bagi sistem kawalan ini akan diuji dalam bab yang seterusnya.

### 3.6.2 Penjanaan Tiga Peringkat (*Three Pool Generation*)

Penjanaan tiga peringkat melibatkan penambahan 2 kawasan tadahan bertujuan menampung keperluan penjanaan ketika aras perbezaan ketinggian adalah minima. Hasilnya adalah lebih efisien kerana penggunaan pam yang tidak begitu ketara disamping hasil penjanaan yang lebih stabil. Rajah 3.6.2.1 menunjukkan data anggaran yang diperoleh hasil cerapan penggunaan skim penjanaan tiga peringkat untuk 19 Oktober 2002 di Sejingkat Sarawak.





Rajah 3.6.2.1 Graf anggaran penggunaan skim penjanaan tiga peringkat di Sejingkat, Sarawak pada 19 Oktober 2002

Penjanaan tiga peringkat menghasilkan faktor beban yang lebih tinggi dengan pembekalan kuasa 81% setiap masa, 19 jam 44 minit daripada 24 jam. Namun begitu, dengan menggunakan skim ini, perlu ada penambahan kawasan tadahan. Penambahan ini hanyalah melibatkan peningkatan keperluan material pembinaan sebanyak 40%. Walaupun kos pembuatan meningkat sebanyak 15% tetapi faktor beban telah meningkat sebanyak 30%. Ini bukanlah suatu yang merugikan.

### 3.7 Turbin

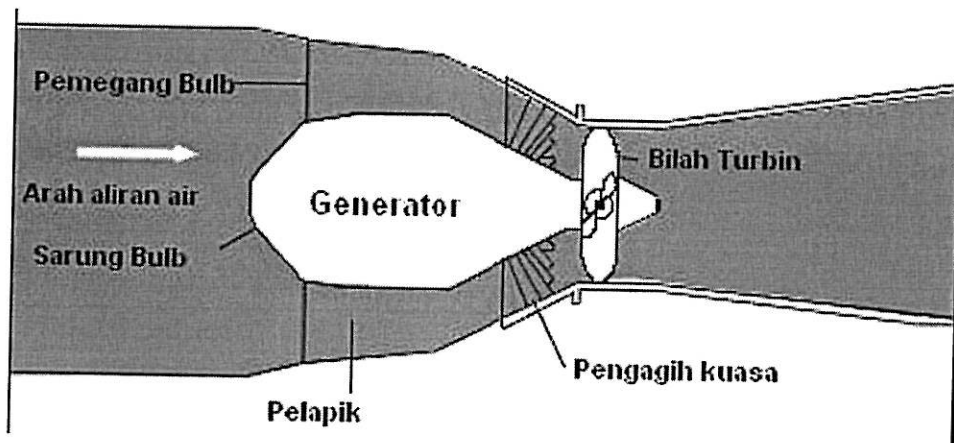
Turbin adalah sebahagian daripada penjana. Ia merupakan mesin segerak kerana ia berupaya menukarkan tenaga kinetik kepada tenaga elektrik. Ia beroperasi pada kelajuan dan frekuensi yang tertentu. Penjana segerak di stesen janakuasa merupakan mesin segerak 3 fasa. Terdapat berbagai jenis turbin. Penggunaan setiap turbin pula bergantung kepada keperluan penjanaan.

### 3.7.1 Faktor Pemilihan turbin

Dalam penjanaan tenaga elektrik elektrik menggunakan penjana lepas pantai, pemilihan turbin bergantung kepada keadaan operasi dan keadaan persekitaran (hakisan dan gelembung tekanan dalaman). Berikut merupakan faktor yang mempengaruhi pemilihan turbin:

- o Aras terendah air (surut),
- o Kepelbagaian aras ketinggian air dan kadar aliran,
- o Keperluan untuk menggunakan pam atau tidak,
- o Penjanaan dua arah atau tidak,
- o Kekekapan penjanaan.

Turbin yang digunakan untuk penjanaan pasang surut air adalah serupa dengan semua jenis turbin yang digunakan dalam skim penjanaan tenaga hidro iaitu turbin bulb dan jenis rim. Kepelbagaian ketinggian aras air diatasi dengan menggunakan sistem regulasi dua peringkat. Generator untuk turbin bulb diletakkan dalam turbin bulb itu sendiri (raajah 3.7.1.1 ).



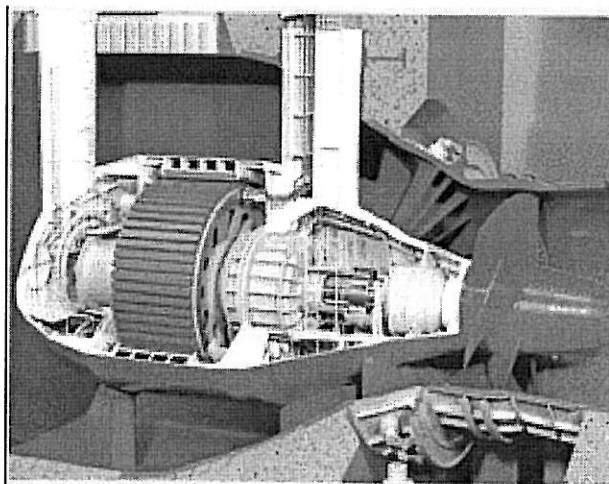
Rajah 3.7.1.1 Struktur asas turbin bulb

Seperti yang telah diterangkan sebelum ini, penjanaan tenaga pasang surut air melibatkan pertukaran aras air yang rendah. Oleh itu, keperluan yang paling kritikal dalam pemilihan turbin adalah kemampuan menjana tenaga elektrik walaupun ketika aras air adalah rendah. Di sini terdapat beberapa pilihan untuk jenis-jenis turbin bulb.

### 3.7.1.1 Turbin Bulb Hitachi

Model bagi turbin bulb yang digunakan di Tadami, Jepun ditunjukkan seperti di dalam rajah 3.7.1.1.1. Berikut merupakan ciri-ciri bagi turbin bulb tersebut:

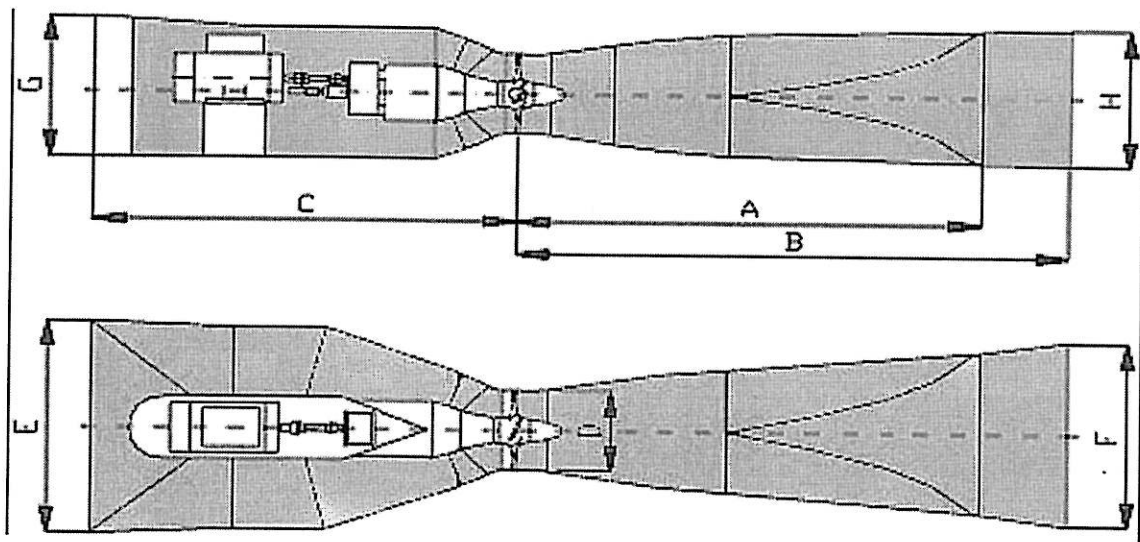
- o Aras ketinggian maksima air adalah 40meter.
- o Kuasa keluaran adalah dari 10 megawatt sehingga 100 megawatt.
- o Di Tadami (Jepun), paras ketinggian maksima 20.7m dan boleh menjana kuasa maksimum 65.8Mwatt.
- o Di Lingitan (China) pula, paras ketinggian maksima adalah 13.2m dan boleh menjana kuasa maksimum 34 megawatt.



Rajah 3.7.1.1.1 Model turbin bulb yang digunakan di Tadami, Jepun

### 3.7.1.2 Turbin Bulb Kaplan.

Turbin Kaplan adalah turbin yang membenarkan kadar aliran air yang bergerak secara terus. Turbin ini direka untuk ketinggian air yang minima iaitu 1.5 sehingga 23 meter dan kadar aliran dari  $1.34 \text{ m}^3/\text{s}$  hingga  $1360 \text{ m}^3/\text{s}$ . Rajah 3.7.1.2.1 adalah rajah turbin bulb Kaplan dan jadual 3.7.1.2.1 pula menunjukkan ukuran dimensi turbin tersebut.



Rajah 3.7.1.2.1 Lukisan rentas turbin bulb Kaplan

Jadual 3.7.1.2.1 Jadual orientasi ukuran bagi turbin bulb Kaplan

A	B	C	D	E	F	G	H
4.300	5.125	3.915	1.000	2.640	2.300	1.765	1.715
5.385	6.400	4.850	1.250	3.300	2.870	2.200	2.140
6.030	7.175	5.300	1.400	3.700	3.210	2.470	2.400
6.895	8.200	5.800	1.600	4.225	3.670	2.820	2.740
7.750	9.225	6.400	1.800	4.750	4.130	3.170	3.080
8.615	10.250	7.300	2.000	5.280	4.590	3.530	3.425

### 3.8 Simulasi Projek

Setelah mendapatkan persamaan untuk kuasa yang bakal dijana, persamaan tersebut haruslah di simulasikan agar dapat dikenal pasti sama ada penjanaan tenaga elektrik menggunakan penjana lepas pantai, mampu membekalkan kuasa elektrik pada kadar yang diharapkan.

#### 3.8.1 Eksperimentasi Melalui Model

Penghasilan model penjana lepas pantai ini adalah bertujuan menengenal pasti sistem kawalan yang bersesuaian bagi skim penjanaan satu peringkat bagi penjana lepas pantai. Terdapat 3 bahagian utama dalam penghasilan model.

- Sensor
- *Programmable Logic Control (PLC)*
- Aturcara *Visual Basic*

##### 3.8.1.1 Sensor

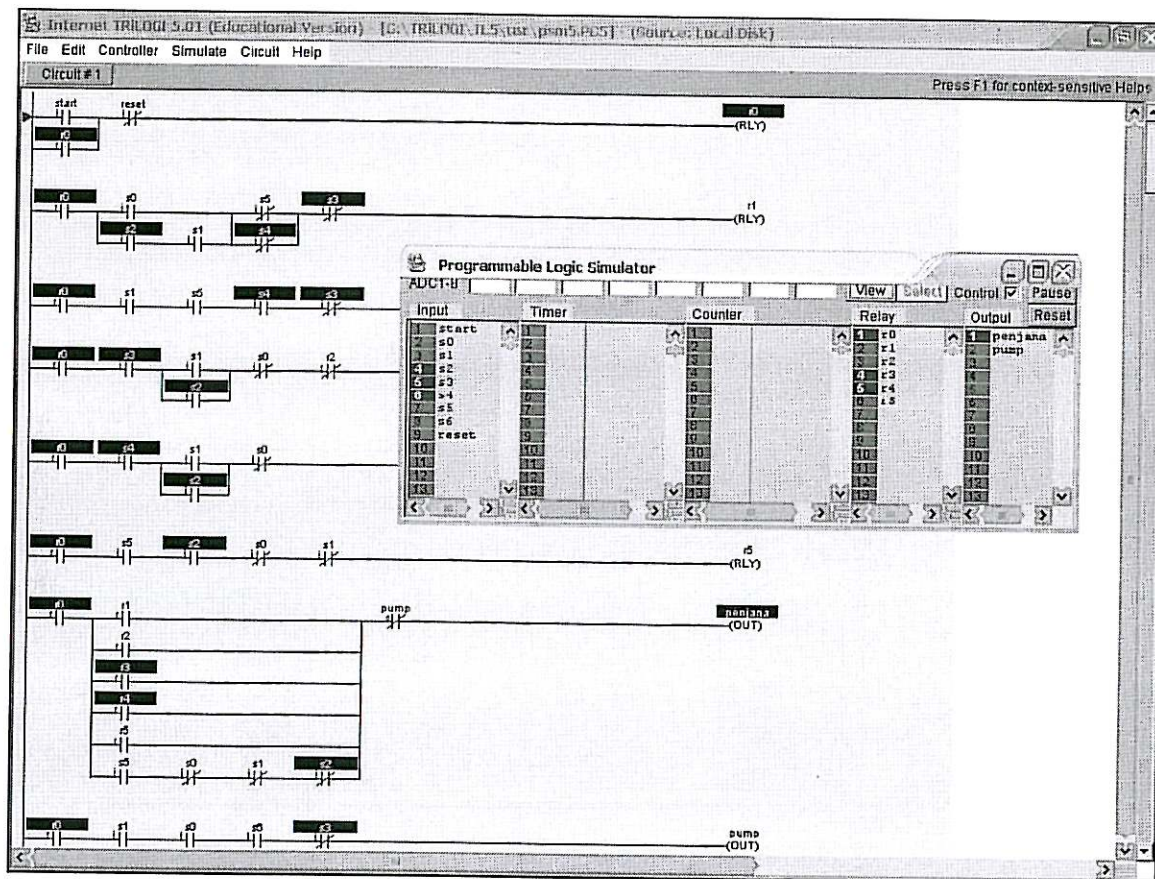
Sensor yang digunakan untuk model adalah gabungan beberapa komponen elektronik bagi membentuk satu litar pengesanan yang mampu mengesan kehadiran air. Litar yang digunakan adalah litar yang dikenali sebagai 'pasangan Darlington'. Perbincangan yang lebih teliti akan dibentangkan dalam bab yang seterusnya.

##### 3.8.1.2 PLC

PLC merupakan salah satu kaedah yang digunakan untuk mengawal satu sistem operasi. Ianya amat mudah untuk dipelajari tetapi agak sukar untuk diimplementasi ke dunia nyata. PLC yang digunakan di sini dikenali sebagai *Ladder Diagram*. Mengikut penyelidikan yang telah dilakukan, diadapati bahawa kebanyakan sektor perindustrian masih menggunakan PLC jenis *Ladder Diagram* sebagai aturcara kawalan mereka. Maka,



dengan ini adalah wajar untuk menggunakan PLC *Ladder Diagram* bagi membentuk sistem kawalan model penjanaan satu peringkat. Rajah 3.8.1.2.1 merupakan satu daripada contoh aturcara PLC menggunakan *Ladder Diagram*.



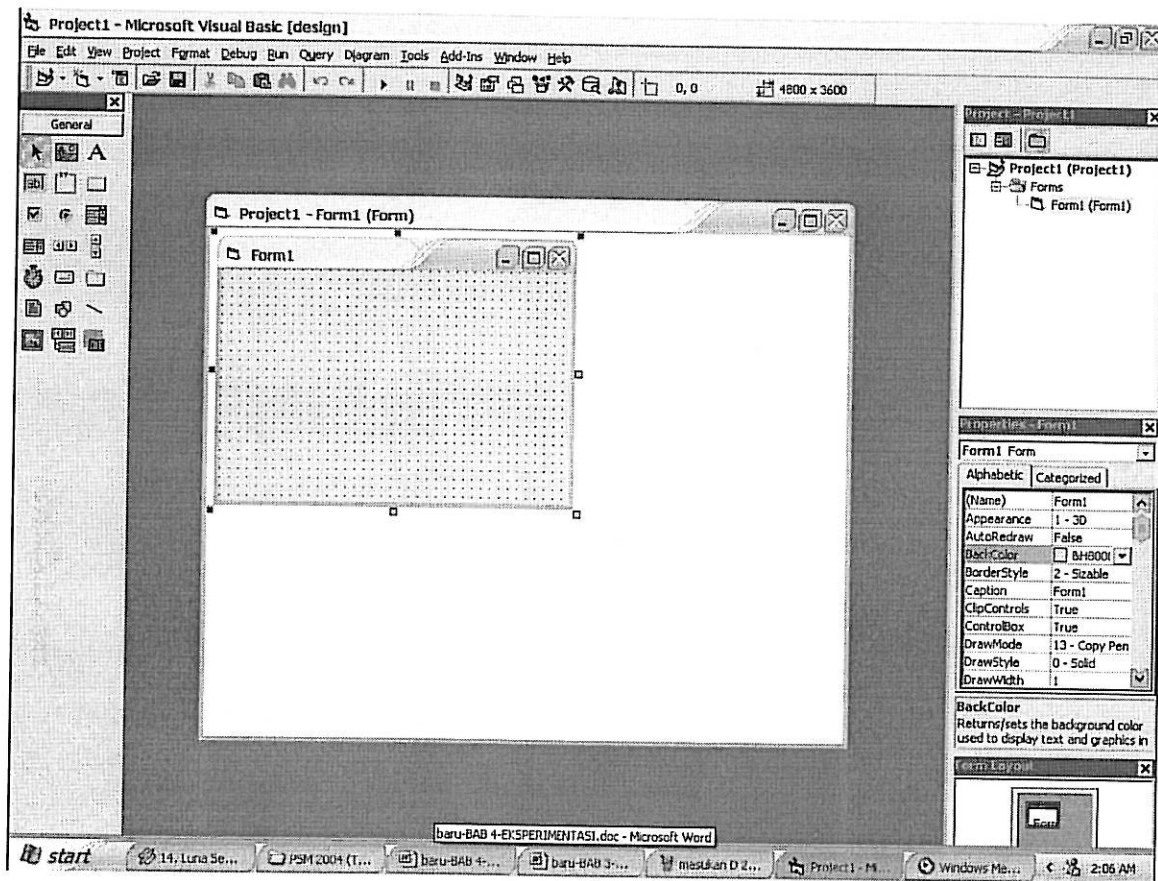
Rajah 3.8.1.2.1 Contoh aturcara PLC menggunakan *Ladder Diagram*

### 3.8.1.3 Aturcara *Visual Basic*

Visual Basic adalah salah satu cara yang paling mudah untuk merekabentuk bentuk satu *operation system* OS (sistem operasi) yang untuk *Windows*. Ia adalah lebih mesra pengguna berbanding dengan sistem pengaturcaraan yang lain seperti "C".

Terdapat beberapa cara untuk menulis aturcara (*source code*) untuk Visual Basic. Namun cara yang paling popular adalah dengan menggunakan *Pseudocode*. *Source code*

ini adalah menyerupai frasa-frasa ringkas berbahasa Inggris. Rajah 3.8.1.3.1 merupakan paparan untuk mereka bentuk satu aturcara dengan menggunakan program *Visual Basic*.



Rajah 3.8.1.3.1 Paparan untuk permulaan aturcara *Visual Basic*

## BAB IV

### DATA DAN PERBINCANGAN

#### 4.1 Pengenalan

Terdapat dua skim untuk penjanaan tenaga elektrik melalui penjana lepas pantai (*offshore*) iaitu penjanaan satu peringkat dan penjanaan tiga peringkat. Untuk skim penjanaan satu peringkat, satu sistem kawalan perlu diadakan bagi menentukan masa yang sesuai untuk menghidupkan pam bagi mengepam air masuk ke dalam penjana agar terdapat perbezaan aras air di dalam penjana dan di luar penjana. Eksperimentasi ini melibatkan model kawalan untuk sistem kawalan penjanaan satu peringkat.

Model bagi penjanaan satu peringkat ini terdiri daripada 3 bahagian utama iaitu, penentuan sensor aras ketinggian air, simulasi hasil daripada sensor ketinggian air ke dalam aturcara *Visual Basic* dan sistem kawalan bagi mengawal pam dengan menggunakan kaedah *Programmable Logic Control (PLC)*.

#### 4.2 Litar Sensor Elektronik

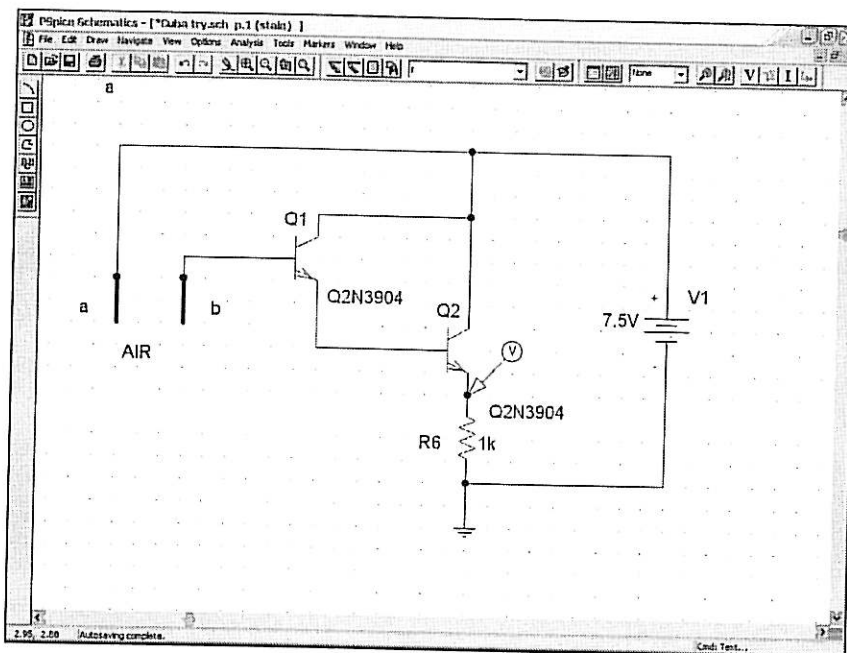
Untuk menghasilkan model penjana satu peringkat, beberapa sensor diperlukan bagi mengesan ketinggian aras air di dalam kawasan takungan air. Konsep asas sensor yang diperlukan ialah apabila sensor mengesan kehadiran air, arus elektrik akan mengalir dan arus inilah yang berfungsi sebagai input untuk aturcara *Visual Basic* dan PLC. Oleh kerana kedua-dua program ini memerlukan input yang sama, maka jenis sensor yang digunakan untuk kedua-dua program ini adalah sama.



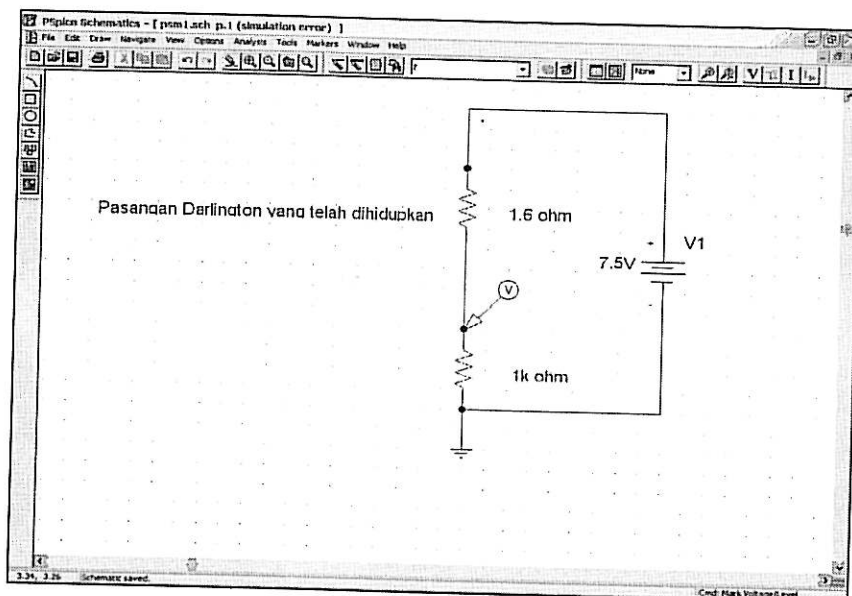
### 4.2.1 Sambungan Darlington

Nadi utama untuk sensor ini ialah pasangan Darlington. Pasangan Darlington biasanya digunakan di dalam litar penguat. Selain itu, pasangan Darlington dipilih kerana cirinya yang membolehkan ia berfungsi sebagai suis.

Apabila *probe* 'a' dan *probe* 'b' dicelup ke dalam air, litar akan menjadi litar pintas (lihat rajah 4.2.1.1). Ini akan menghidupkan pasangan Darlington. Nilai perintang pada kaki pemancar (*emitter*) tidak perlu dispesifikasikan kepada nilai tertentu. Ini kerana setelah pasangan Darlington dihidupkan, ia seolah-oleh menjadi sebuah perintang yang bernilai tertentu (lihat rajah 4.2.1.2).

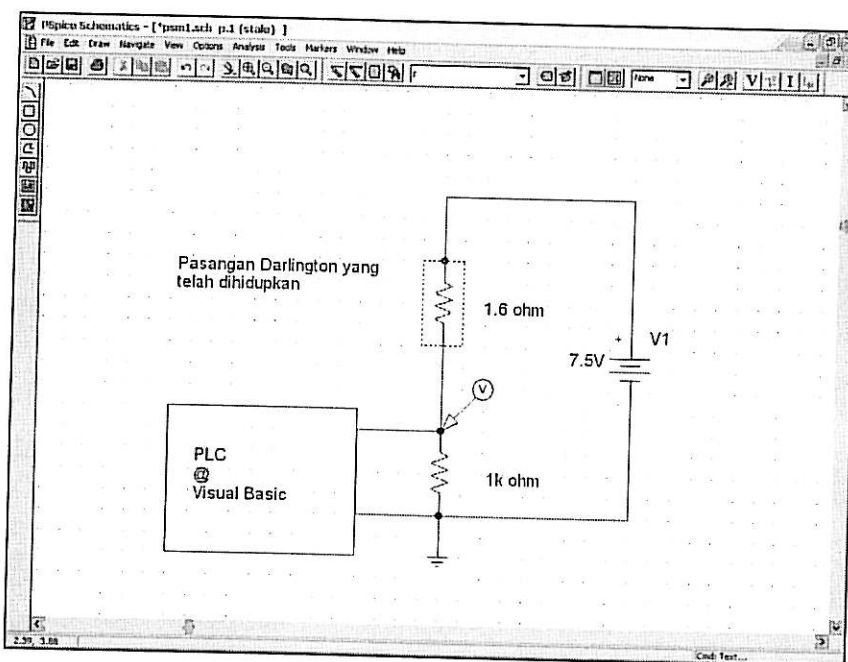


Rajah 4.2.1.1 Litar skematik pasangan Darlington dan *probe*



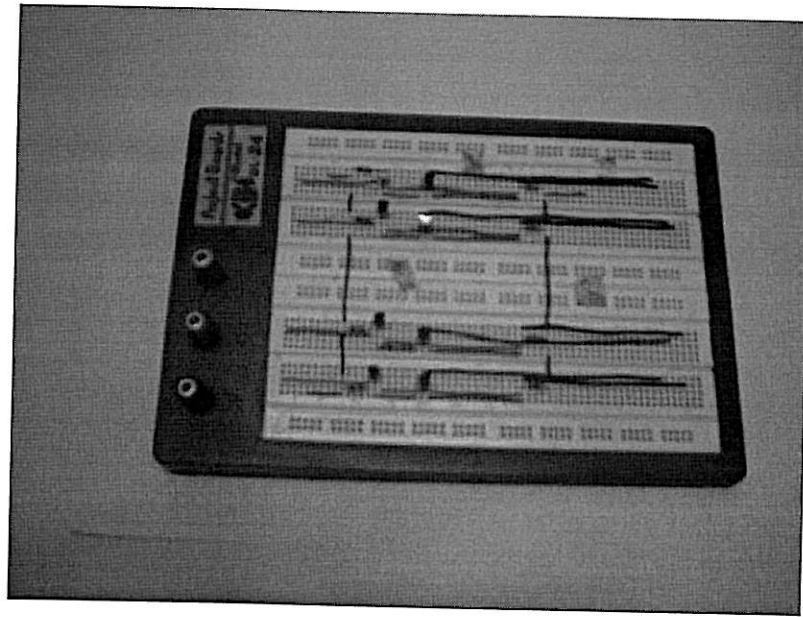
Rajah 4.2.1.2 Litar setara untuk pasangan Darlington setelah dilitar pintas

Untuk membekalkan *input* kepada PLC dan aturcara *Visual Basic*, satu penyambungan lain pula perlu dilakukan. *Input* bagi PLC adalah nilai voltan yang bernilai dalam lingkungan 6 sehingga 12 volt (bergantung kepada jenis relay yang digunakan), manakala *input* untuk aturcara *Visual Basic* pula adalah bernilai dalam lingkungan 5 volt. Sambungan dari litar sensor ke program-program tersebut pula adalah seperti dalam gambarajah 4.2.1.3 di bawah.



Rajah 4.2.1.3 Litar konsep sambungan sensor ke program PLC atau *Visual Basic*

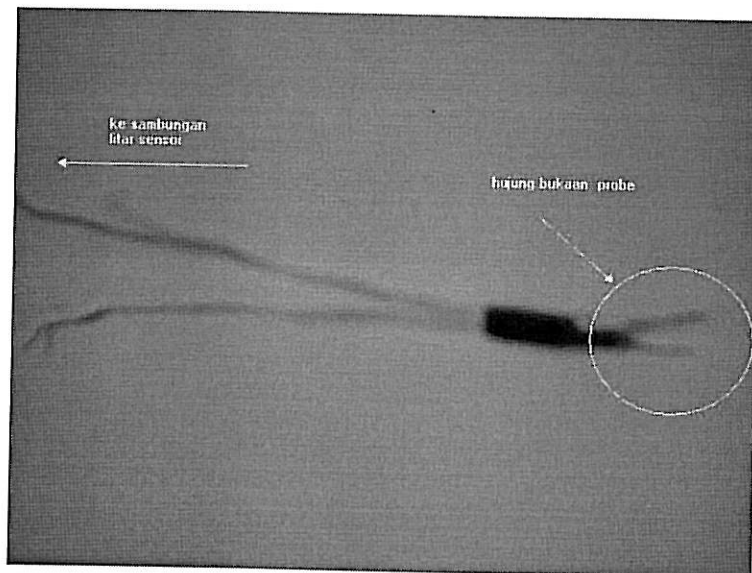
Rajah 4.2.1.4 merupakan susunan 3 set litar sensor. Sebanyak 3 sensor yang digunakan untuk menghasilkan paparan keupayaan kuasa dan sebanyak 7 sensor digunakan untuk PLC.



Rajah 4.2.1.4 Litar sensor di atas *testing board*

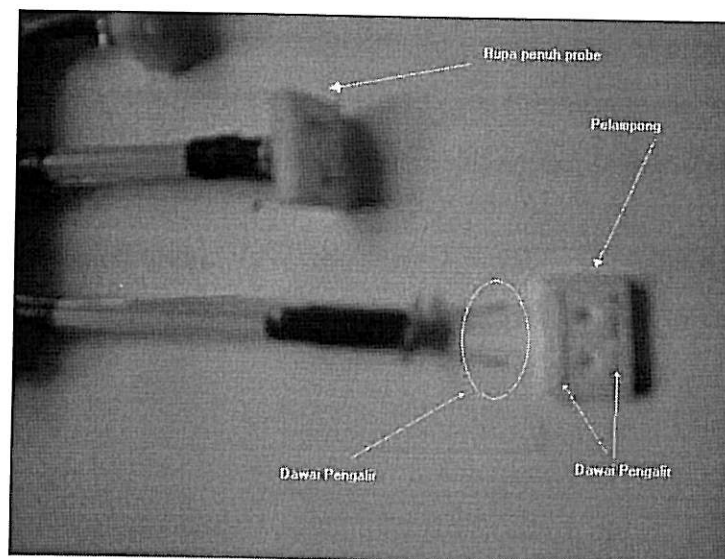
#### 4.2.2 *Probe* Mengesan Kehadiran Air

Konsep yang digunakan untuk mencipta sensor pengesanan ketinggian air ialah apabila *probe* mengesan kehadiran air, keadaan litar pintas akan berlaku. Ini bermakna air berfungsi sebagai pengalir (rujuk rajah 4.2.1.1). Sungguhpun air mempunyai kerintangan yang tinggi, namun dengan menggunakan litar pasangan Darlington, isyarat kecil (arus elektrik) yang melalui air dapat dibesarkan lalu dikesan. *Probe* direka hanya menggunakan dawai pengalir.

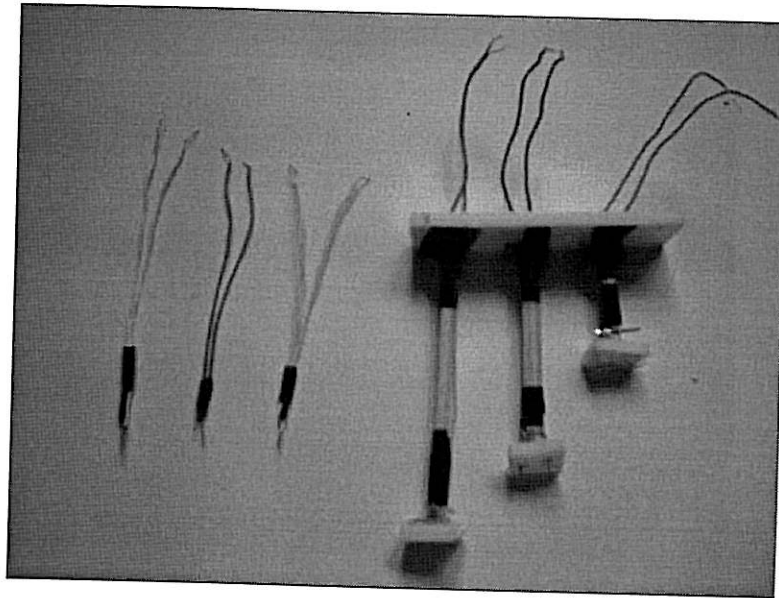


Rajah 4.2.2.1 Rupa bentuk *probe* untuk paparan *Visual Basic*

Namun begitu, rekacipta *probe* untuk menghidupkan geganti bagi PLC agak berlainan sedikit. Walaupun perintang  $1k\Omega$  adalah bernilai 7.5 volt, namun ia masih tidak dapat menghidupkan geganti 6 volt jika menggunakan air sebagai pengalir. Tetapi jika pengalir logam (bagi menggantikan air) digunakan, dan nilai perintang  $1k\Omega$  menjana nilai voltan 7.5 volt barulah relay 6 volt dapat dihidupkan. Maka satu lagi *probe* telah direka semata-mata untuk masalah ini. *Probe* ini adalah seperti yang terdapat dalam rajah 4.2.2.1. Rajah 4.2.2.3 pula adalah jenis-jenis *probe* yang digunakan untuk model penjanaaan elektrik satu peringkat .



Rajah 4.2.2.2 *Probe* untuk menghidupkan geganti

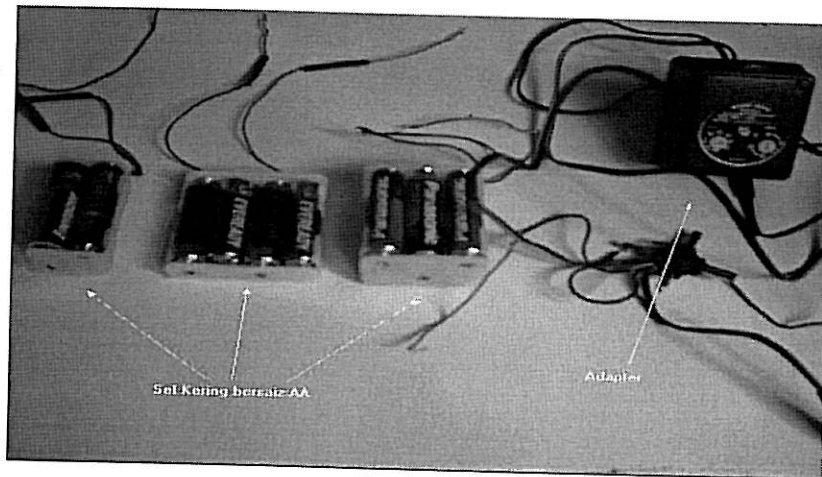


Rajah 4.2.2.3 *Probe* yang digunakan dalam pembikinan model penjanaan elektrik satu peringkat

#### 4.2.3 Sumber Vdc Untuk Menghidupkan Litar Sensor

Sumber voltan arus terus yang paling mudah adalah dengan menggunakan bateri sel kering bersaiz AA yang membawa nilai 1.5 setiap satu. Namun begitu, bateri sel kering menghadapi kemungkinan untuk cepat 'haus', dengan itu satu lagi sumber voltan arus terus telah digunakan iaitu *power supply*. *Power supply* berfungsi dengan menukar arus terus daripada soket elektrik iaitu 240 Vm kepada arus terus dan boleh dilaras mengikut keperluan.

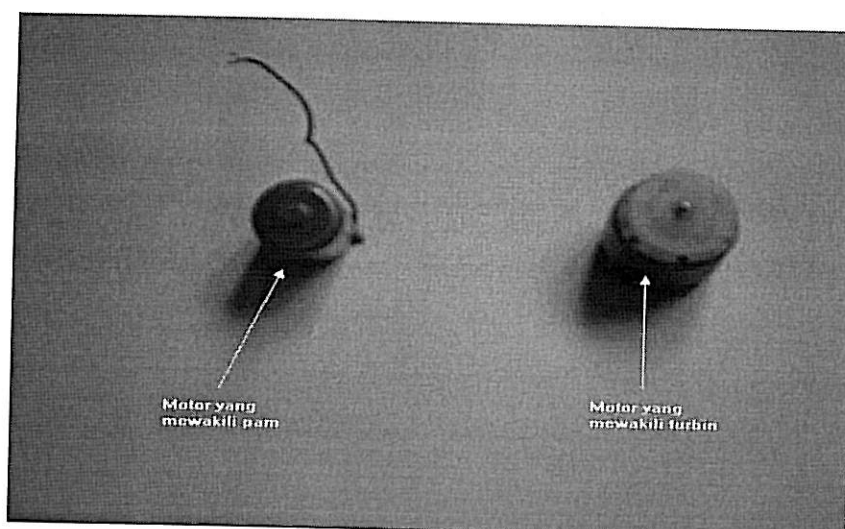
Dalam eksperimentasi ini *adapter* dipilih sebagai penerus. *Adapter* digunakan sebagai sumber kuasa bagi peralatan elektrik seperti *walkman*, *discman* dan *charger*. *Adapter* ini telah diubah suai, agar ia berfungsi sebagai *power supply*. Rajah 4.2.3.1 merupakan sumber voltan arus terus yang telah digunakan dalam eksperimentasi.



Rajah 4.2.3.1 Sumber kuasa untuk arus terus

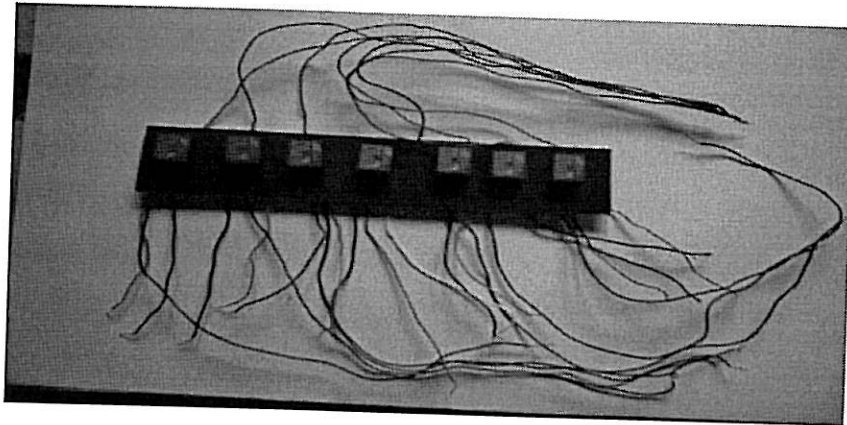
#### 4.2.4 Komponen Elektrik Yang Lain

Dalam pembentukan model penjanaan satu peringkat ini, terdapat tiga keluaran yang perlu dititik beratkan iaitu, masa untuk penggunaan pam, masa penjanaan dan potensi tenaga elektrik yang dijana. Potensi tenaga elektrik yang dijana dipaparkan dalam simulasi Visual Basic. Manakala masa penggunaan pam dan masa penjanaan ditentukan menggunakan PLC. Penggunaan pam dan masa penjanaan ini diwakili dengan motor arus terus seperti yang ditunjuk dalam rajah 4.2.41. Ini bermakna jika penggunaan pam diperlukan, motor yang mewakili pam akan beroperasi manakala jika penjanaan berlaku, motor yang mewakili penjana (turbin) pula akan berputar.



Rajah 4.2.4.1 Motor yang digunakan sebagai perwakilan pam dan turbin

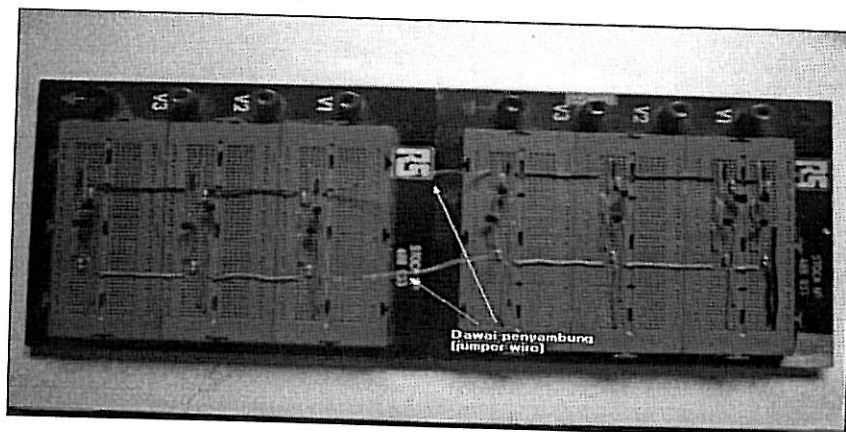
Geganti adalah satu komponen elektrik yang berfungsi sebagai suis. Ia mempunyai dua *mode* iaitu *commonly close* dan *commonly open*. Untuk eksperimentasi ini, banyak geganti telah digunakan. Contoh sambungan geganti adalah seperti dalam rajah 4.2.4.2. Jenis penyambungan untuk PLC adalah dalam *mode commonly open*. *Mode commonly open* bermakna litar buka. Maka pada keadaan awal, sambungan ke PLC adalah litar buka. Jika terdapat isyarat voltan dari sensor, geganti akan hidup, dan ia akan bertukar ke *mode commonly close* yang menyerupai litar tutup atau litar pintas lalu menghidupkan PLC.



Rajah 4.2.4.2 Relay 6 Vdc

#### 4.2.5 Jenis Sambungan Untuk Litar Sensor

Setiap daripada litar sensor memerlukan sumber kuasa arus terus untuk beroperasi. Oleh kerana ia tidak bergantung kepada nilai arus untuk berfungsi, maka cara penyambungan yang paling ideal ialah dengan menggunakan penyambungan selari seperti yang ditunjukkan dalam rajah 4.2.5.1.



Rajah 4.2.5.1 Sambungan selari litar sensor



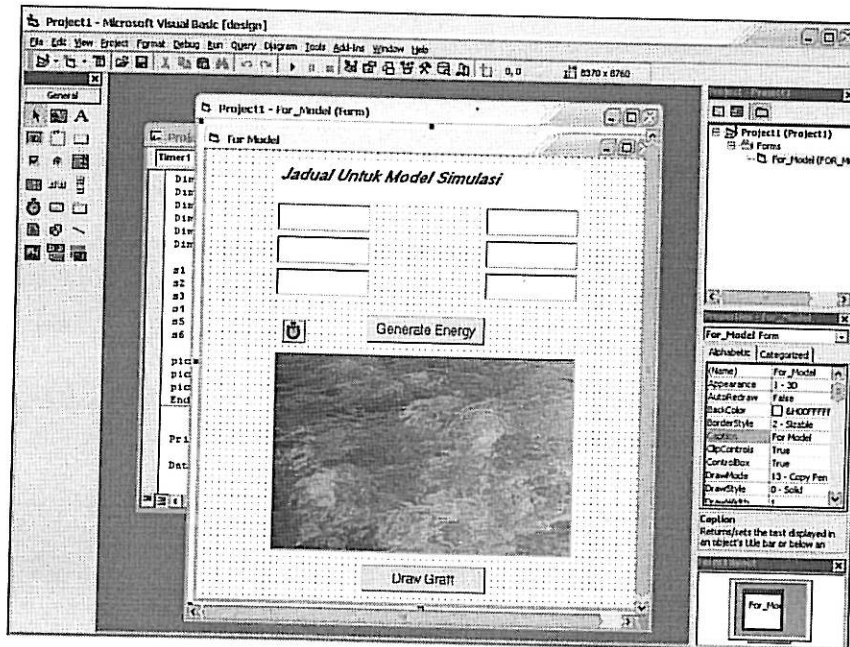
### 4.3 Penggunaan Aturcara *Visual Basic*

Dalam pembentukan model untuk skim penjanaan satu peringkat ini, aturcara *Visual Basic* digunakan untuk memaparkan jumlah potensi tenaga yang bakal dijana untuk sesuatu ketinggian air. Penciptaan *interface* untuk keluaran model ini agak mudah, namun untuk 'menarik' *external input* (masukan luaran) memerlukan satu *source code* yang agak spesifik diperlukan.

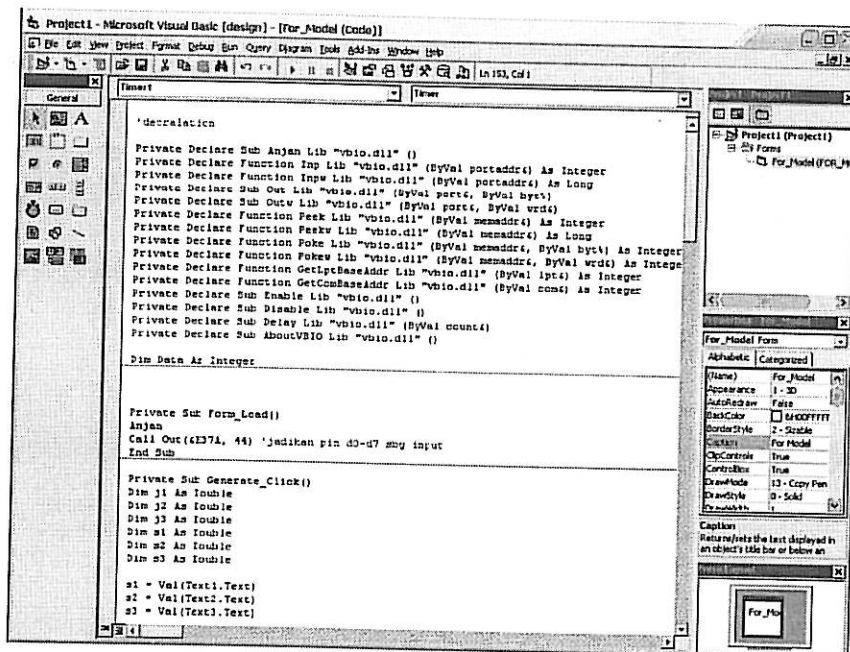
#### 4.3.1 Langkah-langkah Menyediakan *Interface* Keluaran Untuk Model

- Untuk menyediakan interface keluaran model, OS komputer yang sesuai perlu dipilih. Antara OS yang boleh digunakan adalah seperti Linux, Machintosh (untuk komputer *Apple*) dan *Microsoft Windows*. Untuk aturcara *Visual Basic*, OS *Windows* adalah yang bersesuaian.
- Namun, OS *Windows Me* merupakan OS yang lebih sesuai berbanding dengan *Windows Xp* kerana *Windows Xp* tidak membenarkan *input/output* (i/o) secara terus kerana ia mempunyai sistem *security* yang amat ketat. Contoh i/o yang biasa digunakan adalah mesin pencetak, mesin fax dan mesin pengimbas.
- OS *Visual Basic* pula perlu dibentuk terlebih dahulu sebelum penyambungan i/o dilakukan. Rajah 4.3.1.1 menunjukkan contoh *interface* paparan yang direka manakala rajah 4.3.1.2 merupakan contoh *source code* bagi *interface* tersebut.





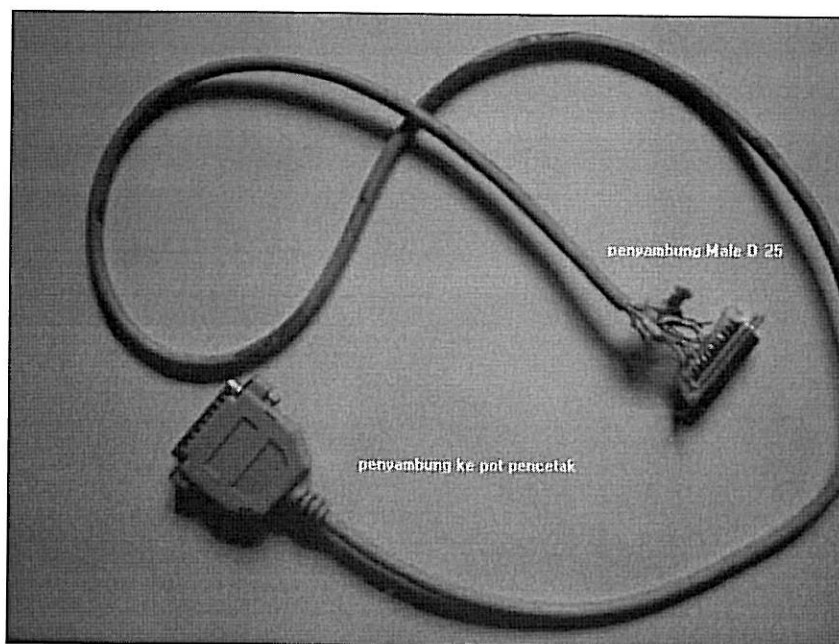
Rajah 4.3.1.1 *Interface* untuk paparan keluaran potensi kuasa yang dijana mengikut ketinggian.



Rajah 4.3.1.2 *Source code* untuk paparan keluaran potensi kuasa yang dijana mengikut ketinggian.

- Model perkakasan pula dapat dihubungkan dengan operasi sistem komputer dengan menggunakan talian kabel pencetak yang juga dikenali sebagai *parallel port*.

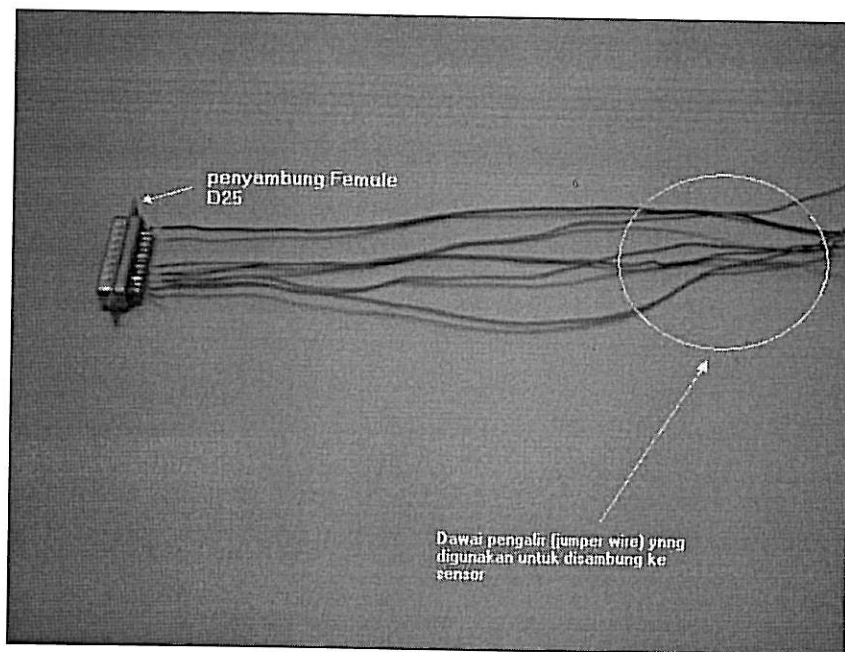
Seperti di dalam rajah 4.3.1.3, kabel pencetak telah diubah suai bagi membuat penyambungan dari sensor ke komputer melalui *parallel port* (pot pencetak). Hujung yang sepatutnya disambung dengan pencetak telah dikerat, maka perlulah dikenal pasti setiap wayar yang mewakili setiap masukan perlulah dikenal pasti. Oleh kerana terdapat 25 masukan, maka terdapat 25 wayar yang mewakili setiap satunya.



Rajah 4.3.1.3 Kabel pencetak yang telah diubah suai untuk penyambungan antara komputer dan litar sensor.

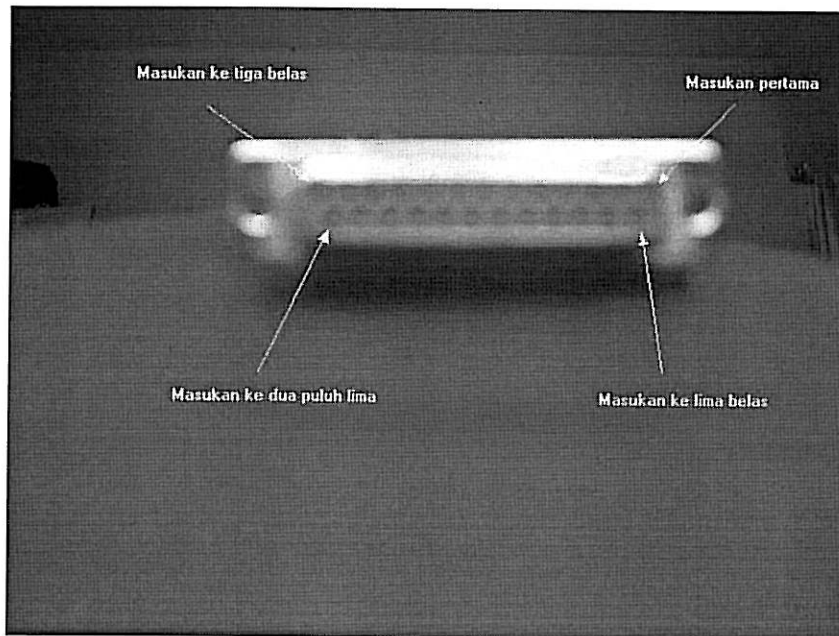
Untuk mengenal pasti wayar yang mewakili masukan tertentu, pengujian menggunakan multimeter perlu dilakukan. Jika *probe* multimeter diletakkan pada masukan dan wayar yang betul, maka multimeter akan memberikan bacaan. Setelah dikenal pasti setiap wayar yang mewakili setiap masukan, maka label perlu diletakkan untuk mengelakkan kekeliruan dan disambung pada *male D 25*.

*Female D 25* digunakan untuk sambungan yang hendak di sambung kepada sensor. Jumlah sambungan ini bergantung kepada jumlah sensor yang juga merupakan jumlah masukan. Dalam model ini, 3 sensor digunakan untuk mengesan potensi tenaga yang dijana pada setiap ketinggian. Oleh itu, jumlah sambungan yang diperlukan adalah sebanyak 4. Wayar yang ke empat disambung kepada masukan ke 25 yang mewakili 'bumi'. Wayar pertama hingga ke tiga disambung kepada masukan pertama hingga masukan ke tiga setiap satunya seperti yang ditunjukkan dalam rajah 4.3.1.4.



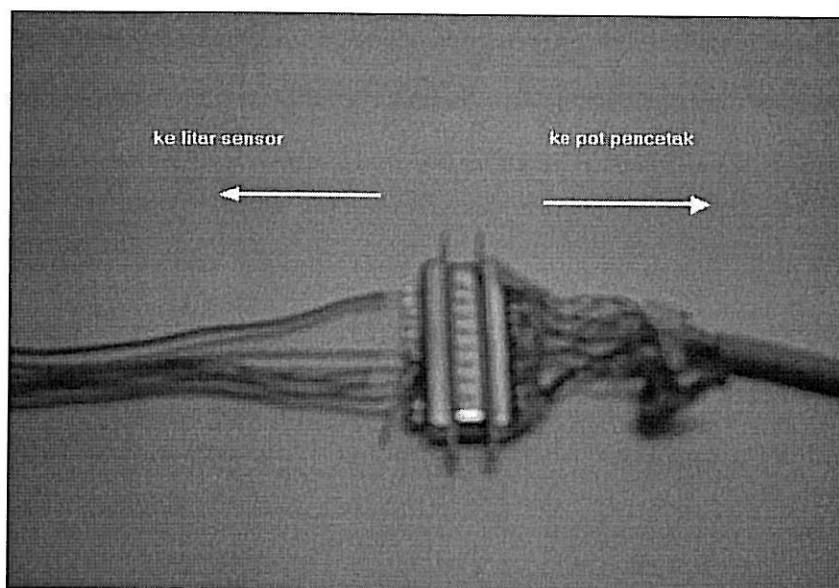
Rajah 4.3.1.4 Penyambung *female* D 25

Pada penyambung *female* D 25 mempunyai 25 keluaran yang disambung kepada penyambung *male* D 25 masukan. Masukan ke 25 adalah masukan 'bumi' dan ia tidak boleh digunakan sebagai laluan pemindah maklumat. Setiap masukan mewakili nilai tertentu. Contohnya masukan 1 mewakili nilai bit 1, masukan 2 mewakili nilai bit 2 dan masukan 3 mewakili nilai bit 4. Boleh dirumuskan bahawa; nilai bit =  $1.2 - \text{masukan no.}$  Gambaran masukan pada *female* D 25 boleh dilihat pada rajah 4.3.1.5.



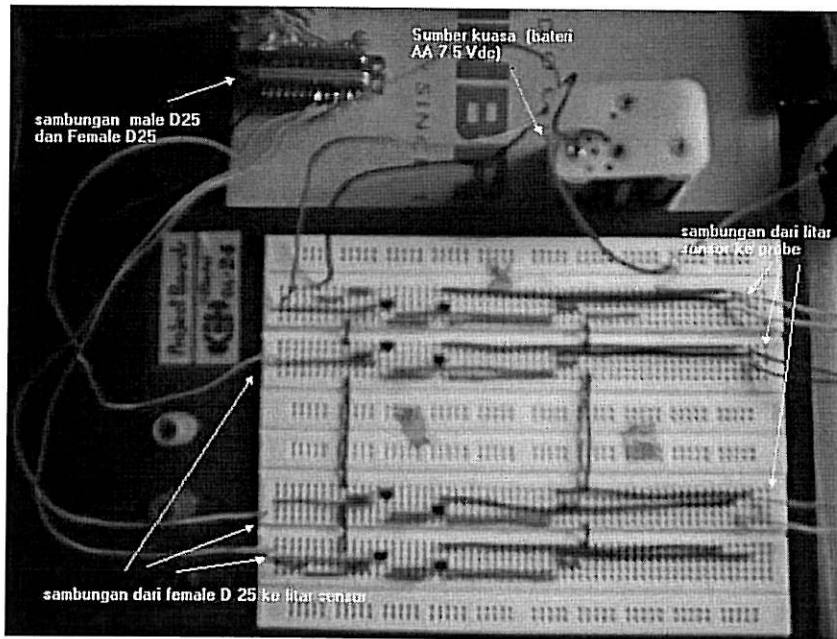
Rajah 4.3.1.5 Masukan pada penyambung *male D 25*

Oleh itu, *source code* untuk aturcara *Visual Basic* adalah berbeza mengikut masukan yang digunakan. Untuk aturcara paparan ini, 3 masukan telah digunakan. Rajah 4.3.1.6 menunjukkan penyambungan untuk sensor dengan komputer yang dilakukan melalui *female D 25* (yang mewakili komputer) dan *male D25* (yang mewakili sensor).



Rajah 4.3.1.6 Penyambungan antara *male D 25* dan *female D 25*

Rajah 4.3.1.7 pula menunjukkan penyambungan lengkap untuk litar sensor yang hendak disambung dengan komputer untuk paparan potensi tenaga elektrik dengan menggunakan aturcara *Visual Basic*.



Rajah 4.3.1.7 Penyambungan antara *probe*, sumber kuasa litar sensor dan penyambung *female D 25* dengan litar sensor

```

Project1 - Microsoft Visual Basic [design] - (For_Model (Code))
Dim s1 As Double
Dim s2 As Double
Dim s3 As Double
s1 = Val(Text1.Text)
s2 = Val(Text2.Text)
s3 = Val(Text3.Text)
s4 = Val(Text4.Text)
s5 = Val(Text5.Text)
s6 = Val(Text6.Text)

pic.Line (Text1.Text - 0.5, Text4.Text)-(Text1.Text + 0.5, 0), , B
pic.Line (Text2.Text - 0.5, Text5.Text)-(Text2.Text + 0.5, 0), , B
pic.Line (Text3.Text - 0.5, Text6.Text)-(Text3.Text + 0.5, 0), , B
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
Data = Inp($H37D) 'baca data dari parallel port
If (Data And 4) = 4 Then 'tuk bit ke-3
Text1.Text = "5"
Else
Text1.Text = ""
End If
If (Data And 2) = 2 Then 'tuk bit ke-2
Text2.Text = "3"
Else
Text2.Text = ""
End If
If (Data And 1) = 1 Then 'tuk bit ke-1
Text3.Text = "1"
Else
Text3.Text = ""
End If
End Sub

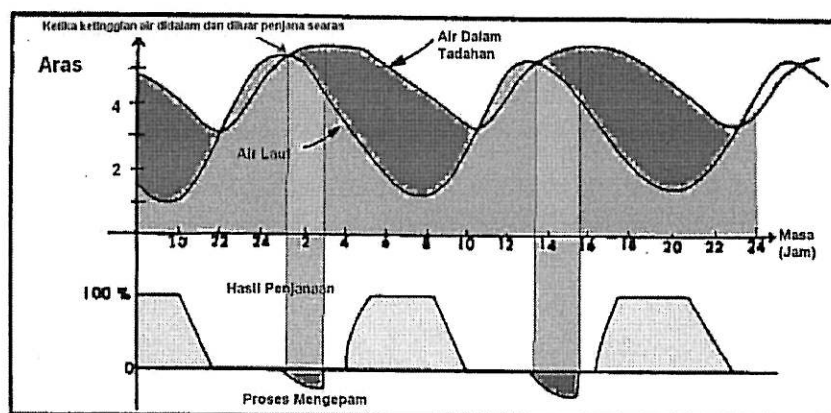
```

Rajah 4.3.1.8 Aturcara paparan untuk menentukan masukan yang digunakan sebagai medium penghantaran

Dalam aturcara tersebut, operasi *timer* perlu disertakan (rujuk rajah 4.3.1.1) bagi memastikan ketika operasi dimulakan, sistem akan mengesan denyut elektrik setiap mili saat (penetapan ini boleh dilakukan dengan memasukkan nilai pada *interval* di *properties window* untuk *timer*). *Source codenya* pula adalah seperti dalam rajah 4.3.1.8. Kaedah ini dilakukan untuk memastikan sistem beroperasi dalam keadaan masa sebenar (*real time mode*).

#### 4.4 Sistem Kawalan Untuk Model Penjanaan Satu Peringkat

Dalam sistem penjanaan satu peringkat, satu sistem kawalan adalah diperlukan bagi menentukan masa yang sesuai untuk pam beroperasi. Masa yang sesuai pula bergantung kepada ketinggian air di dalam dan di luar kompleks penjana. Rajah 4.4.1 merupakan graf penjanaan satu peringkat.

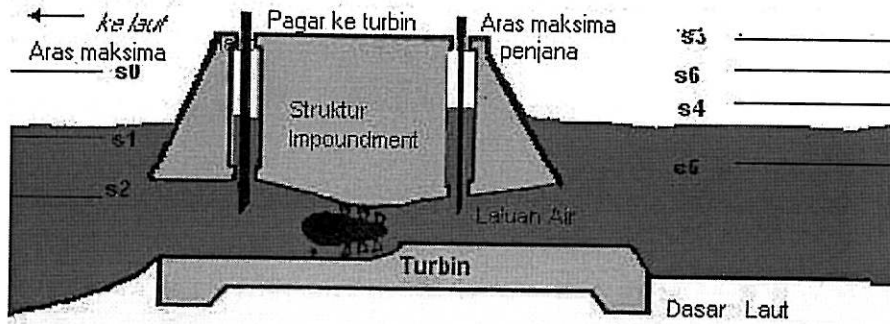


Rajah 4.4.1 Anggaran penjanaan elektrik mengikut penjanaan satu peringkat dan masa penggunaan pam

##### 4.4.1 Pembentukan Sistem Kawalan

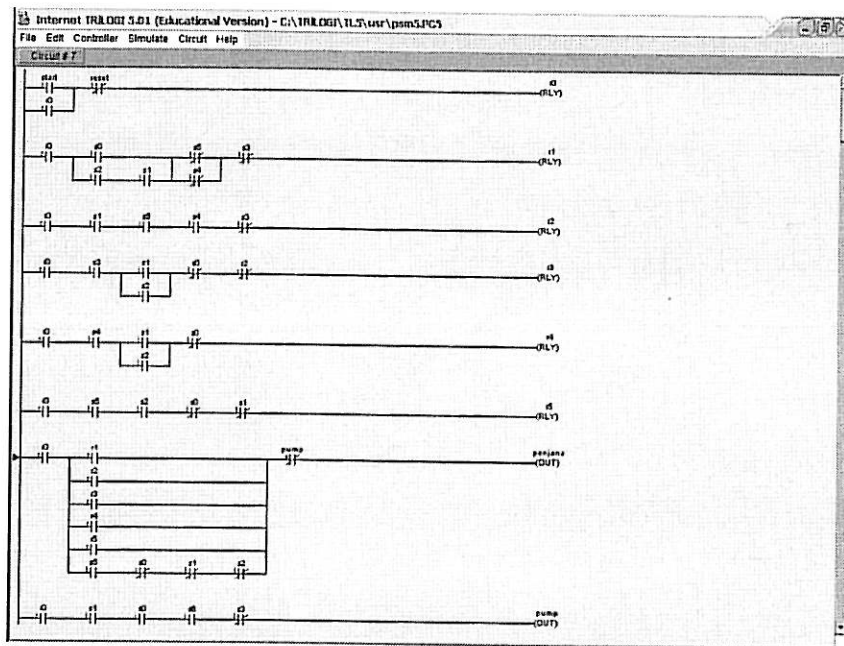
Sistem kawalan direka dengan menggunakan operasi *Programmable Logic Control @ PLC*. Kaedah yang digunakan adalah kaedah *Ladder Diagram*. Sistem kawalan ini secara teorinya direka berpandukan rajah 4.4.1.2. di bawah.





Rajah 4.4.1.2 Gambaran kedudukan sensor bagi model skim penjanaan satu peringkat

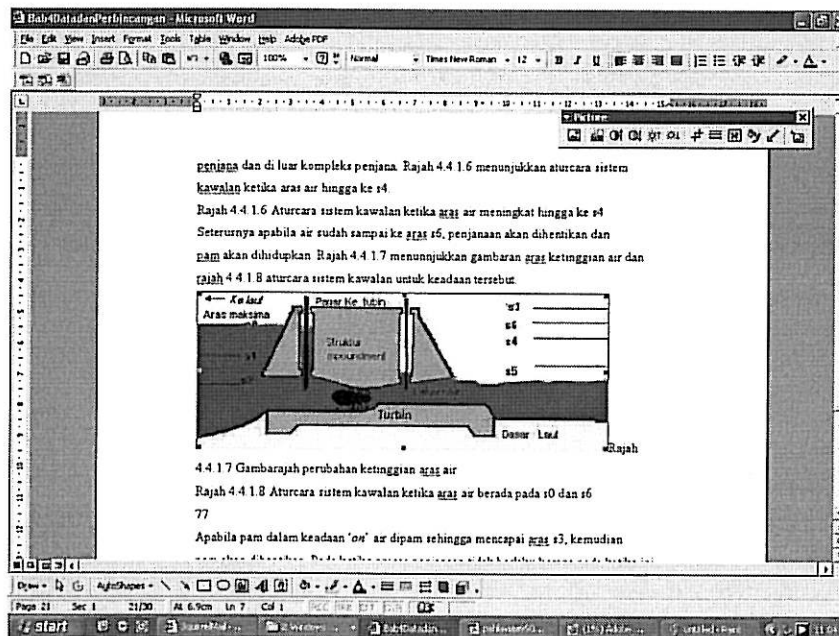
Berpandukan rajah 4.3.1.2, terdapat 7 sensor iaitu s0 sehingga s6. Setiap satu sensor mewakili paras ketinggian air pada teritori masing-masing. Rajah 4.3.1.3 merupakan aturcara operasi untuk model penjanaan satu peringkat.



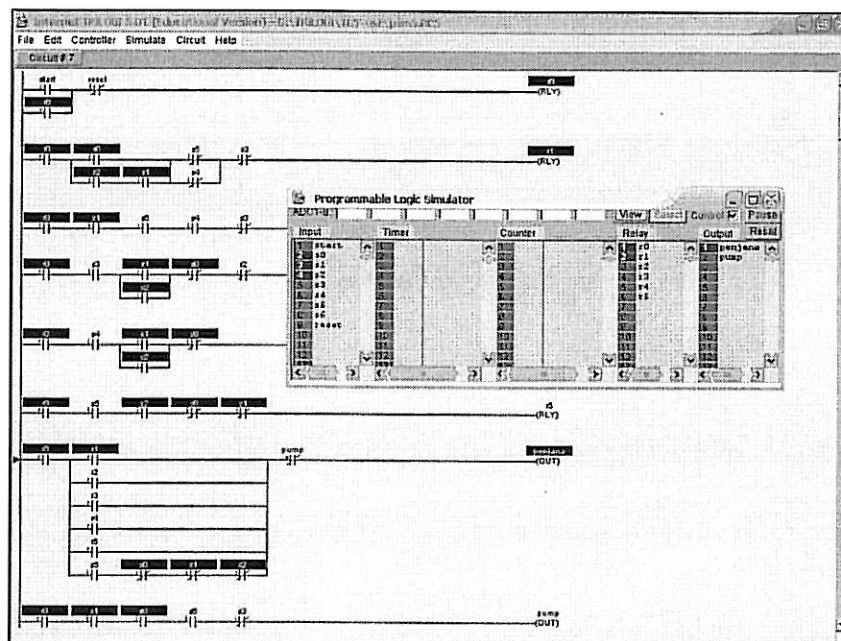
Rajah 4.4.1.3 Aturcara sistem kawalan bagi penjanaan satu peringkat

Mengikut sistem kawalan ini, apabila air laut telah pasang penuh iaitu air laut berada pada paras maksima, sensor s0 akan 'on'. Oleh itu penjanaan akan berlaku kerana terdapat perbezaan antara ketinggian di dalam dan luar penjana. Mengikut rajah 4.4.1.4, menunjukkan perbezaan ketinggian antara kawasan tadahan penjana dan laut. Oleh itu, proses penjanaan pun berlaku seperti yang ditunjukkan dalam rajah 4.4.1.5.

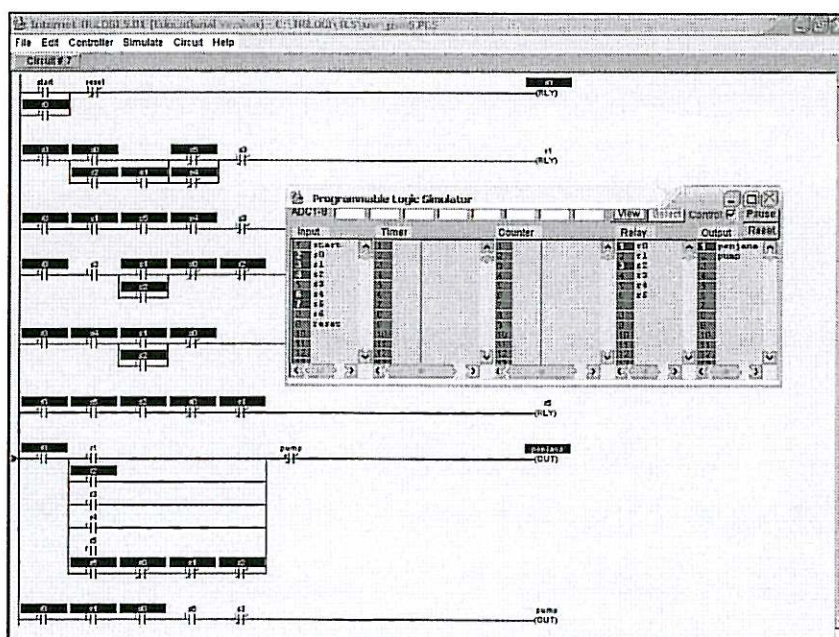




Rajah 4.4.1.4 Gambaran perubahan aras ketinggian air ketika air pasang penuh

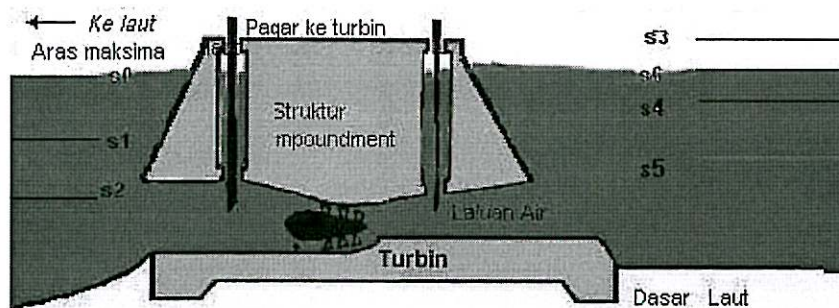


Penjanaan akan terus berlaku walaupun aras air meningkat dari s5 sehingga ke s4. Ini adalah kerana terdapat perbezaan ketinggian antara aras air di dalam kompleks penjana dan di luar kompleks penjana. Rajah 4.4.1.6 menunjukkan aturcara sistem kawalan ketika aras air hingga ke s4.

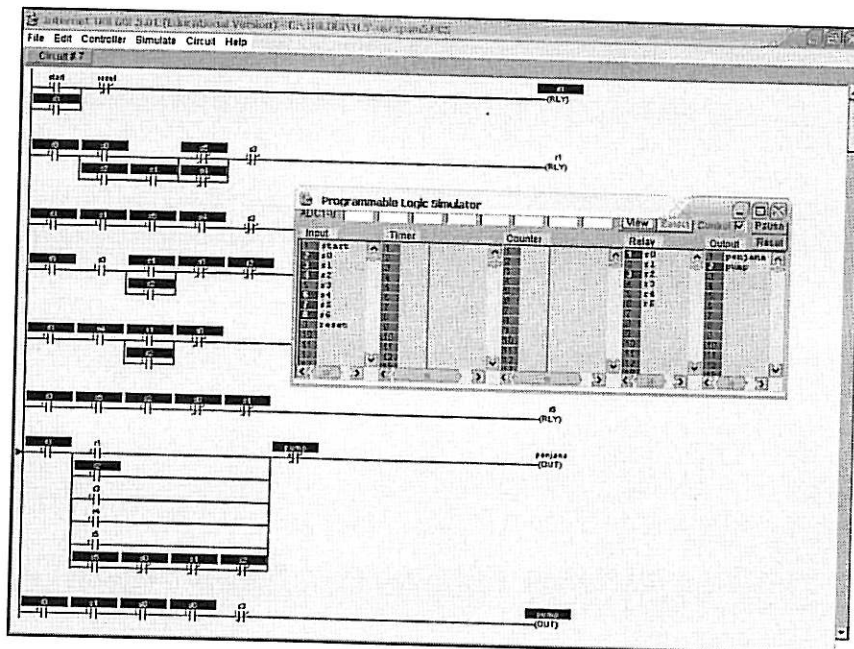


Rajah 4.4.1.6 Aturcara sistem kawalan ketika aras air meningkat hingga ke s4

Seterusnya apabila air sudah sampai ke aras s6, penjanaan akan dihentikan dan pam akan dihidupkan. Rajah 4.4.1.7 menunjukkan gambaran aras ketinggian air dan rajah 4.4.1.8 aturcara sistem kawalan untuk keadaan tersebut.

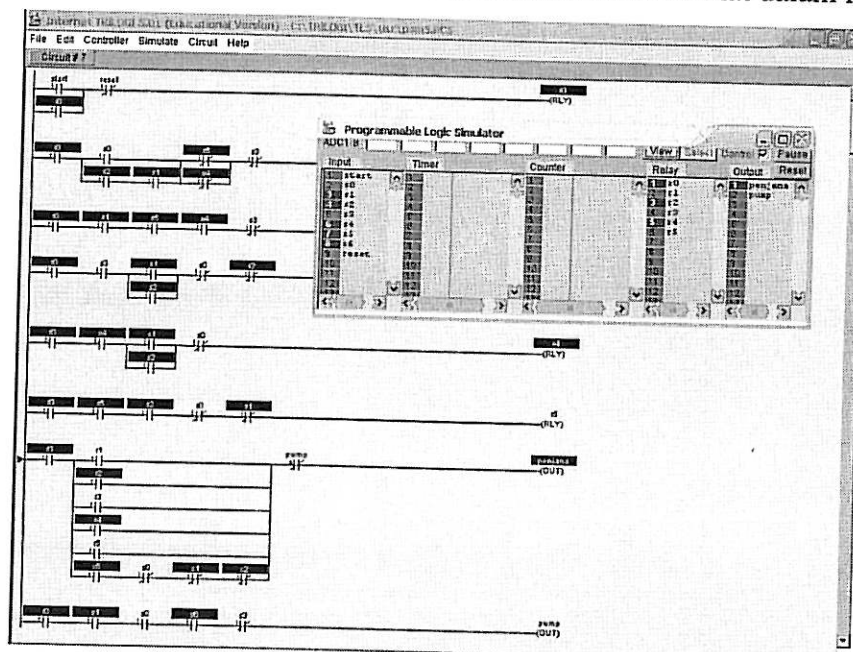


Rajah 4.4.1.7 Gambarajah perubahan ketinggian aras air



Rajah 4.4.1.8 Aturcara sistem kawalan ketika aras air berada pada s0 dan s6

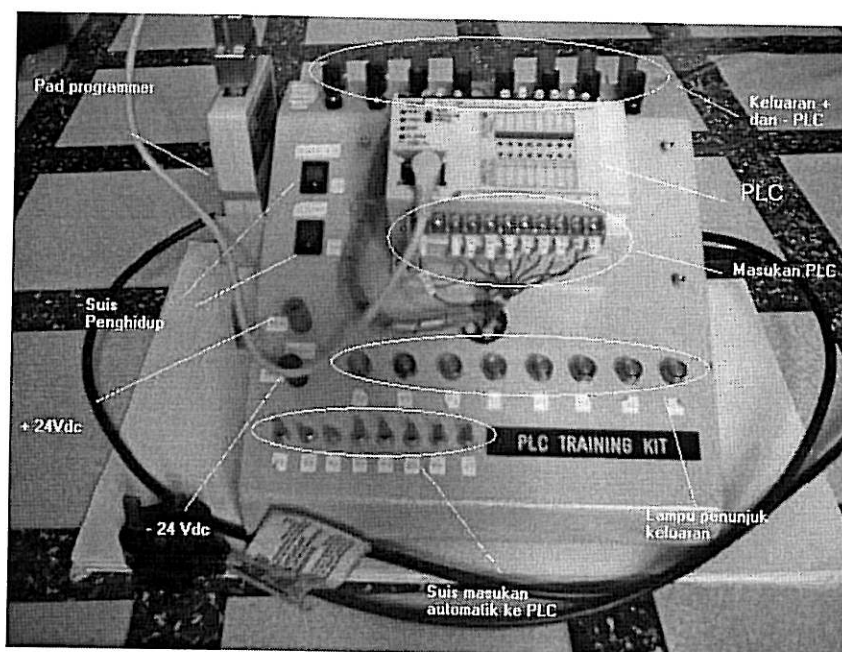
Apabila pam dalam keadaan 'on' air dipam sehingga mencapai aras s3, kemudian pam akan dihentikan. Pada ketika proses penjanaan tidak berlaku kerana pada ketika ini aras perbezaan ketinggian antara dalam dan luar kompleks penjana tidak begitu besar. Tetapi, penjanaan disambung semula apabila aras air di luar kompleks penjana telah surut hingga ke aras s0. Aturcara untuk ketika air mula surut boleh dilihat dalam rajah 4.4.1.9.



Rajah 4.4.1.9 Aturcara sistem kawalan ketika air mula surut

#### 4.4.2 Sambungan *Hardware* PLC

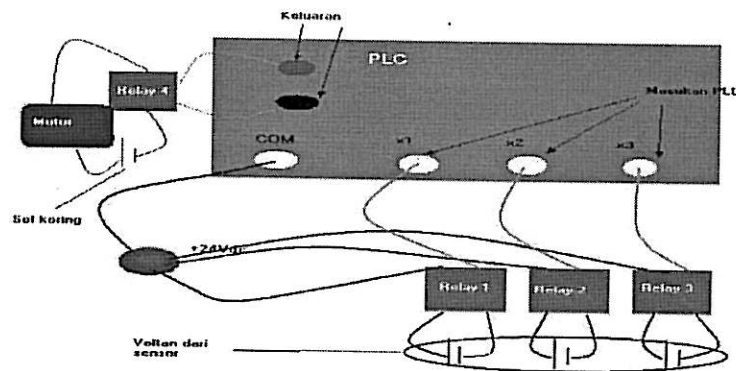
Penyambungan antara sensor dan PLC tidak boleh dilakukan secara terus. Apabila masukan 24Vdc diberikan kepada litar PLC yang disambung kepada sensor, keluaran 24 Vdc akan terhasil. Dalam litar ini, peranan geganti amat berguna kerana sifatnya yang menyerupai suis. Rajah 4.4.2.1 menunjukkan mesin PLC yang digunakan. PLC terdiri daripada 8 masukan dan 8 keluaran. Dalam set PLC *training kit* pula, terdapat 8 suis yang mewakili masukan, 8 keluaran positif, 8 keluaran negatif, 8 penunjuk keluaran 1 punca 24 Vdc positif dan 1 punca 24 Vdc negatif. Aturcara hendaklah dimasukkan ke dalam PLC melalui *pad programmer* dengan mengubahnya kepada ayat-ayat arahan yang digelar *Basic Instruction*.



Rajah 4.4.2.1 PLC

Seperti yang diterangkan sebelum ini, PLC hanya berfungsi dengan voltan yang bernilai 24 Vdc. Oleh kerana sensor yang direka hanya mampu menghasilkan nilai voltan setinggi 7.5 volt, maka bantuan geganti diperlukan bagi memastikan nilai 24 Vdc dimasukkan ke dalam PLC mengikut kehendak sensor. Rajah 4.4.2.2 merupakan contoh lakaran untuk sambungan PLC yang dibentuk.

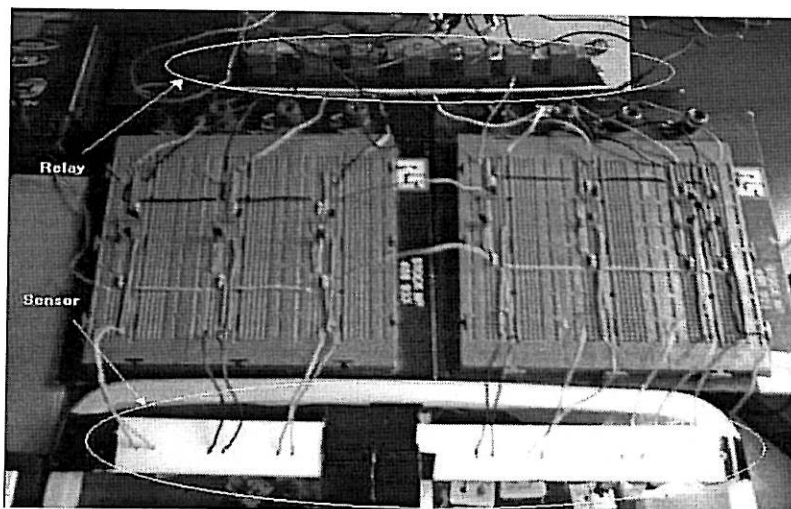




Rajah 4.4.2.2 Lakaran sambungan PLC

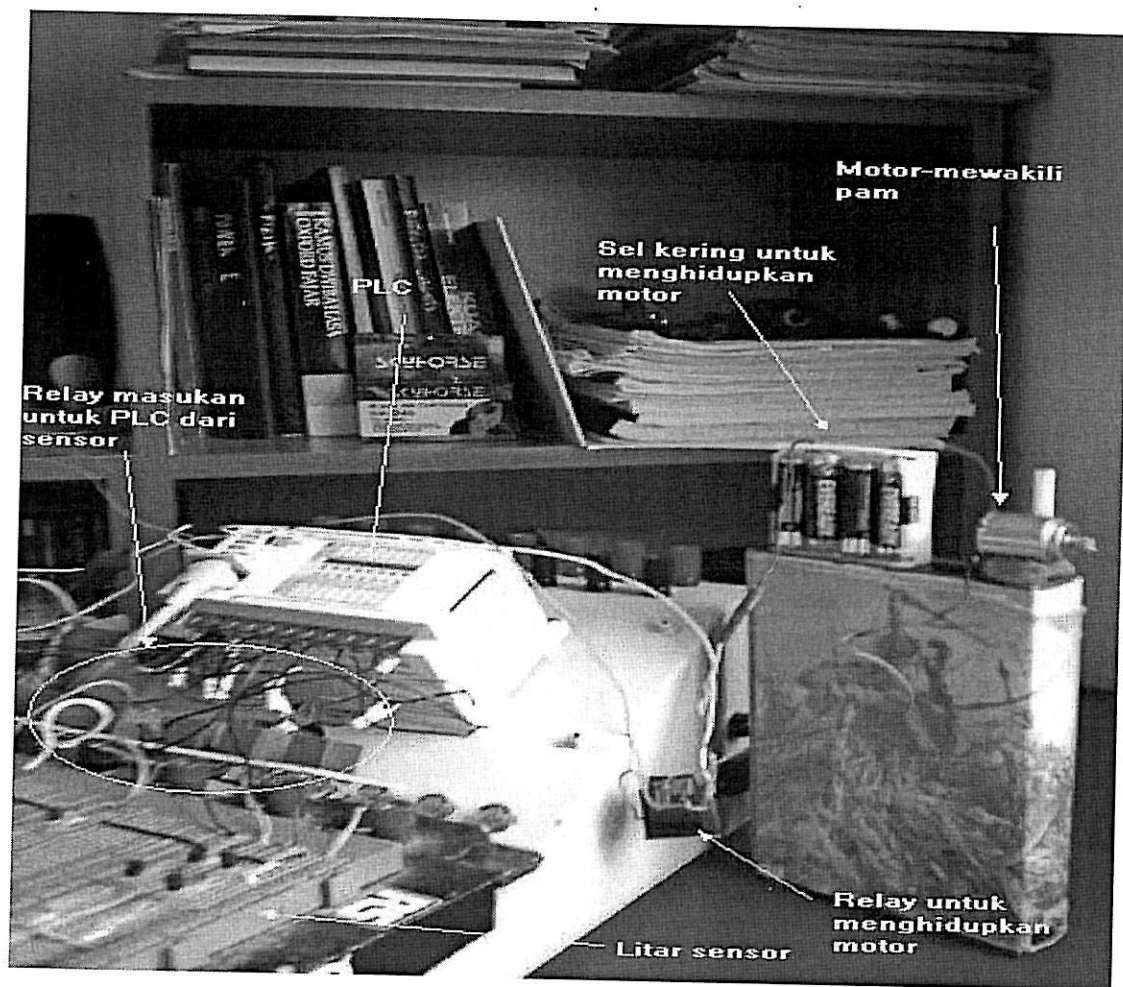
Seperti yang digambarkan dalam rajah 4.4.3.2, geganti 1, 2 dan 3 merupakan geganti 6 Vdc yang menerima bekalan voltan daripada sensor. Apabila sensor mengesan kehadiran air, ia akan menghasilkan voltan bernilai 7.5 volt lalu melitar pintaskan geganti. Apabila geganti-geganti dilitar pintaskan, ia akan menjadi satu laluan untuk voltan 24 Vdc untuk ke masukan PLC.

Apabila nilai masukan telah memenuhi spesifikasi keluaran, maka nilai voltan 24 Vdc akan dihantar ke geganti 4 (geganti 24 Vdc) melalui keluaran dan kemudian dipintaskannya. Setelah dilitar pintas motor akan mendapat bekalan voltan daripada sumber voltan yang disediakan. Rajah 4.4.2.3 merupakan sambunag lengkap geganti dan litar sensor.



Rajah 4.4.2.3 Sambungan geganti dan litar sensor

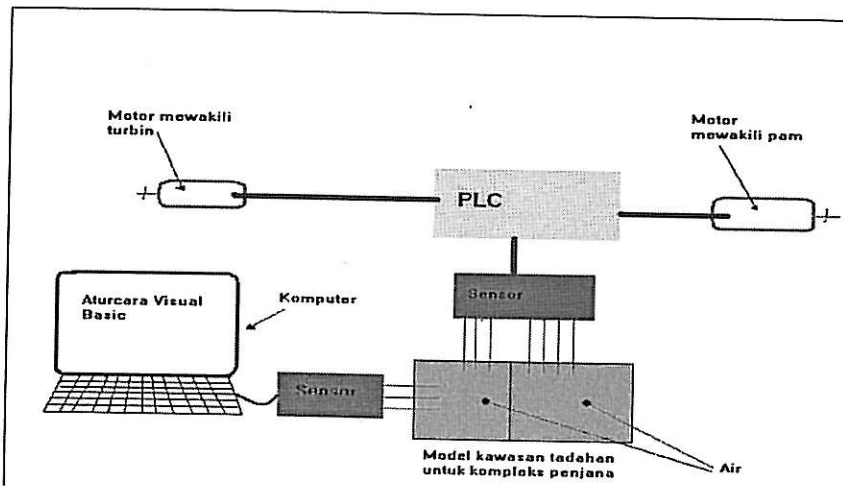
Rajah 4.4.2.4 pula adalah sambungan litar sensor, PLC dan motor untuk model.



Rajah 4.4.2.4 Sambungan Litar sensor, PLC dan motor

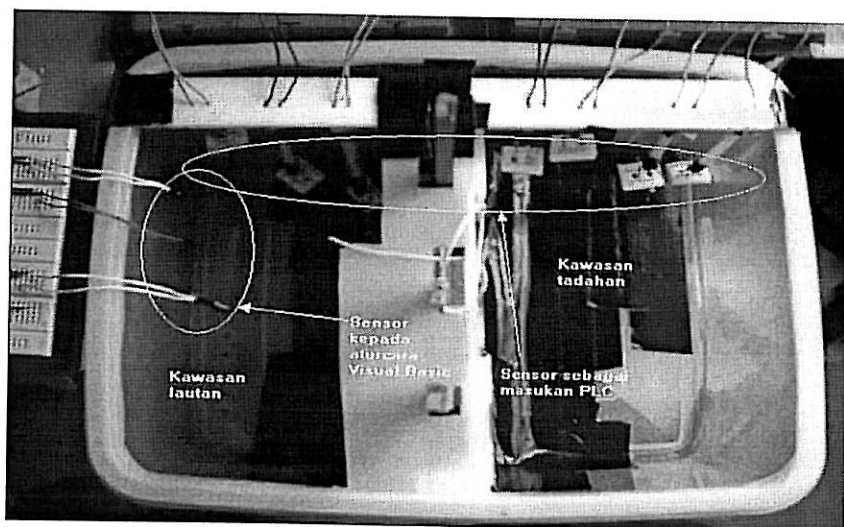
#### 4.5 Model Penjanaan Satu Peringkat

Model penjanaan satu peringkat ini terdiri daripada beberapa bahagian yang disambung seperti dalam rajah 4.5.1. Ia secara kasarnya terdiri daripada komputer yang mewakili hasil paparan potensi tenaga elektrik yang bakal dijana, PLC yang mengawal motor yang menggambarkan keluaran yang mewakili pam dan turbin untuk masa penjanaan dan kawasan tadahan.



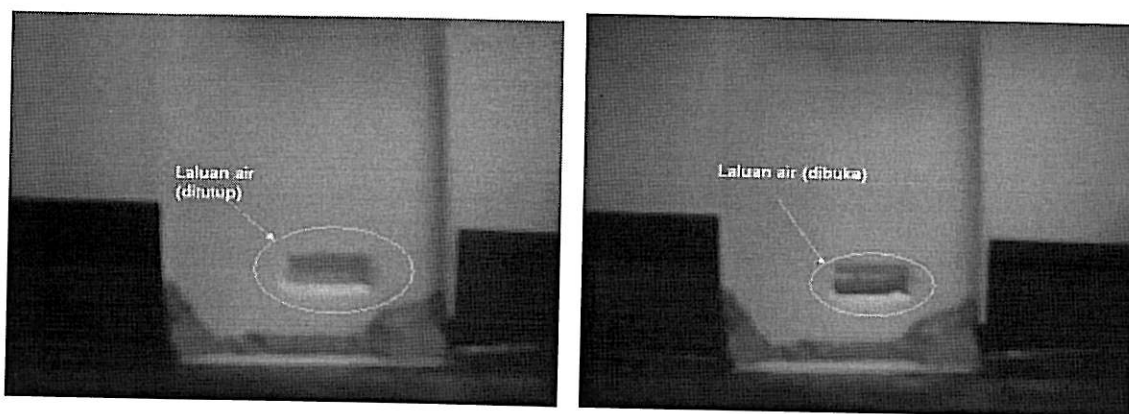
Rajah 4.5.1 Gambarajah konsep penyambungan untuk model penjanaan satu peringkat

Model kawasan tadahan merupakan bahagian penting yang perlu diambil kira. Kawasan tadahan yang dimodelkan ini mempunyai dua bahagian yang mewakili kawasan lautan dan kawasan tadahan untuk penjana. Rajah 4.5.2 menunjukkan model kawasan tadahan yang dilengkapi dengan sensor. Untuk mengawal keluar masuk air ke kawasan tadahan, laluan telah direka. Laluan ini berfungsi seperti pintu yang boleh buka dan tutup. Model ini dibuat daripada bekas *tupper ware* dan dipisahkan dengan menggunakan plastik polistrin. Rajah 4.5.3 (a) menunjukkan laluan air ditutup dan rajah 4.4.3 (b) pula ketika laluan di buka.



Rajah 4.5.2 Model kawasan tadahan



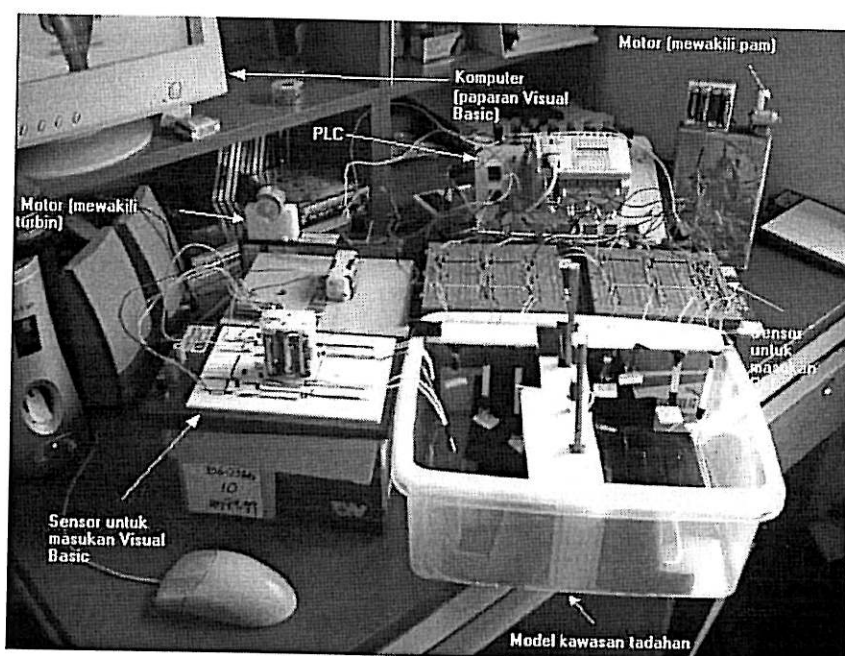


(a)

(b)

Rajah 4.5.3 Laluan air pada model kawasan tadahan

Rajah 4.5.4 menunjukkan sambungan dan susunan lengkap untuk model penjana satu peringkat yang sudah siap dipasang.



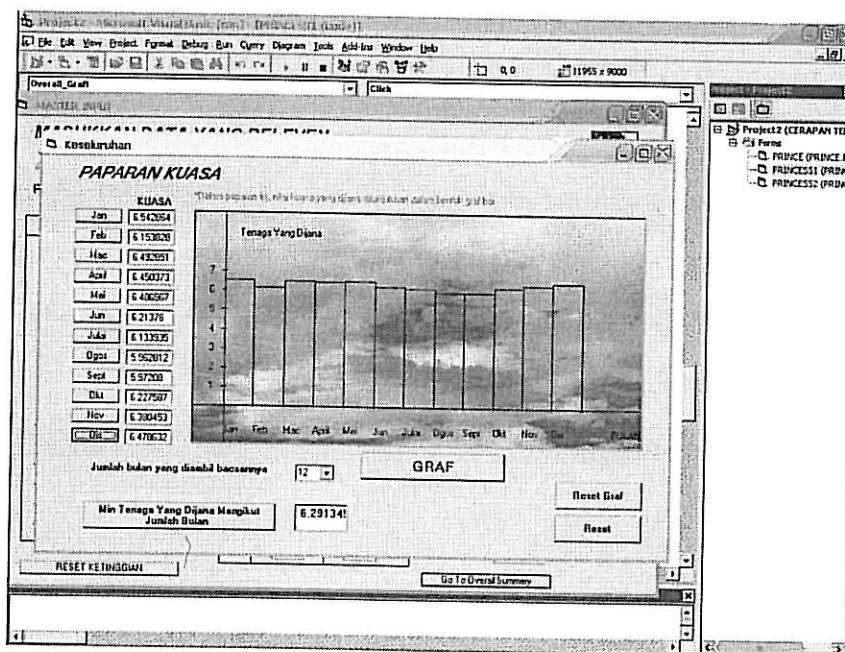
Rajah 4.5.4 Model penjana satu peringkat

## 4.6 Keputusan dan Analisis

Penjanaan tenaga elektrik menggunakan kaedah pasang surut air merupakan salah satu kaedah penjanaan tenaga elektrik yang efektif. Ini terbukti dengan penjana-penjana pasang surut yang terdapat di serata dunia yang mampu membekalkan jumlah tenaga yang diperlukan mengikut kehendak pengguna di kawasan masing-masing. Sungguh pun kesemua penjana pasang surut yang telah sedia ada menggunakan kaedah *barrage*, namun konsep penjanaan adalah serupa dengan penjana lepas pantai yang telah dicadangkan dalam bab sebelum ini. Penjanaan tenaga ini adalah bergantung sepenuhnya kepada perbezaan ketinggian aras air di antara kawasan tadahan dan laut.

### 4.6.1 Keputusan Dan Analisis Data Pasang Surut Di Sejingkat, Sarawak

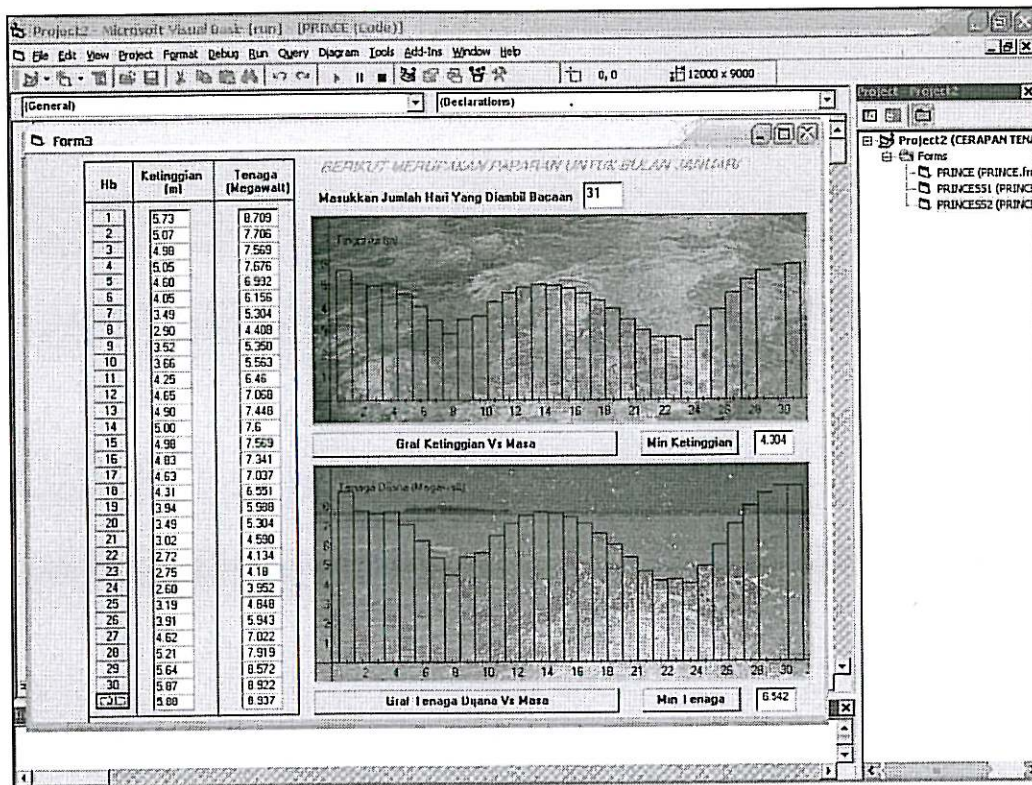
Mengikut prinsip keabadian tenaga, tenaga tidak dapat dicipta dan dimusnahkan. Ia hanya dapat diubah dari satu bentuk ke satu bentuk yang lain. Perubahan tenaga keupayaan kepada tenaga elektrik telah dihuraikan dalam bentuk persamaan matematik dalam bab 3 di dalam bahagian permodulan matematik. Rajah 4.6.1.1 memaparkan paparan potensi kuasa yang dijana oleh satu turbin dalam setahun untuk tahun 2002 di Sejingkat Sarawak dengan menggunakan aturcara *Visual Basic*.



Rajah 4.6.1.1 Graf paparan kuasa yang dijana dalam setahun

Daripada graf yang diperolehi, didapati potensi tenaga yang dijana setiap bulan adalah hampir sama. Min potensi tenaga yang dijana pula ialah 6.257 megawatt. Penjanaan adalah maksimum pada bulan Januari iaitu sebanyak 6.543 megawatt manakala penjanaan adalah minimum pada bulan Ogos iaitu 5.963 megawatt. Faktor perbezaan jumlah tenaga yang dijana ini adalah dipengaruhi oleh musim-musim yang dialami oleh kawasan tersebut. Ini bererti bahawa penjanaan tenaga elektrik menggunakan penjana pasang surut di Sejingkat stabil kerana tenaga yang dijana setiap bulan adalah hampir sama. Penjanaan kuasa yang stabil adalah penting untuk sektor perindustrian dan perlancongan. Memandangkan Sejingkat terletak berhampiran dengan bandar Kuching yang merupakan sebuah bandar yang maju dalam sektor perindustriannya, maka sesuaiilah penjana pasang surut dibina disitu. Berikut pula merupakan ulasan untuk bacaan data bagi tiga bulan yang terpilih iaitu bulan Januari, Ogos dan Disember.

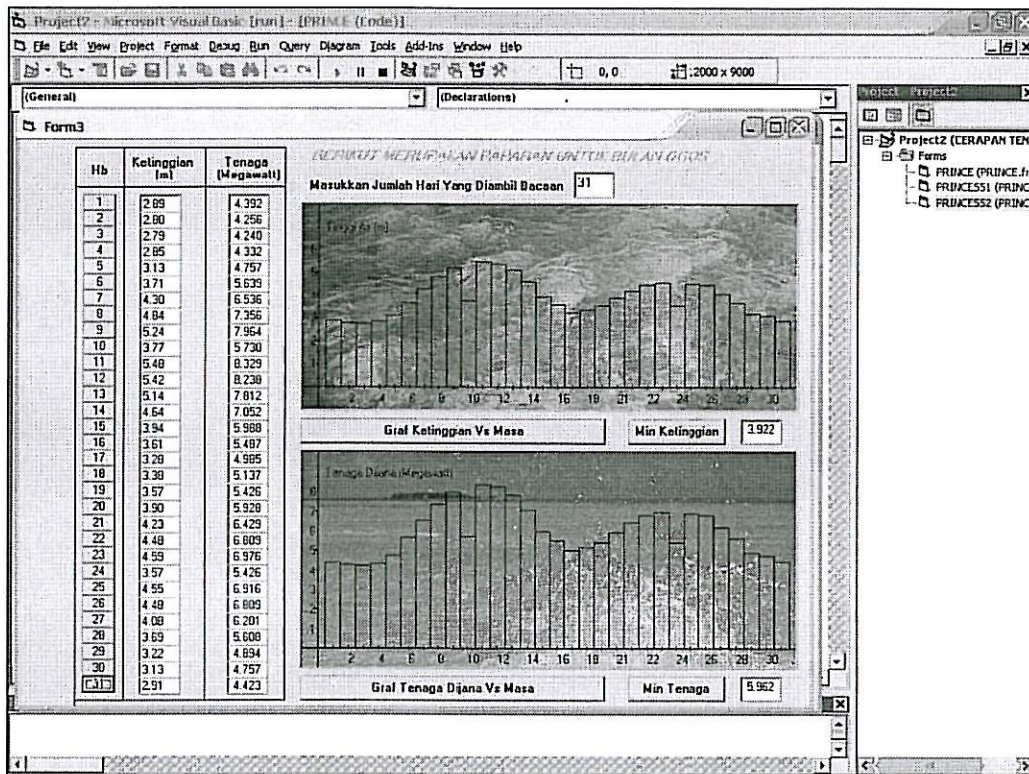
Rajah 4.6.1.2 menunjukkan bacaan data pada bulan Januari. Potensi tenaga yang dijana pada bulan tersebut adalah maksimum berbanding dengan bulan-bulan yang lain. Purata tenaga yang dijana adalah 6.542 megawatt dengan purata perbezaan ketinggian pasang dan surut adalah sebanyak meter. Sungguh pun begitu, graf hariannya tidak memaparkan penjanaan yang stabil. Ini adalah kerana mengikut graf tersebut, paras tertinggi perbezaan air pasang dan surut adalah pada 1 haribulan, manakala paras terendah perbezaan ketinggian adalah pada 24 haribulan. Ini bermakna potensi penjanaan harian adalah tidak sekata.



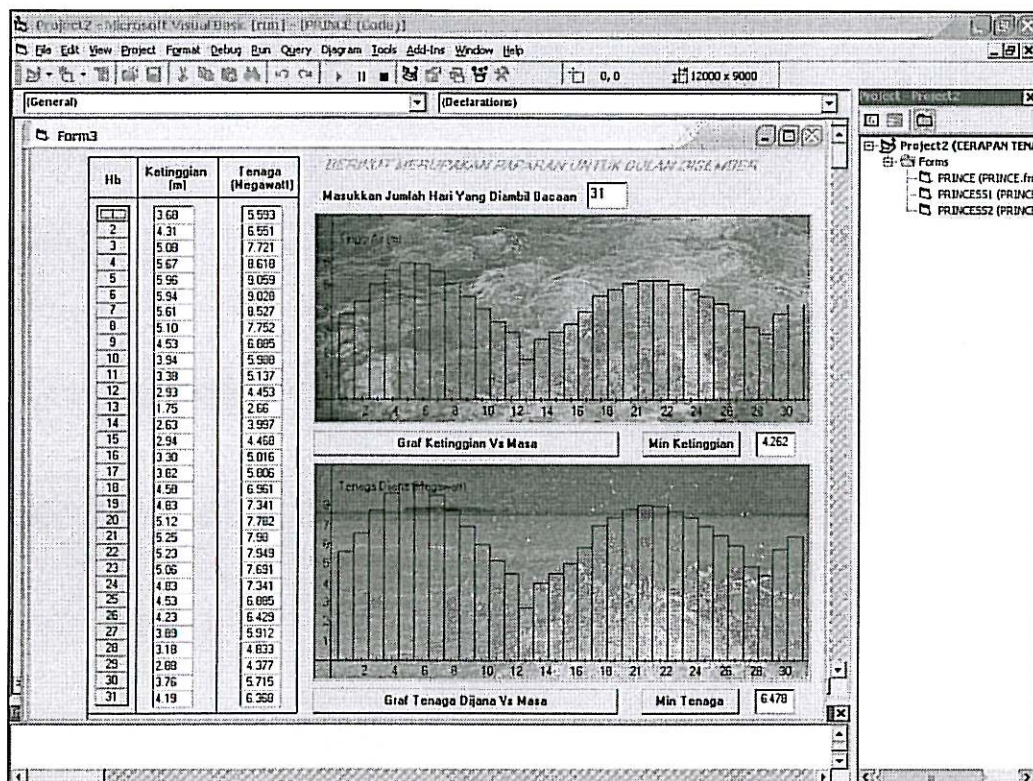
Rajah 4.6.1.2 Bacaan dan graf pada bulan Januari

Rajah 4.6.1.3 menunjukkan data pasang surut untuk bulan Ogos. Penjana purata potensi tenaga elektrik pada bulan ini adalah yang paling rendah sekali iaitu 5.962 megawatt dengan purata perbezaan ketinggian maksimum 3.902 meter. Seperti bacaan pada bulan Januari, nilai ketinggian perbezaan pasang surutnya adalah tidak stabil. Nilai bacaan minimum untuk bulan ini adalah pada awal dan akhir bulan iaitu dengan perbezaan ketinggian sebanyak 2.89 meter, manakala bacaan maksimum adalah pada pertengahan bulan iaitu pada 11 haribulan dengan perbezaan ketinggian sebanyak 5.48 meter.





Rajah 4.6.1.3 Bacaan dan graf pada bulan Ogos



Rajah 4.6.1.4 Bacaan dan graf pada bulan Disember

Rajah 4.6.1.4 pula menunjukkan data untuk bacaan pasang surut pada bulan Disember. Penjanaan purata potensi tenaga elektrik pada bulan ini adalah 6.478 megawatt dengan purata perbezaan ketinggian maksimum 4.262 meter. Seperti bacaan pada bulan Januari dan Ogos, nilai ketinggian perbezaan pasang surutnya adalah tidak stabil. Nilai bacaan minimum untuk bulan ini adalah 1.75 meter pada 13 haribulan manakala bacaan maksimum adalah pada 5 haribulan iaitu dengan perbezaan ketinggian sebanyak 5.96 meter. Bacaan pada bulan ini merupakan bacaan yang paling tidak stabil dengan perbezaan ketinggian antara maksima dan minima sebanyak 4.21 meter.

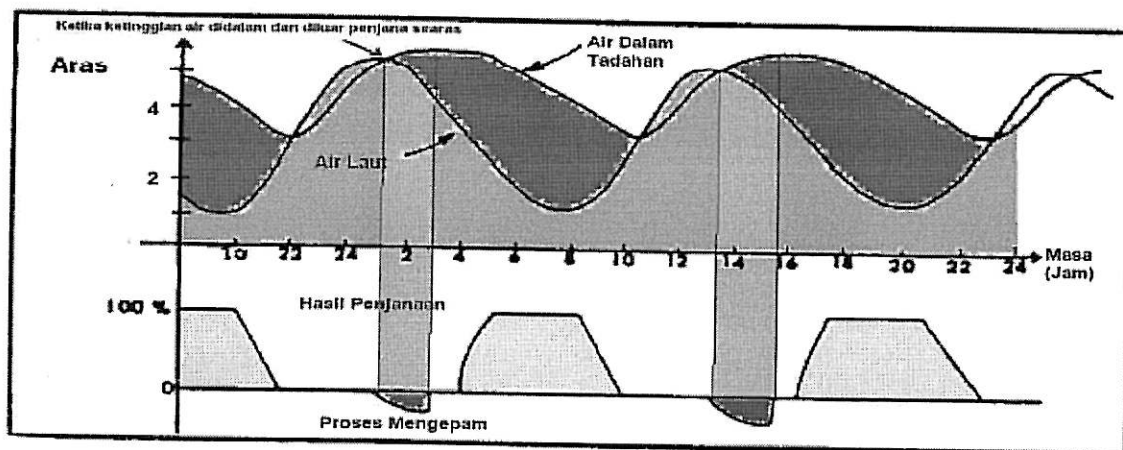
#### **4.6.2 Rumusan Data Bacaan Pasang Surut**

Mengikut bacaan data daripada rajah 4.6.1.2, 4.6.1.3 dan 4.6.1.4, didapati nilai perbezaan ketinggian air pasang dan surut adalah tidak stabil. Boleh dikatakan bahawa untuk setiap bulan terdapat dua kali penjanaan maksimum dan dua kali penjanaan minimum. Disebabkan data yang tidak sekata, kaedah penjanaan perlu dihasilkan bagi mengatasi masalah ini. Terdapat dua kaedah penjanaan yang dimaksudkan iaitu penjanaan satu peringkat dan penjanaan tiga peringkat. Kaedah penjanaan ini akan diterangkan dalam bahagian seterusnya. Untuk mendapat bacaan untuk setiap bulan di Sejingkat pada tahun 2002, sila rujuk ke lampiran B.

Daripada graf 4.6.1.1, didapati bahawa min tenaga yang berpotensi untuk dijana setiap bulan adalah melebihi 6 megawatt bagi setiap turbin. Ini bermakna dengan keluasan minima 0.64 km<sup>2</sup>, jumlah tenaga yang bakal dibekalkan adalah begitu besar. Sungguhpun bacaan harian untuk sesuatu bulan adalah tidak sekata, namun bacaan setahun (rajah 4.6.1.1), menunjukkan bahawa bacaan bulanan adalah sekata. Ini bermakna bahawa ia merupakan satu sumber tenaga yang boleh diharapkan. Bagi tujuan penjanaan, perkara penting yang perlu diketahui adalah jumlah permintaan yang dapat dipenuhi oleh pembekal (penjana). Mengikut perangkaan, permintaan bekalan kuasa adalah tidak tetap dan ia berubah mengikut masa. Namun begitu masalah ini adalah suatu perkara yang dapat diramalkan.

### 4.6.3 Analisis Penjanaan

Penjanaan adalah bergantung kepada aras perbezaan ketinggian. Tenaga yang dijana adalah malar pada setiap penjanaan. Rajah 4.6.3.1 merupakan graf yang diplot berdasarkan data pada 4 Mac 2002 di Sejingkat untuk penjanaan satu peringkat.

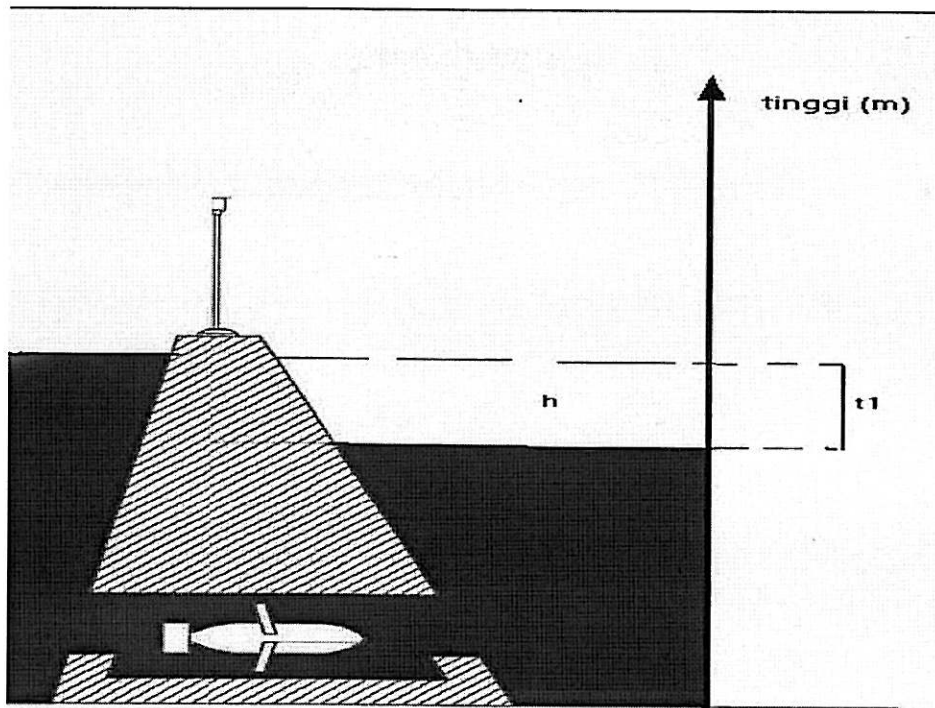


Rajah 4.6.3.1 Graf penjanaan satu peringkat

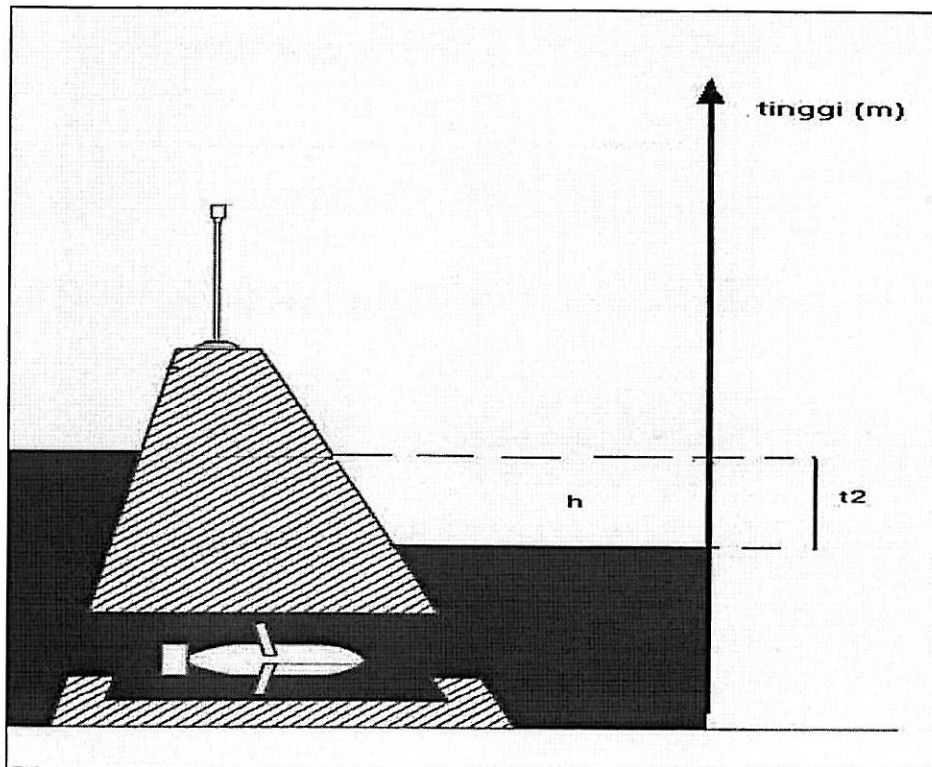
Daripada graf 4.6.3.1, didapati bahawa pada pukul 5 sehingga pukul 9, jumlah kuasa yang dihasilkan adalah malar. Oleh itu, perbezaan ketinggian dalam tempoh tersebut adalah sama.

Dengan merujuk kepada rajah 4.6.3.2 dan rajah 4.6.3.3, perbezaan ketinggian adalah sama pada setiap masa penjanaan. Namun begitu, untuk penjanaan satu peringkat, terdapat masa di mana penjanaan tidak dilakukan kerana pertembungan ketinggian aras air di antara kawasan tadahan dan laut. Maka dengan sebab itulah, skim penjanaan tiga peringkat telah diperkenalkan.



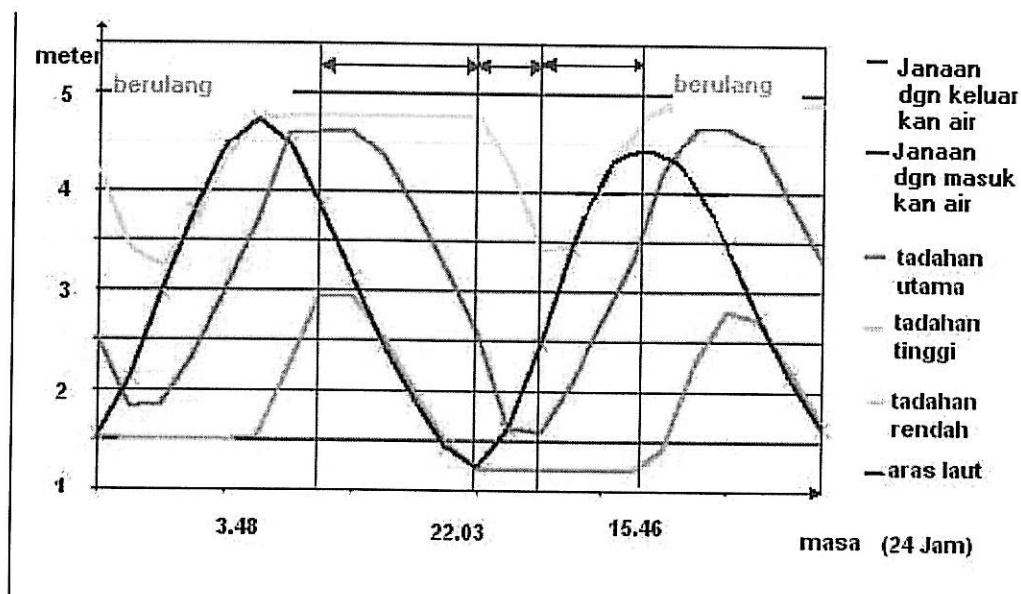


Rajah 4.6.3.2 Perbezaan ketinggian ketika t1



Rajah 4.6.3.3 Perbezaan ketinggian ketika t2

Skim penjanaan tiga peringkat ini membolehkan penjanaan dilakukan secara berterusan. Ia mampu mengatasi masalah yang dihadapi oleh skim penjanaan satu peringkat. Oleh kerana hampir kesemua penjana pasang surut jenis *barrage* menggunakan skim penjanaan satu peringkat, kesemua penjana tersebut mengalami masalah 'penjanaan terhenti'. Mengikut rajah 4.6.3.4, tempoh penjanaan dengan mengeluarkan air dari tadahan kompleks penjana adalah lebih lama. In bermakna, saiz penentuan seluruh kompleks penjana lepas pantai ini adalah penting. Pengiraan untuk anggaran saiz kompleks penjana ini telah pun dibincangkan dalam bab 3 sebelum ini.

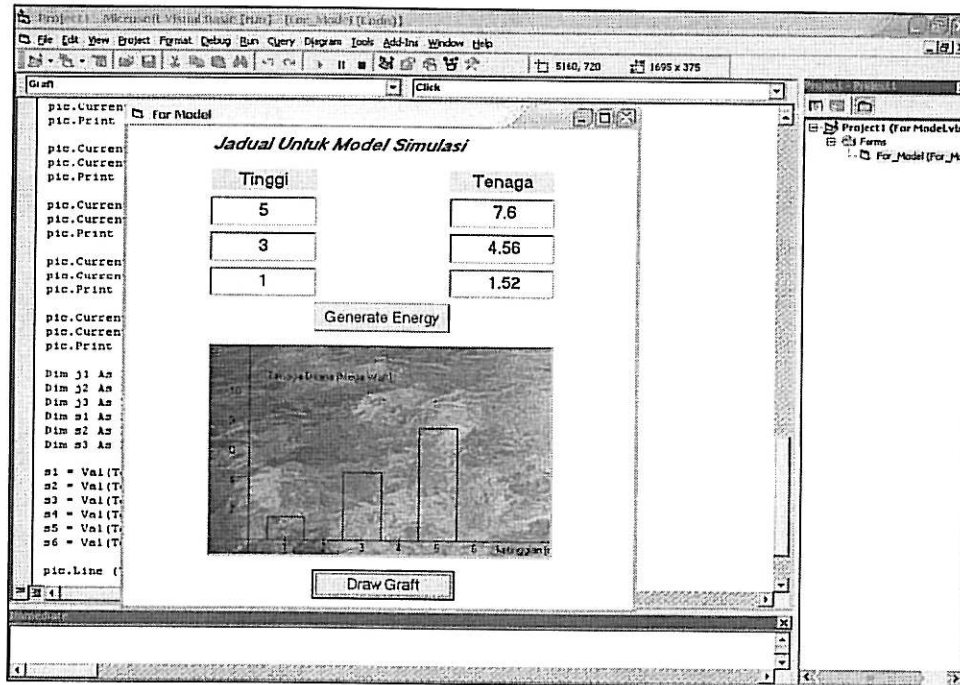


Rajah 4.6.3.4 Graf penjanaan skim penjanaan 3 peringkat

#### 4.6.4 Keputusan Eksperimentasi

Walaupun penjanaan menggunakan skim penjanaan satu peringkat mempunyai kelemahan yang ketara, namun secara keseluruhannya ia dianggap berjaya seperti penjana pasang surut di La Rance, Perancis. Faktor kejayaan ini terletak pada kebolehan menganggarkan tempoh permintaan pengguna.

Dalam eksperimentasi yang telah dilakukan, skim penjanaan satu peringkat telah diuji dalam bentuk model dengan menggunakan sistem kawalan PLC untuk mengawal pam, masa penjanaan dan juga paparan daripada aturcara *Visual Basic* untuk menunjukkan potensi kuasa/tenaga yang mampu dijana dalam suatu masa. Sistem kawalan yang digunakan pula mampu mengawal pam dengan baik mengikut ciri-ciri penjanaan satu peringkat yang sebenar. Rajah 4.6.4.1 menunjukkan paparan keluaran simulasi menggunakan model untuk skim penjanaan satu peringkat.

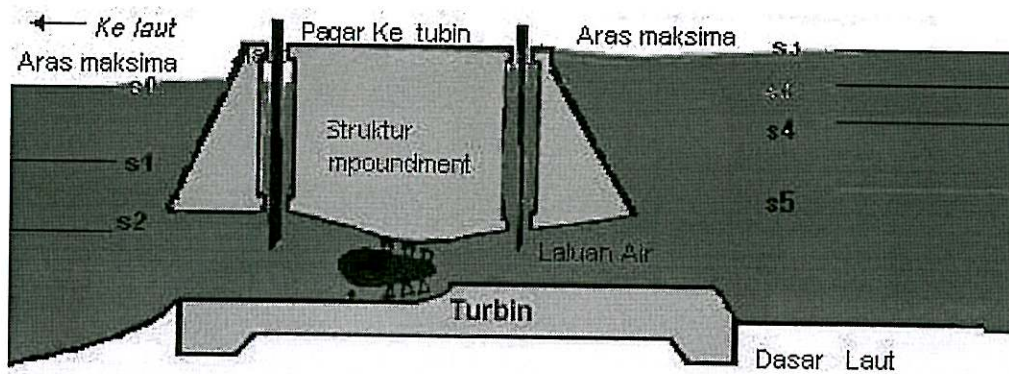


Rajah 4.6.4.1 Paparan keluaran daripada simulasi menggunakan model untuk penjanaan satu peringkat

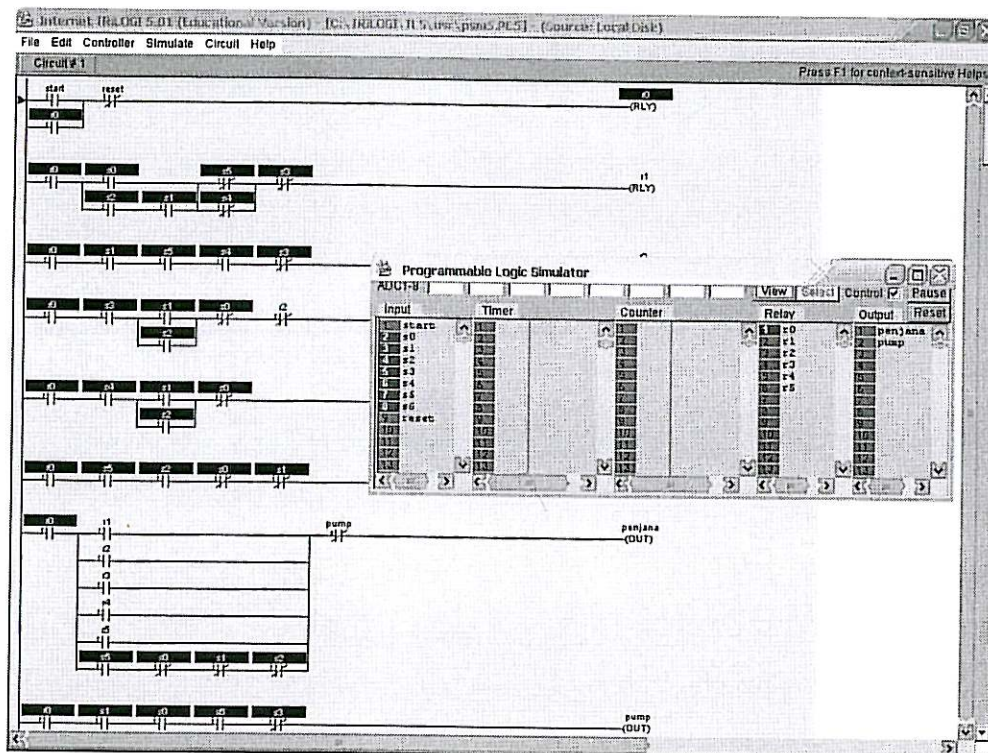
Rajah 5.4.2 pula menunjukkan aturcara kawalan PLC untuk model penjanaan satu peringkat. Dengan merujuk kepada rajah 5.4.3, didapati bahawa aras air adalah berada pada aras s0 dan s6. Ini bermakna, ketinggian air pada kawasan tadahan dan kawasan yang mengalami pasang surut adalah sama. Ketika ini tiada penjanaan berlaku. Untuk meningkatkan hasil penjanaan, pam telah dihidupkan seperti yang ditunjukkan slot *output* dalam rajah 4.6.4.2.





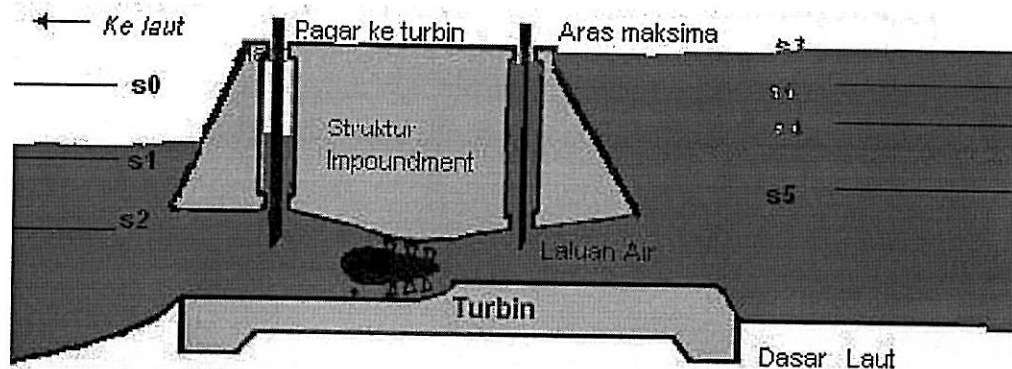


Rajah 4.6.4.4 Gambaran perbezaan aras antara kawasan tadahan dengan kawasan yang mengalami pasang surut

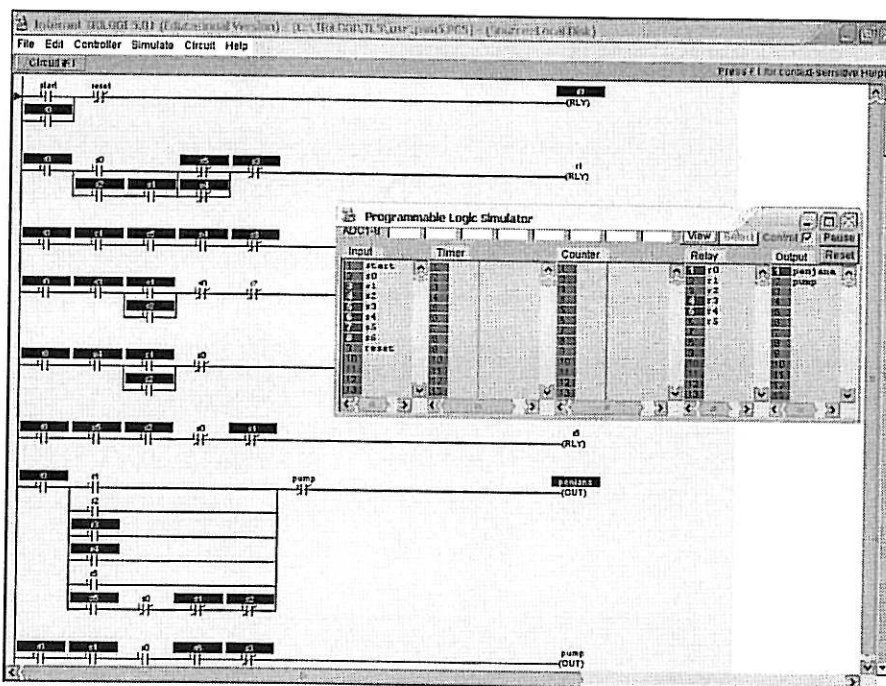


Rajah 4.6.4.5 Sistem untuk kawalan penjanaan ketika terdapat perbezaan kecil antara kawasan tadahan dan kawasan yang mengalami pasang surut

Selepas beberapa ketika, air di luar kawasan tadahan mula berkurangan. Setelah air surut hingga ke aras s1, maka penjana pun disambung semula kerana terdapat perbezaan ketinggian yang ketara. Penjana diteruskan hingga ke suatu keadaan dimana kuasa yang dijana tidak lagi relevan untuk dijana. Gambaran untuk keadaan ini boleh dilihat pada rajah 4.6.4.6 dan aturcara kawalan untuk keadaan ini boleh dilihat pada rajah 4.6.4.7.



Rajah 4.6.4.6 Keadaan ketika perbezaan antara dalam dan luar kawasan tadahan adalah Ketara



Rajah 4.6.4.7 Aturcara untuk sistem kawalan ketika penjana disambung semula

## BAB V

### KESIMPULAN DAN CADANGAN

#### 5.1 Kesimpulan

Fenomena pasang surut air merupakan salah satu anugerah tuhan yang amat besar ertinya. Daripada sesuatu yang dianggap sebagai kitaran alam biasa, kini ia sudah terbukti ia mampu digunakan sebagai salah satu sumber tenaga yang boleh diperbaharui. Buat suatu tempoh yang panjang penjanaan tenaga elektrik telah dilakukan dengan menggunakan kaedah *barrage*. Namun kini, kaedah tersebut bukanlah kaedah yang paling praktikal untuk dijadikan nilai komersial ekoran kesan negatif terhadap alam persekitaran.

Dengan menggunakan penjana lepas pantai yang terdiri daripada struktur *impoundment*, kelemahan-kelemahan di dalam penjanaan tenaga elektrik menggunakan pasang surut air telah dapat diatasi. Penjana lepas pantai bukan sahaja tidak memberi kesan negatif kepada persekitaran, malah ia telah mengatasi masalah 'penjanaan terhenti' yang menjadi kecacatan utama penjanaan menggunakan *barrage*.

Kaedah penjanaan tiga peringkat (*3 pool generation*) mampu mengekalkan penjanaan tenaga elektrik dalam bentuk malar. Sudah sekian lama penjanaan tenaga pasang surut ini didapati di luar negara, tetapi kini sudah terbukti secara teorinya, penjanaan tenaga jenis ini berupaya untuk direalisasikan di Malaysia. Namun begitu, bagi memastikan penjanaan tenaga pasang surut menggunakan penjana lepas pantai benar-benar menjadi suatu realiti di Malaysia, kajian yang lebih menyeluruh perlu di



teruskan. Kajian tersebut bukan hanya datang daripada pihak kejuruteraan elektrik, malah dari bidang kejuruteraan mekanikal, kimia dan sebagainya.

Walau bagaimanapun, faktor utama yang menjadi penggerak dalam merealisasikan penjana pasang surut menggunakan penjana lepas pantai ini adalah kepercayaan, sokongan dan galakan daripada masyarakat dan orang ramai.

## 5.2 Cadangan

Ekoran daripada pemerhatian yang dibuat berdasarkan permasalahan dan hasil kajian, terdapat beberapa cadangan yang boleh dilakukan oleh pihak-pihak tertentu atau penyelidik-penyelidik pada masa hadapan. Antaranya adalah:

1. Badan kaji cuaca, Jabatan Laut atau pihak yang bertanggungjawab perlu membuat bacaan dan merekod data pasang surut air laut dengan lebih teliti, tepat dan berkala pada setiap jam.
2. Kaedah, peralatan atau teknologi yang paling sesuai dan canggih perlu dikenalpasti untuk tujuan merekod data perubahan paras pasang dan surut air agar kecekapan terhadap peratus kejituan data dapat dijamin.
3. Bacaan data yang direkod di lokasi-lokasi terpilih perlu dibuat seberapa banyak di sepanjang perairan bukan sahaja di pantai barat atau pantai timur semenanjung, bahkan di sepanjang perairan pantai Sabah dan Sarawak.
4. Kajian terhadap kos total pembinaan serta jangkaan keuntungan yang dapat memberi pulangan semula terhadap pelaburan pembinaan sistem penjana perlu dilakukan bagi mendapatkan gambaran yang lebih jelas terhadap kebolehlaksanaan pembinaan sistem.

## RUJUKAN

### BUKU

1. David I. Scchneider (1999). 'An In troduction to Programming USING VASUAL BASIC 6.0 (Fourth Edition)'. Prentice Hall.
2. Tarmidi Tamsil(penterjemah), B.M. Weedy (1996). 'Sistem Kuasa Elektrik'. Universiti Teknologi Malaysia.
3. Mohamad Suhaimi Jaafar, Ahmad Kamal Ariffin, Mahizah Ismail, Sharaf Ahmad (1999). 'FIZIK MATRIKULASI Fizik Am dan Termodinamik'. Universiti Sains Malaysia.
4. Siti Hawa Ruslan, Puspa Inayat Khalid, Ismawati Abdul Ghani (2000). 'Elektronik 2'. Jabatan Kujuruteraan Elektronik Fakulti Kejuruteraan Elektrik, Universiti Teknologi Malaysia.
5. Robert L. Boylested, Louis Nashelsky (1999). Electronic Devices And Circuit Theory, (7th Edition)'. Prentice Hall.

### LAMAN WEB

1. <http://www.engineeringvillage2.com>
2. <http://www.greenhouse.gov.au>
3. <http://www.wec.co.uk>

### LAIN-LAIN

1. Prof. Ir Dr Abdullah Asuhaimi. 'Nota Kuliah Sistem Kuasa'
2. En. Jaafar Shafie. 'Nota Kuliah Asas Kuasa dan Mesin'

## LAMPIRAN A

Project1 - Microsoft Visual Basic [design] - [For\_Model (Code)]

File Edit View Project Format Debug Run Query Diagram Tools Add-Ins Window Help

Ln 172, Col 1

Label1 Click

General

```

'declaration
Private Declare Sub Anjan Lib "vbio.dll" ()
Private Declare Function Inp Lib "vbio.dll" (ByVal portaddr As Integer) As Integer
Private Declare Function Inpw Lib "vbio.dll" (ByVal portaddr As Long) As Long
Private Declare Sub Out Lib "vbio.dll" (ByVal port As Integer, ByVal byt As Byte)
Private Declare Sub Outw Lib "vbio.dll" (ByVal port As Integer, ByVal wrd As Word)
Private Declare Function Peek Lib "vbio.dll" (ByVal memaddr As Integer) As Integer
Private Declare Function Peekw Lib "vbio.dll" (ByVal memaddr As Long) As Long
Private Declare Function Poke Lib "vbio.dll" (ByVal memaddr As Integer, ByVal byt As Byte) As Integer
Private Declare Function Pokew Lib "vbio.dll" (ByVal memaddr As Integer, ByVal wrd As Word) As Integer
Private Declare Function GetLptBaseAddr Lib "vbio.dll" (ByVal lpt As Integer) As Integer
Private Declare Function GetComBaseAddr Lib "vbio.dll" (ByVal com As Integer) As Integer
Private Declare Sub Enable Lib "vbio.dll" ()
Private Declare Sub Disable Lib "vbio.dll" ()
Private Declare Sub Delay Lib "vbio.dll" (ByVal count As Integer)
Private Declare Sub AboutVbio Lib "vbio.dll" ()

Dim Data As Integer

Private Sub Form_Load()
    Anjan
    Call Out(4H37A, 44) 'jadikan pin d0-d7 sbg input
End Sub

Private Sub Generate_Click()
    Dim j1 As Double
    Dim j2 As Double
    Dim j3 As Double
    Dim s1 As Double
    Dim s2 As Double
    Dim s3 As Double

    s1 = Val(Text1.Text)
    s2 = Val(Text2.Text)
    s3 = Val(Text3.Text)

```

Project - Project1

- Project1 (For Model.vbp)
  - Forms
    - For\_Model (For\_Mod)

Properties - Label1

Label1 Label

Alphabetic Categorized

(Name)	Label1
Alignment	0 - Left Justify
Appearance	1 - 3D
AutoSize	False
BackColor	8F800000
BackStyle	1 - Opaque
BorderStyle	0 - None
Caption	Jadual Untuk A
DataField	
DataFormat	
DataMember	

(Name)

Returns the name used in code to identify an object.

Form Layout

For\_Mod



Project1 - Microsoft Visual Basic [design] - [For\_Model (Code)]

File Edit View Project Format Debug Run Query Diagram Tools Add-Ins Window Help

Ln 172, Col 1

Label1 Click

```

j1 = 1.52 * Val(Text1.Text)
j2 = 1.52 * Val(Text2.Text)
j3 = 1.52 * Val(Text3.Text)

Text4.Text = Str(j1)
Text5.Text = Str(j2)
Text6.Text = Str(j3)

End Sub

Private Sub Graft_Click()
pic.Cls
pic.Scale (-1, 13)-(8, -1)

pic.Line (-1, 0)-(8, 0)
pic.Line (0, -1)-(0, 13)

pic.Line (-0.01, 11)-(0.01, 11)
pic.Line (-0.01, 10)-(0.01, 10)
pic.Line (-0.01, 9)-(0.01, 9)
pic.Line (-0.01, 8)-(0.01, 8)
pic.Line (-0.01, 7)-(0.01, 7)
pic.Line (-0.01, 5)-(0.01, 6)
pic.Line (-0.01, 5)-(0.01, 5)
pic.Line (-0.01, 4)-(0.01, 4)
pic.Line (-0.01, 3)-(0.01, 3)
pic.Line (-0.01, 2)-(0.01, 2)
pic.Line (-0.01, 1)-(0.01, 1)

pic.Line (1, 0.1)-(1, -0.1)
pic.Line (2, 0.1)-(2, -0.1)
pic.Line (3, 0.1)-(3, -0.1)
pic.Line (4, 0.1)-(4, -0.1)
pic.Line (5, 0.1)-(5, -0.1)
pic.Line (6, 0.1)-(6, -0.1)

pic.CurrentX = 0.5
pic.CurrentY = 11 - pic.TextHeight("y=11") / 2
pic.Print "Tenaga Dijana (Mega Watt)"

```

Project - Project1

Project1 (For Model.vbp)

Forms

For\_Model (For\_Mod)

Properties - Label1

Label1 Label

Alphabetic Categorized

(Name)	Label1
Alignment	0 - Left Justify
Appearance	1 - 3D
AutoSize	False
BackColor	8H800000
BackStyle	1 - Opaque
BorderStyle	0 - None
Caption	Jadual Untuk A
DataField	
DataFormat	
DataMember	

(Name)

Returns the name used in code to identify an object.

Form Layout

For\_Mod

Project1 - Microsoft Visual Basic [design] - [For\_Model (Code)]

File Edit View Project Format Debug Run Query Diagram Tools Add-Ins Window Help

Ln 172, Col 1

Label1 Click

```

pic.CurrentX = -0.5
pic.CurrentY = 10 - pic.TextHeight("y=10") / 2
pic.Print "10"

pic.CurrentX = -0.5
pic.CurrentY = 8 - pic.TextHeight("y=8") / 2
pic.Print "8"

pic.CurrentX = -0.5
pic.CurrentY = 6 - pic.TextHeight("y=6") / 2
pic.Print "6"

pic.CurrentX = -0.5
pic.CurrentY = 4 - pic.TextHeight("y=4") / 2
pic.Print "4"

pic.CurrentX = -0.5
pic.CurrentY = 2 - pic.TextHeight("y=2") / 2
pic.Print "2"

'untuk paksi x
pic.CurrentX = 1 - pic.TextWidth("x=1") / 5
pic.CurrentY = -0.5 - pic.TextHeight("y=-0.5") / 2
pic.Print "1"

pic.CurrentX = 2 - pic.TextWidth("x=2") / 5
pic.CurrentY = -0.5 - pic.TextHeight("y=-0.5") / 2
pic.Print "2"

pic.CurrentX = 3 - pic.TextWidth("x=3") / 5
pic.CurrentY = -0.5 - pic.TextHeight("y=-0.5") / 2
pic.Print "3"

pic.CurrentX = 4 - pic.TextWidth("x=4") / 5
pic.CurrentY = -0.5 - pic.TextHeight("y=-0.5") / 2
pic.Print "4"

pic.CurrentX = 5 - pic.TextWidth("x=5") / 5
pic.CurrentY = -0.5 - pic.TextHeight("y=-0.5") / 2
pic.Print "5"

```

Project - Project1

Project1 (For Model.vbp)

Forms

For\_Model (For\_Model.vbp)

Properties - Label1

Label1 Label

Alphabetic Categorized

(Name)	Label1
Alignment	0 - Left Justify
Appearance	1 - 3D
AutoSize	False
BackColor	6H80000C
BackStyle	1 - Opaque
BorderStyle	0 - None
Caption	Jadual Untuk M
DataField	
DataFormat	
DataMember	

(Name)

Returns the name used in code to identify an object.

Form Layout

For\_Model

Project1 - Microsoft Visual Basic [design] - [For\_Model (Code)]

File Edit View Project Format Debug Run Query Diagram Tools Add-Ins Window Help

Ln 172, Col 1

General

Label1 Click

```

Dim j2 As Double
Dim j3 As Double
Dim s1 As Double
Dim s2 As Double
Dim s3 As Double

s1 = Val(Text1.Text)
s2 = Val(Text2.Text)
s3 = Val(Text3.Text)
s4 = Val(Text4.Text)
s5 = Val(Text5.Text)
s6 = Val(Text6.Text)

pic.Line (Text1.Text - 0.5, Text4.Text)-(Text1.Text + 0.5, 0), , B
pic.Line (Text2.Text - 0.5, Text5.Text)-(Text2.Text + 0.5, 0), , B
pic.Line (Text3.Text - 0.5, Text6.Text)-(Text3.Text + 0.5, 0), , B
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
'Data = Inp(&H378) 'baca data dari parallel port

'If (Data And 1) = 1 Then 'tgc bit ke-3
'  Text1.Text = "5"
'Else
'  Text1.Text = ""
'End If
'If (Data And 4) = 4 Then 'tgc bit ke-2
'  Text2.Text = "3"
'Else
'  Text2.Text = ""
'End If
'If (Data And 8) = 8 Then 'tgc bit pertama
'  Text3.Text = "1"
'Else
'  Text3.Text = ""
'End If
End Sub

```

Project1

Project1 (For Model.vbp)

Forms

For\_Model (For Mod)

Properties - Label1

Label1 Label

Alphabetic Categorized

(Name)	Label1
Alignment	0 - Left Justify
Appearance	1 - 3D
AutoSize	False
BackColor	6H800000
BackStyle	1 - Opaque
BorderStyle	0 - None
Caption	Jadual Untuk A
DataField	
DataFormat	
DataMember	

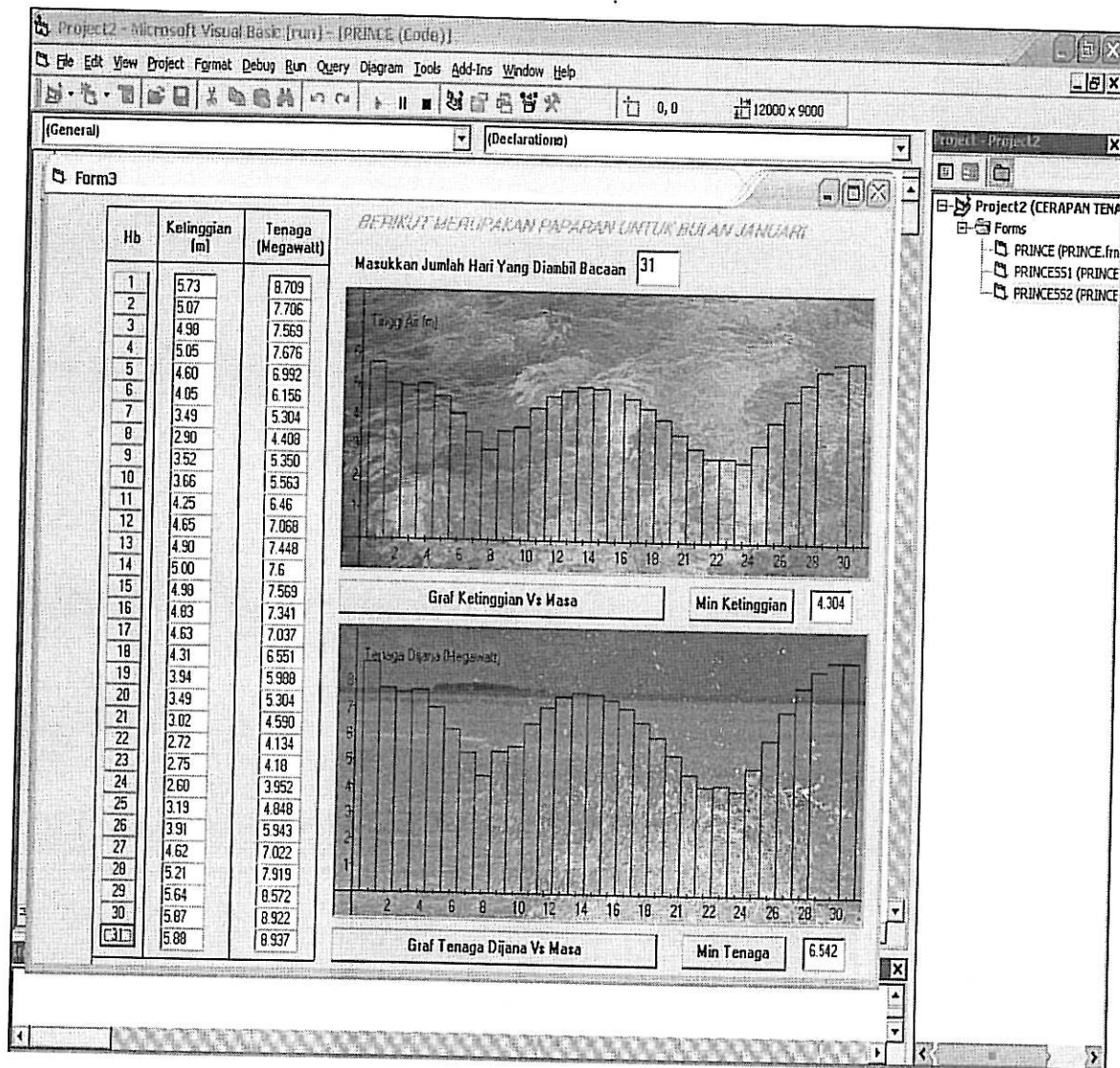
(Name)

Returns the name used in code to identify an object.

Form Layout

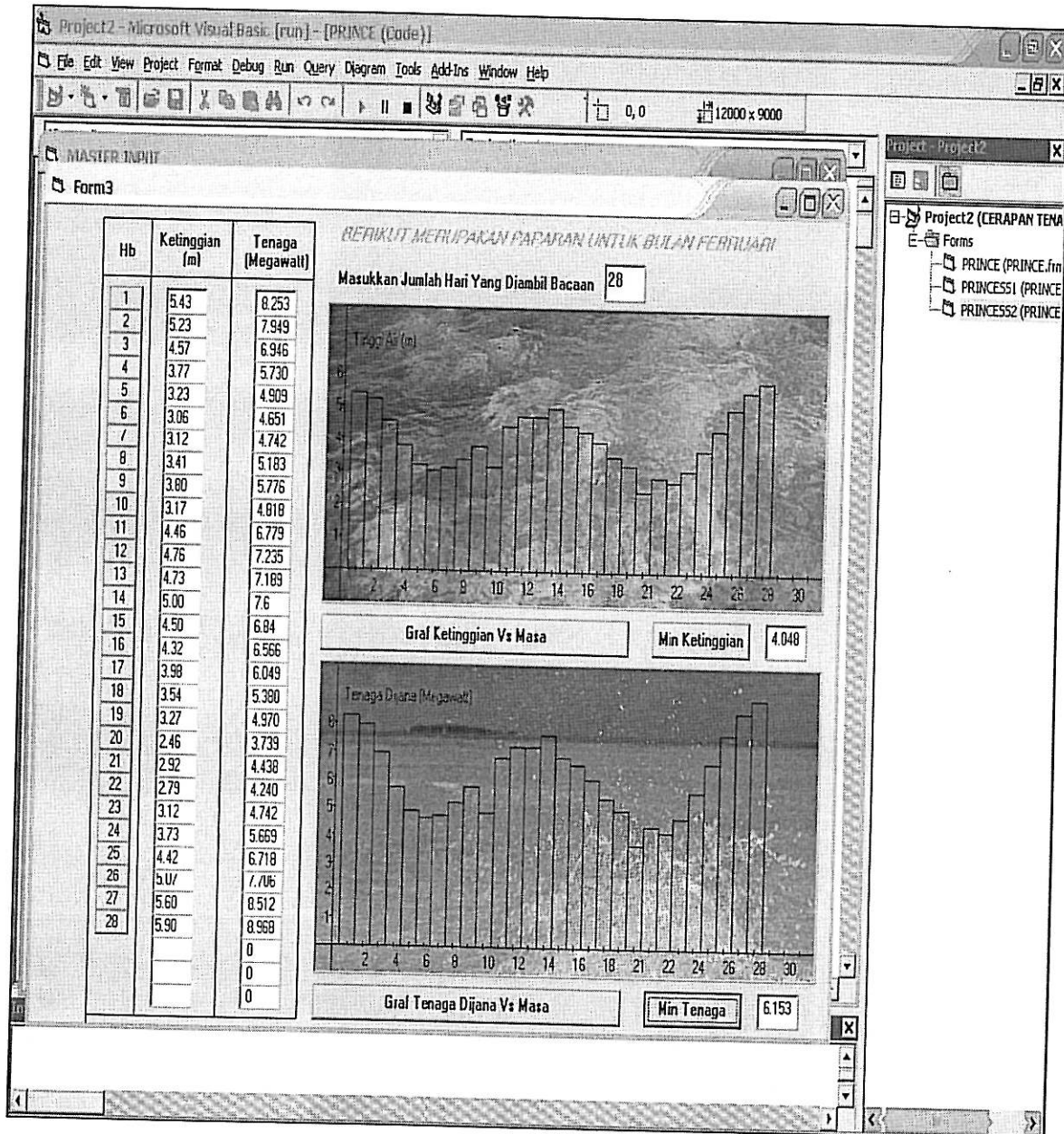
For\_Mod

## LAMPIRAN B

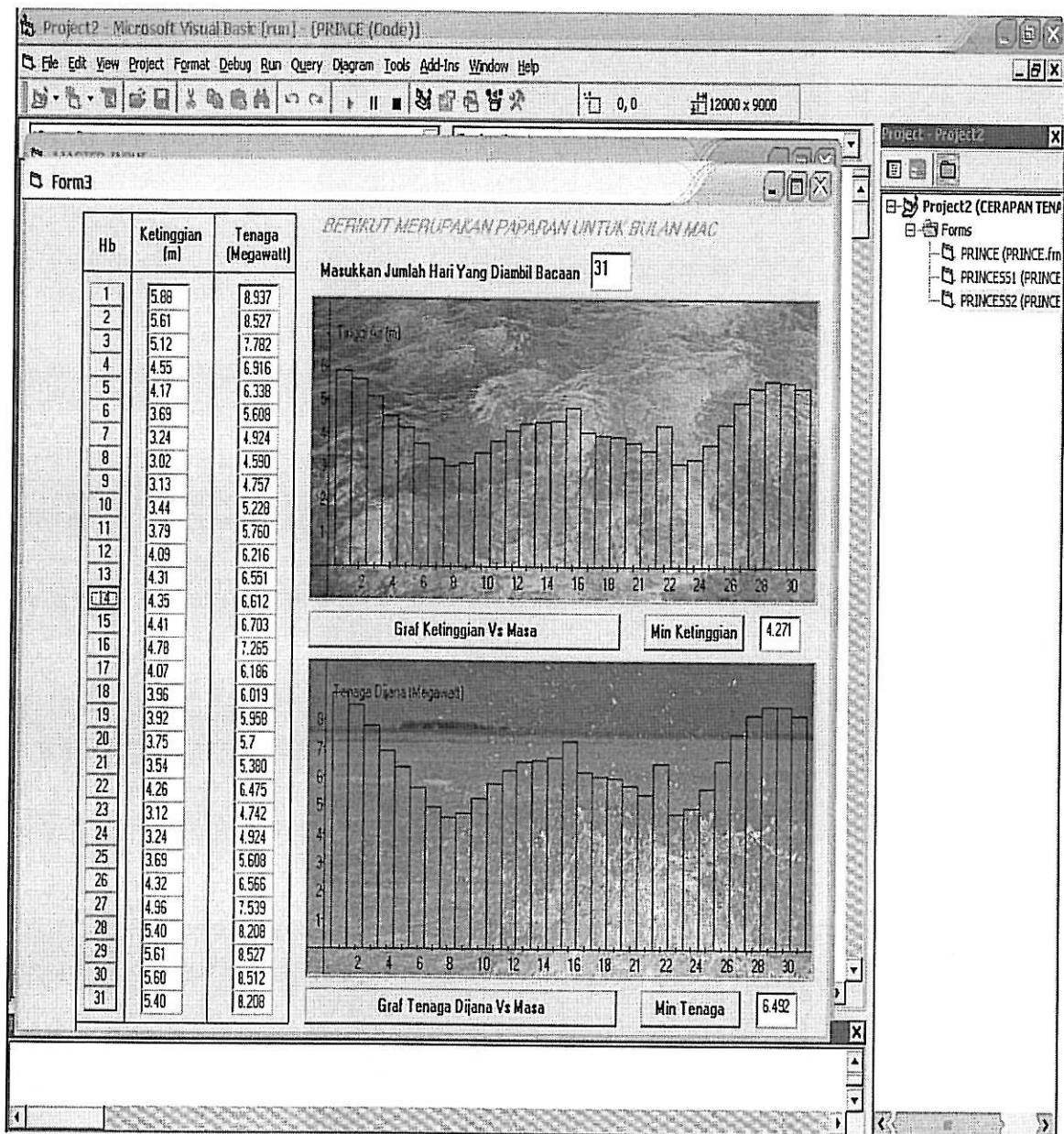


Bacaan dan graf pada bulan Januari

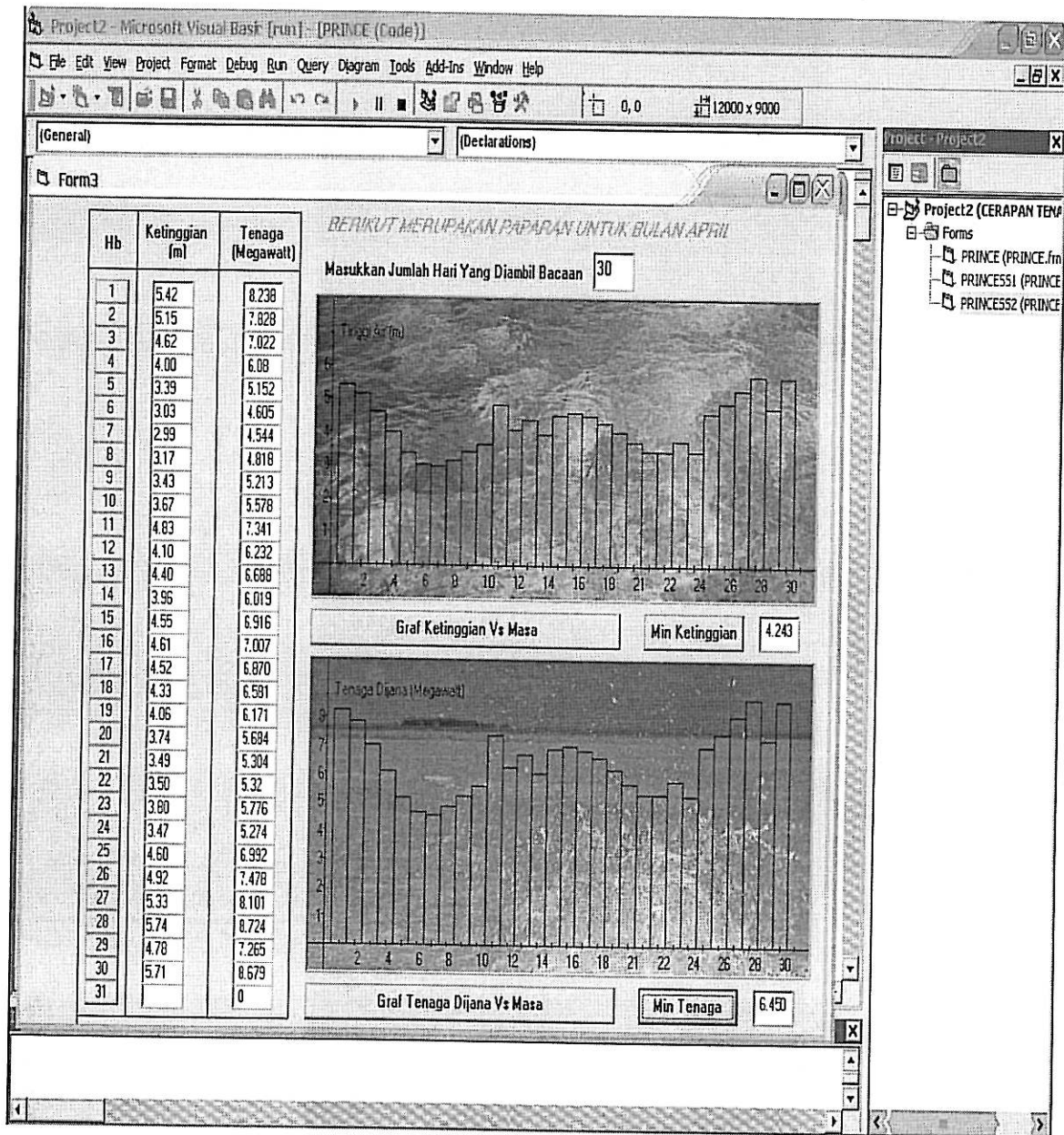




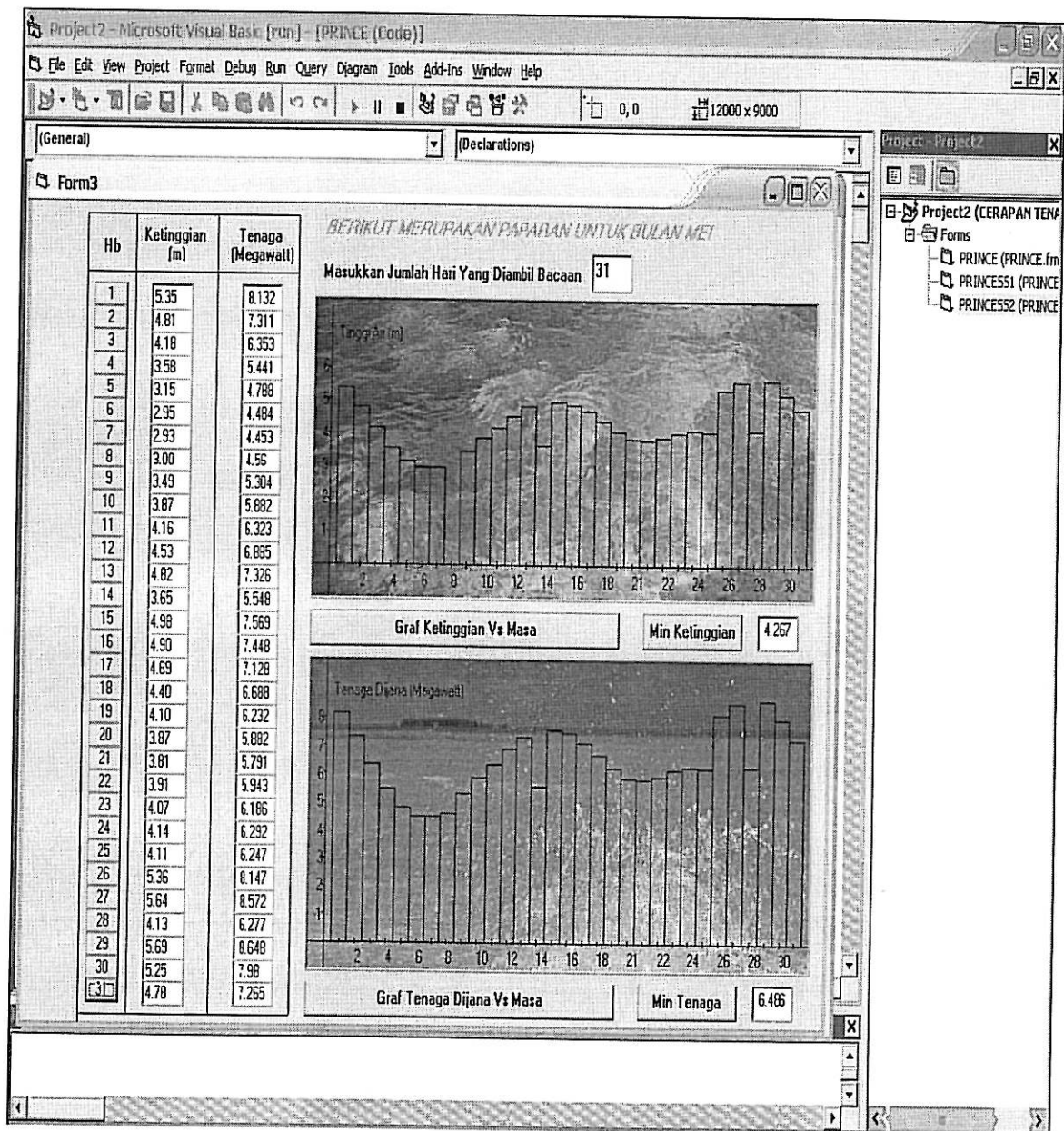
Bacaan dan graf pada bulan Februari



Bacaan dan graf pada bulan Mac



Bacaan dan graf pada bulan April



Bacaan dan graf pada bulan Mei



Project2 - Microsoft Visual Basic [run] - [PRINCE (Code)]

File Edit View Project Format Debug Run Query Diagram Tools Add-Ins Window Help

(General) (Declarations)

Form3

BERIKUT MERUPAKAN PAPARAN UNTUK BULAN JUN

Masukkan Jumlah Hari Yang Diambil Bacaan

Hb	Ketinggian (m)	Tenaga (Megawatt)
1	4.25	6.46
2	2.75	4.18
3	3.30	5.016
4	2.94	4.468
5	2.70	4.104
6	3.02	4.590
7	3.36	5.107
8	3.71	5.639
9	4.03	6.125
10	3.08	4.681
11	4.91	7.463
12	5.10	7.752
13	3.47	5.274
14	5.10	7.752
15	4.94	7.508
16	4.71	7.159
17	4.46	6.779
18	4.22	6.414
19	3.97	6.034
20	3.33	5.061
21	3.53	5.365
22	4.19	6.368
23	4.61	7.007
24	5.01	7.615
25	5.22	7.934
26	3.57	5.426
27	5.20	7.904
28	4.99	7.584
29	4.67	7.098
30	4.30	6.536
31		0

Graf Ketinggian Vs Masa

Graf Tenaga Dijana Vs Masa

Project2 (CERAPAN TENA)

- Forms
  - PRINCE (PRINCE.frm)
  - PRINCESS1 (PRINCE)
  - PRINCESS2 (PRINCE)

Bacaan dan graf pada bulan Jun

Project2 - Microsoft Visual Basic [run] - [PRINCE (Code)]

File Edit View Project Format Debug Run Query Diagram Tools Add-Ins Window Help

(General) (Declarations)

Form3

BERIKUT MERUPAKAN PAPARAN UNTUK BULAN JULAI

Masukkan Jumlah Hari Yang Diambil Bacaan

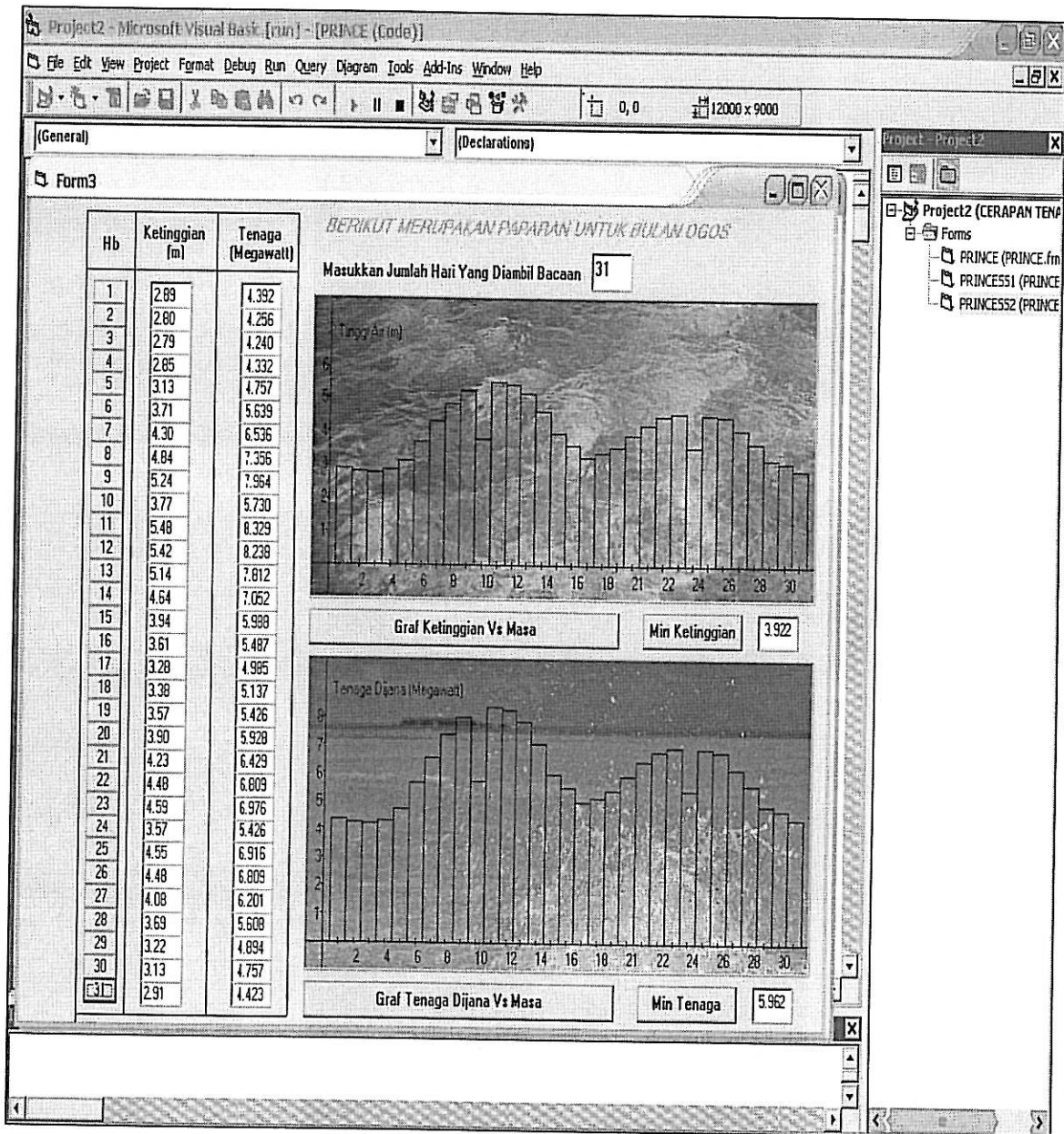
Hb	Ketinggian (m)	Tenaga (Megawatt)
1	3.87	5.882
2	3.39	5.152
3	2.92	4.438
4	2.34	3.556
5	2.90	4.408
6	3.12	4.742
7	3.40	5.168
8	3.89	5.912
9	4.43	6.733
10	4.87	7.402
11	5.15	7.828
12	3.46	5.259
13	5.29	8.040
14	4.64	7.052
15	5.02	7.630
16	4.72	7.174
17	4.29	6.520
18	3.75	5.7
19	3.59	5.441
20	3.59	5.456
21	3.84	5.836
22	4.21	6.399
23	4.56	6.931
24	4.78	7.265
25	4.86	7.387
26	3.41	5.183
27	4.76	7.235
28	4.56	6.931
29	4.26	6.475
30	3.85	5.652
31	3.39	5.152

Graf Ketinggian Vs Masa Min Ketinggian 4.088

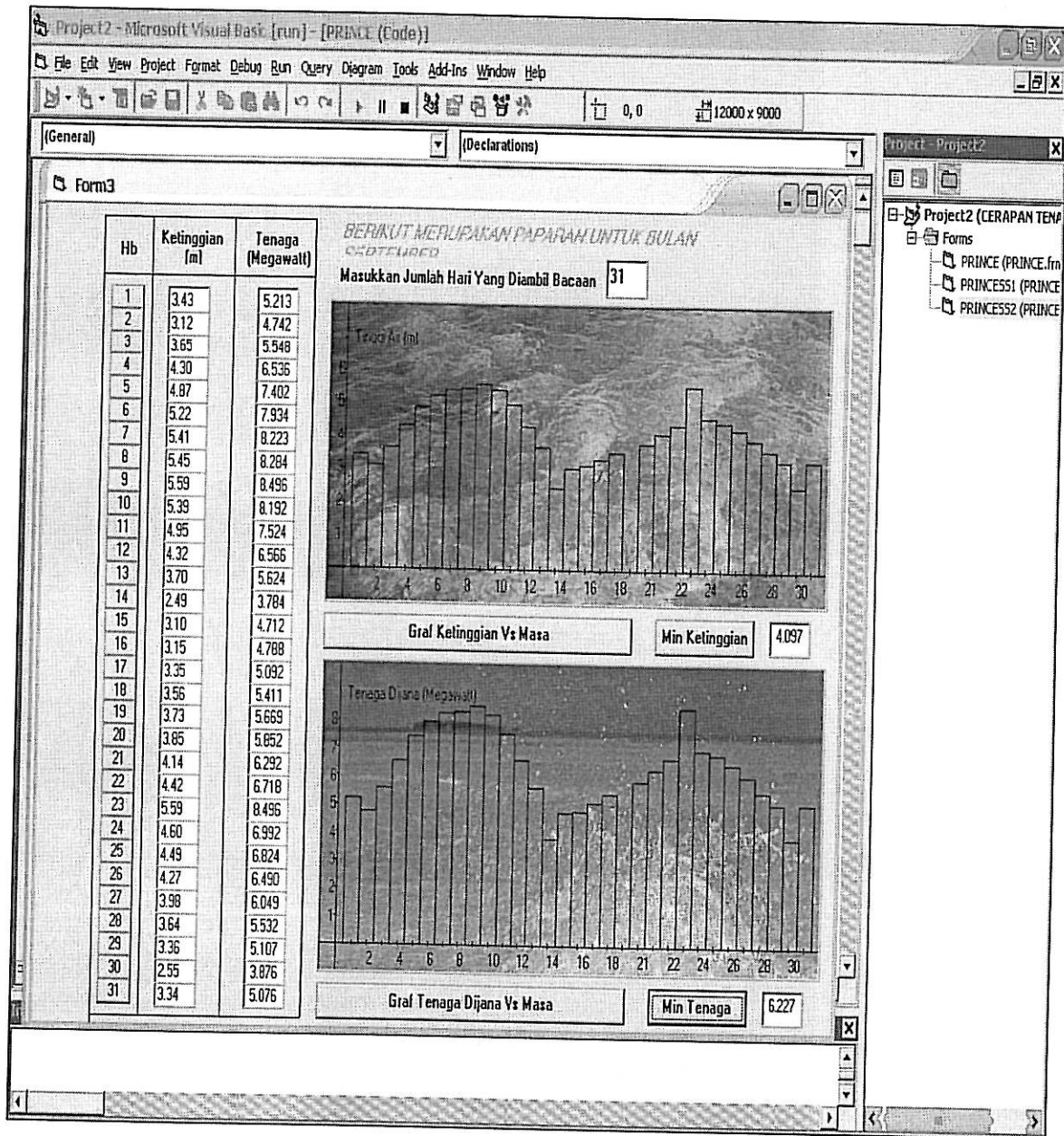
Graf Tenaga Dijana Vs Masa Min Tenaga 6.213

Bacaan dan graf pada bulan Julai

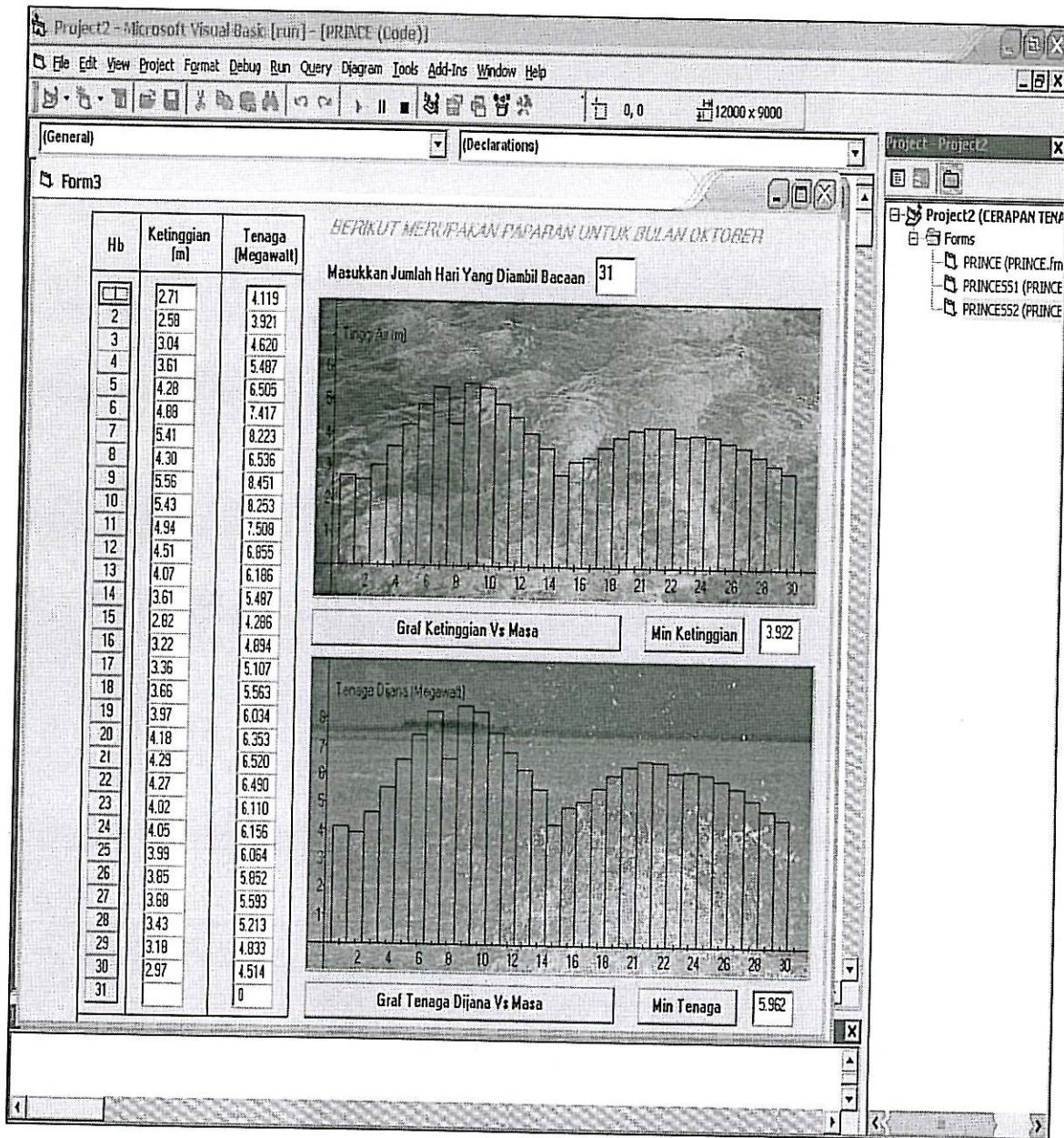




Bacaan dan graf pada bulan Ogos

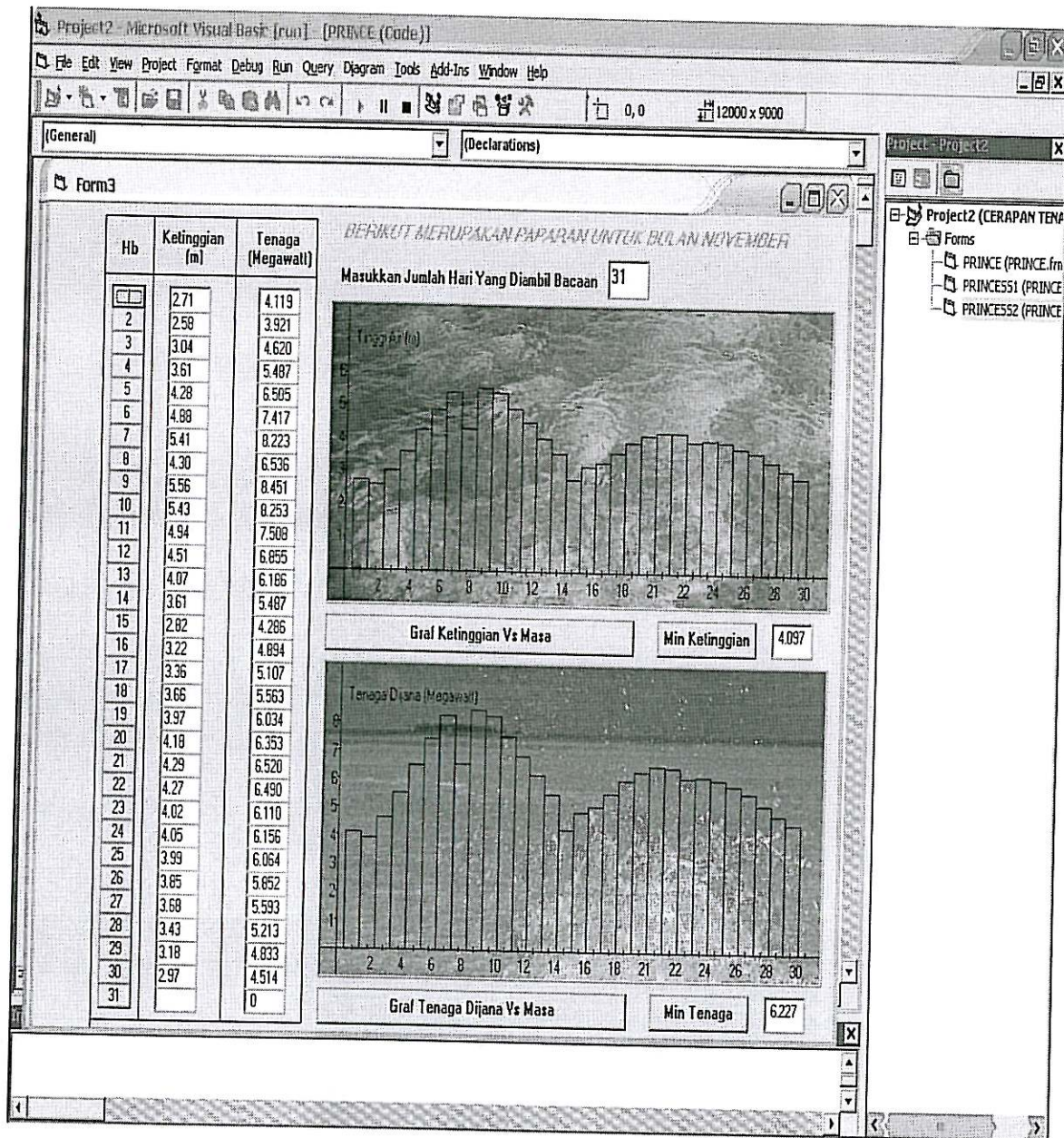


Bacaan dan graf pada bulan September



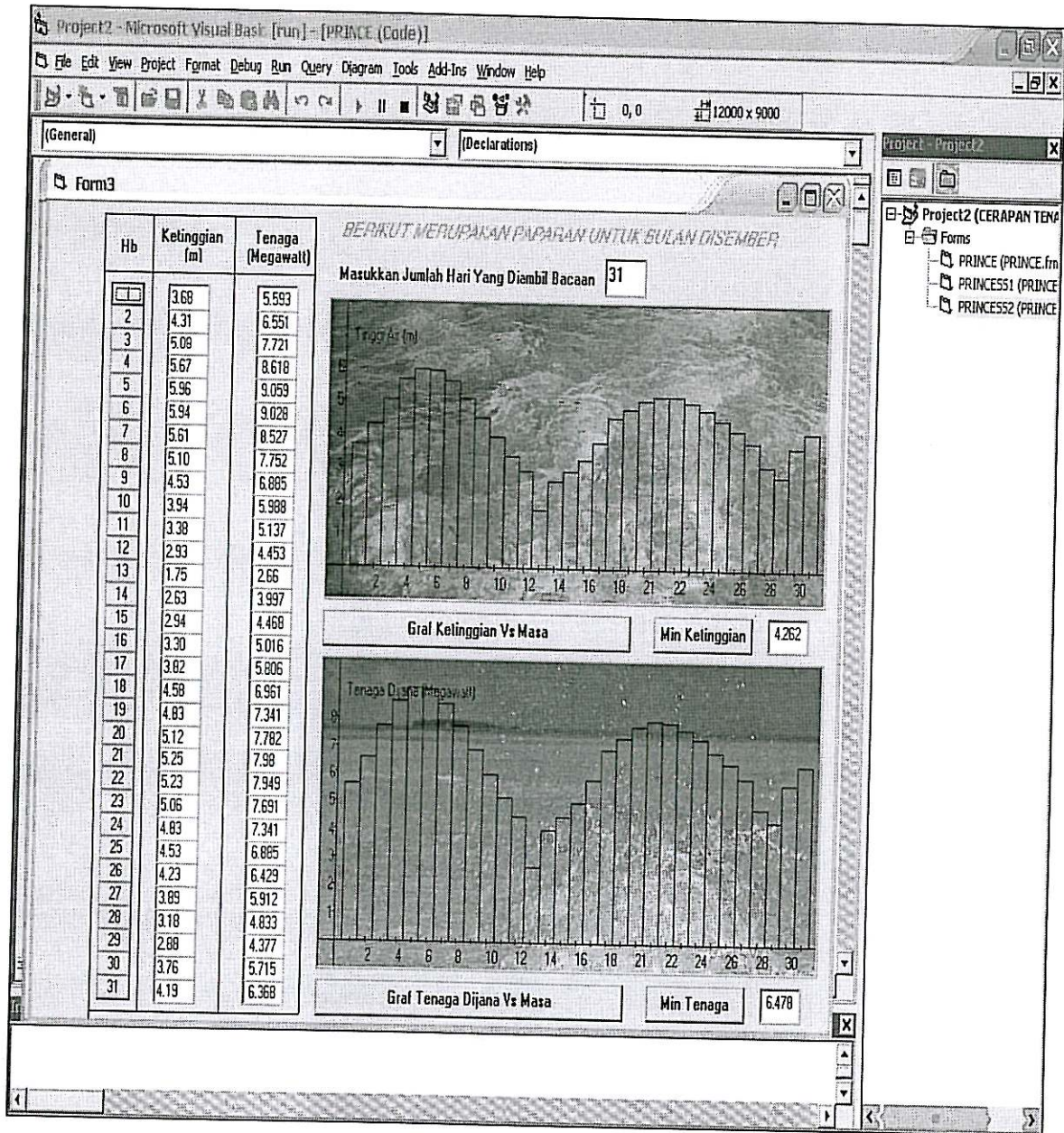
Bacaan dan graf pada bulan Oktober





Bacaan dan graf pada bulan November





Bacaan dan graf pada bulan Desember

LAMPIRAN C  
 BEJINGKAT

2002

Times and Heights of High and Low Water

JANUARY

FEBRUARY

TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)
1 4 55 506	8 0 23 477	17 0 54 398	25 0 0 434	1 1 1 351	9 1 37 432	17 1 35 345	25 1 54 431
TU 10 54 507	W 7 1 125	TH 4 10 476	F 2 0 433	F 6 34 543	SA 4 35 304	SU 7 17 473	M 6 51 468
10 47 565	10 37 451	10 57 56	10 436	10 31 0	S 15 42 464	11 31 91	11 53 531
	10 24 205	10 40 515	10 345	10 52 562	21 23 246	10 54 497	21 43 251
2 0 27 181	10 1 15 464	18 1 31 385	26 1 0 431	2 1 46 343	10 2 36 426	18 2 1 343	26 2 51 440
W 1 44 511	TH 1 4 91	F 6 45 464	SA 1 0 432	SA 7 27 531	SU 5 33 86	M 6 0 457	TU 1 51 34
11 41 500	11 47 472	11 36 71	11 474	E 14 2 21	16 27 501	16 5 124	16 42 541
11 21 561	21 31 231	21 12 506	21 233	21 34 543	22 12 224	20 20 462	21 11 131
3 0 11 161	10 1 0 451	19 2 7 395	27 2 0 452	3 2 31 335	11 3 26 431	19 2 44 334	27 2 56 505
TH 1 31 509	F 1 51 74	SA 7 37 444	SU 5 0 451	SU 2 24 511	M 11 22 73	TU 8 48 431	W 11 47 31
11 21 500	11 47 474	11 51 57	N 11 514	14 41 71	17 6 523	16 42 361	17 25 561
21 14 53	21 21 231	21 41 452	21 234	21 14 527	27 52 206	20 53 463	21 11 141
4 1 1 181	12 2 52 455	20 2 47 458	28 3 0 474	4 0 25 333	12 10 454	20 10 25 257	28 4 51 531
F 2 26 489	SA 5 41 51	SU 8 14 425	M 11 0 34	M 5 25 484	12 10 454	20 10 25 257	TH 11 31 511
14 21 31	E 14 24 521	E 14 31 127	17 543	17 37 327	17 41 528	15 26 200	17 25 561
21 1 536	21 13 213	21 13 476	21 157	21 55 500	21 28 386	21 28 446	
5 1 54 181	10 1 31 461	21 1 32 384	29 4 0 491	5 4 20 334	13 4 46 477	21 4 15 336	
SA 4 21 481	SU 10 31 43	M 5 12 405	TU 10 0 6	TU 10 33 457	W 11 37 56	TH 10 49 431	
10 6 41	17 20 533	15 15 360	17 544	16 33 375	15 11 529	16 30 231	
21 54 521	21 0 201	21 46 462	21 180	22 41 470		22 14 426	
6 1 51 181	14 4 14 469	22 4 22 397	30 4 0 522	6 5 23 333	14 14 0 171	22 4 11 334	
SU 5 31 461	M 11 11 31	TU 11 10 391	W 11 0 31	W 11 53 440	TH 11 24 408	F 12 1 432	
E 14 1 164	17 51 521	16 1 196	16 570	17 42 225	12 7 57	17 55 262	
17 41 501	22 41 393	22 30 449		22 30 440	18 35 527	22 27 433	
E							
7 4 55 171	15 4 56 476	23 5 19 365	31 6 0 165	7 6 26 328	15 6 33 359	23 6 34 321	
M 10 51 444	TU 11 51 36	W 11 30 385	TH 5 0 537	TH 13 21 440	F 6 7 490	SA 13 41 431	
17 4 144	18 31 536	17 35 227	17 116	19 1 253	12 37 64	N 19 26 263	
21 12 451		21 16 436	15 572		19 5 520		
8 0 1 151	14 1 11 354	24 0 24 342		8 0 32 419	16 1 4 351	24 0 39 412	
TU 10 21 441	W 5 13 479	TH 12 54 402		F 7 37 338	SA 6 34 485	SU 7 45 498	
10 12 181	12 24 46	11 32 244		14 43 455	M 13 4 78	14 58 471	
	15 6 527			20 20 257	19 29 510	20 42 242	



**JOSEFININGKAT**

2002

Times and Heights of High and Low Water

**MARCH**

**APRIL**

TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)
1 3 2 125	9 7 19 138	17 0 38 102	25 0 0 394	1 1 4 20	9 2 20 382	17 1 8 50	25 2 41 471
F 5 41 560	SA 14 26 451	SU 6 31 500	M 7 0 104	M 7 20 562	TU 8 52 133	W 7 43 502	TH 9 12 59
S 13 20 15	20 17 263	12 43 95	14 0 475	13 23 32	15 31 476	13 29 167	15 35 527
18 45 573		18 47 502	20 0 228	19 17 515	21 36 177	18 58 463	21 51 35
1 3 46 97	10 1 23 375	18 1 4 95	26 1 0 423	2 1 46 24	10 3 13 415	18 1 42 54	26 3 42 512
SA 4 13 565	SU 8 20 1284	M 7 0 493	TU 8 0 76	TU 8 12 539	W 9 39 120	TH 4 26 449	F 10 4 45
13 2 4	15 23 472	13 11 116	15 0 508	14 5 133	16 3 487	14 7 195	16 17 537
19 22 566	21 18 238	19 10 491	21 0 166	19 50 482	22 3 143	19 32 444	21 37 48
1 1 28 75	11 2 14 3974	19 1 36 91	27 2 0 466	3 1 28 45	11 3 55 446	19 2 19 48	27 4 39 546
SU 3 25 554	M 9 20 112	TU 7 50 483	W 9 0 41	W 9 6 507	TH 10 15 112	F 3 14 474	SA 10 55 45
13 45 40	16 5 491	13 44 142	16 0 537	14 52 186	16 35 495	14 56 224	16 55 538
19 37 540	22 1 208	19 35 475	22 0 139	20 25 444	22 41 113	20 13 423	22 18 13
1 1 20 75	12 1 24 424	20 2 7 92	28 3 0 312	4 1 12 74	12 4 34 473	20 1 5 36	28 3 33 545
M 3 20 530	TU 10 1 92	W 8 0 11467	TH 10 0 15 77	TH 10 6 474	F 10 42 105	SA 10 13 468	SU 11 40 52
14 27 97	16 42 505	14 21 176	16 0 555	S 15 48 231	E 16 59 498	15 59 247	17 32 528
20 12 510	22 16 179	22 28 4 43	22 0 35	22 5 405	23 10 36	22 12 199	23 59 1
1 2 56 824	<del>13 6 545</del>	<del>23 23 451</del>	<del>29 4 0 548</del>	<del>S 4 0 106</del>	<del>13 8 10 492</del>	<del>21 4 9 104</del>	<del>29 6 23 569</del>
TU 3 16 498	W 10 44 13	TH 9 23 451	F 11 2	F 12 19 447	SA 12 19 105	SU 11 26 453	M 12 22 91
15 12 25	17 12 514	15 3 212	17 0 563	17 2 262	17 23 198	17 35 254	18 5 509
21 1 47	23 1 154	20 40 436	E 23 57	22 2 349	23 41 58	22 17 386	
1 3 46 97	14 1 43 476	22 3 30 197	30 3 0 570	6 3 16 125	14 5 47 506	22 3 34 112	30 0 41 112
W 10 19 46	TH 11 14 77	F 10 23 436	SA 12 10	SA 12 43 434	SU 13 50 110	M 12 45 462	TU 7 13 559
16 5 21	17 40 518	16 9 246	18 0 537	18 40 255	17 44 493	18 54 235	13 4 127
21 49 436	23 39 131	21 32 412		23 30 149		18 40 484	
1 4 42 117	15 5 18 492	23 4 32 118	31 0 0 33	7 6 39 147	15 0 8 56	23 0 9 395	
TH 11 35 441	F 11 46 75	SA 11 40 430	SU 6 573	SU 13 54 446	M 4 25 511	TU 4 56 103	
17 17 25	S 14 4 516	F 17 35 244	12 0 18	20 1 243	12 21 123	13 53 483	
22 39 39		22 45 393	18 0 542		18 7 486	20 4 195	
1 5 51 130	17 0 7 1157	24 5 53 121		8 1 12 355	16 0 39 49	24 1 32 428	
F 13 9 43	SA 5 54 500	SU 13 13 445		M 7 34 144	TU 7 2 510	W 3 0 31	
S 18 52 07	12 13 33	19 10 259		14 48 461	12 54 142	14 48 508	
23 35 37	18 26 510			20 55 231	18 31 476	21 2 147	

SEJINGKAT

2002

Times and Heights of High and Low Water

MAY

JUNE

MAY				JUNE			
TIME HEIGHT	TIME HEIGHT	TIME HEIGHT	TIME HEIGHT	TIME HEIGHT	TIME HEIGHT	TIME HEIGHT	TIME HEIGHT
H.M. (GMT)	H.M. (GMT)	H.M. (GMT)	H.M. (GMT)	H.M. (GMT)	H.M. (GMT)	H.M. (GMT)	H.M. (GMT)
1 1 21	9 2 45 466	17 1 27 31	25 12 564	1 2 27 61	9 3 51 455	17 1 53 54	25 1 14 530
W 6 3 51	TH 1 55 151	F 8 22 505	SA 12 95	SA 9 28 486	SU 5 41 181	M 1 55 500	TU 11 1 174
13 45 40	E 35 12 464	14 2 307	15 504	15 32 216	15 31 441	11 41 201	16 27 453
15 15 6	21 31 215	15 27 437	9 74	20 31 321	27 1 47	21 27 432	S 23 19 6
2 2 2 2	10 3 36 436	18 1 1 55	26 12 535	2 3 15 91	10 4 43 485	18 3 51 75	26 6 7 535
TH 8 55 61	F 9 38 144	SA 5 21 492	SU 10 107	SU 10 17 466	M 11 27 177	TU 10 47 495	W 11 21 174
S 14 35 21	11 41 470	14 31 224	16 522	16 11 226	15 57 453	16 53 183	17 8 453
15 54 41	22 5 63	20 6 421	15 4 13	21 16 366	22 31 21	22 32 421	6
3 2 48 1	11 4 18 465	19 3 0 76	27 12 550	3 4 4 121	11 5 28 504	19 4 55 54	27 1 1 11
F 4 45 41	SA 10 11 142	SU 10 6 486	M 10 123	M 11 11 451	TU 11 5 177	W 11 31 481	TH 6 37 5315
15 32 21	14 5 473	15 57 231	16 4 496	17 17 214	16 27 457	E 17 17 163	11 36 181
20 25 31	20 31 57	21 11 401	17 14	22 33 352	22 16 17	23 47 431	17 43 449
4 3 46 1	12 4 58 491	20 4 4 86	28 15 555	4 5 3 147	12 4 2 222	20 4 5 225	28 10 47 427
SA 10 53 487	SU 10 53 140	M 11 11 477	TU 11 4 142	TU 11 11 441	W 11 47 481	TH 11 30 483	F 7 35 525
16 45 24	16 36 475	17 11 226	18 1 476	18 20 295	N 17 6 459	19 1 229	13 24 286
21 35 39	23 5 36	22 34 400		23 52 357	23 35 17		18 30 440
5 4 44 12	13 5 36 508	21 5 15 96	29 16 110	5 6 5 162	13 6 48 528	21 5 2 444	29 1 26 46
SU 17 1 42	M 11 27 145	TU 11 16 486	W 6 547	W 12 45 437	TH 12 21 187	F 7 13 134	SA 8 14 507
18 7 21	17 3 474	18 26 261	16 164	E 15 15 167	17 45 457	18 22 483	13 55 195
21 7 31	23 41 26		16 455			19 55 91	21 14 427
6 5 57 10	14 6 16 515	22 6 0 412	30 16 16	6 1 6 366	14 6 37 15	22 6 16 465	30 2 4 61
M 13 6 41	TU 12 2 154	W 6 34 100	TH 6 531	TH 7 6 180	F 7 31 525	SA 8 11 149	SU 8 51 454
15 18 21	17 31 471	18 13 481	12 185	13 32 437	13 11 195	14 10 476	14 41 153
		15 35 161	19 435	20 4 135	18 27 457	20 54 57	20 1 405
7 6 38 10	15 6 13 22	23 1 17 431	31 11 31	7 2 13 391	15 1 21 24	23 3 24 490	
TU 7 6 11	W 6 56 521	TH 7 43 97	F 18 505	F 8 4 185	SA 8 16 518	SU 9 15 160	
13 57 49	12 40 165	E 14 6 501	18 202	14 5 431	12 57 202	14 54 468	
20 15 11	18 2 462	20 32 112	17 416	20 46 102	19 14 451	21 43 25	
8 3 52 17	16 6 45 25	24 7 25 471		8 3 9 422	16 2 1 37	24 6 24 514	
W 8 6 11	TH 7 37 535	F 6 46 94		SA 8 54 184	SU 9 4 508	M 10 15 168	
14 35 45	N 13 18 101	14 53 501		14 43 443	14 59 204	15 42 462	
20 58 14	18 36 452	21 22 61		21 24 72	20 11 442	22 34 13	

BEJINGKAT

2002

Times and Heights of High and Low Water

---JULY---

---AUGUST

TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)
1 2 43 80	9 4 25 478	17 3 41 73	25 3 10 520	1 3 18 555	9 5 28 527	17 5 14 200	25 3 3 14
M 9 35 479	TU 10 0 207	W 10 15 502	TH 10 0 189	TH 9 45 440	F 11 20 181	SA 11 4 433	SU 5 38 529
15 13 190	15 16 435	16 25 144	16 0 444	16 14 151	16 40 478	17 56 105	17 32 142
20 54 360	22 11 35	22 24 452	23 0 34	22 16 384	23 35 3		23 4 449
2 3 12 117	10 5 11 506	18 4 36 112	26 4 0 520	2 4 3 149	10 4 29 538	18 3 48 441	26 5 39 42
TU 10 15 450	W 10 48 199	TH 11 0 487	F 10 0 179	F 10 18 423	SA 12 4 161	SU 5 32 234	M 7 5 500
15 23 160	N 16 3 448	17 24 128	17 0 451	17 4 143	17 31 501	12 5 406	E 11 3 132
21 34 300	22 57 19	23 35 443		23 21 378		19 5 103	18 43 444
3 4 7 140	11 5 55 324	19 5 39 151	27 5 0 34	3 5 4 221	11 3 30 46	19 2 12 452	27 1 3 16
W 10 51 440	TH 11 34 192	F 11 48 469	SA 11 0 514	SA 11 0 409	SU 1 0 542	M 7 56 243	TU 7 10 444
15 17 170	16 46 461	18 27 110	18 0 172	18 0 130	12 49 142	S 13 14 393	13 15 126
E 11 3 140	23 44 9		18 0 451		16 23 514	20 16 35	19 22 454
4 5 3 170	12 6 39 533	20 0 51 442	28 0 0 44	4 3 39 383	12 1 4 3	20 3 21 470	28 1 37 103
TH 11 10 420	F 12 17 187	SA 12 0 485	SU 1 0 504	SU 6 18 242	M 7 19 539	TU 9 8 234	W 7 52 472
18 17 180	17 36 472	18 39 449	18 5 164	18 51 399	E 13 32 126	14 23 397	14 5 123
		19 29 90	19 0 445	18 59 124	19 15 516	21 18 42	20 5 442
5 0 17 130	13 0 11 513	21 0 12 456	29 0 0 56	5 0 17 402	13 1 48 165	21 0 14 491	29 2 5 133
F 5 17 207	SA 7 21 514	SU 7 0 205	M 7 0 492	M 7 16 247	TU 8 18 530	W 10 3 225	TH 8 15 455
12 12 400	13 2 481	13 34 434	13 0 161	12 52 196	14 16 114	15 20 424	14 45 127
17 4 100	15 24 180	20 10 72	19 0 432	19 58 33	20 11 507	22 12 48	20 51 426
6 1 27 300	14 1 15 9	22 3 35 477	30 0 0 30	6 1 12 441	14 2 32 51	22 4 54 505	30 3 39 181
SA 7 3 0 300	SU 8 4 530	M 9 7 212	TU 10 0 475	TU 8 45 238	W 9 54 515	TH 10 47 194	F 9 41 437
12 37 400	13 49 174	14 10 427	E 10 0 159	N 13 35 405	15 3 105	16 7 434	15 16 120
19 44 100	19 16 480	21 26 56	19 0 415	20 55 70	21 16 490	22 58 37	21 43 400
7 2 37 400	15 2 2 21	23 4 23 499	31 0 0 119	7 4 5 476	15 3 17 39	23 5 36 511	31 1 20 200
SU 9 11 200	M 3 48 523	TU 10 6 208	W 10 3 458	W 9 44 222	TH 9 36 493	F 11 24 174	SA 9 14 41
13 43 400	14 18 167	S 15 24 429	14 0 156	14 55 425	15 55 102	16 48 453	16 0 130
19 41 400	20 13 475	22 20 43	19 0 398	21 51 45	22 12 468	23 16 52	22 42 39
8 3 36 400	16 2 50 42	24 5 12 514		8 4 53 506	16 4 16 151	24 5 9 512	
M 9 4 200	TU 9 31 514	W 10 56 199		TH 10 35 201	F 10 17 464	SA 11 58 155	
14 10 400	E 15 29 157	16 12 437		15 49 451	16 53 103	17 27 465	
21 16 400	21 16 164	23 8 36		22 44 22	23 23 449		

6

SEJINGKAT

2002

Times and Heights of High and Low Water

JULY

AUGUST

TIME HEIGHT A.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT P.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)	TIME HEIGHT H.M. (cm)
1 3 43 80	9 4 25 478	17 3 41 73	25 5 1 520	1 3 18 155	9 5 18 527	17 5 14 200	25 3 4 54
M 3 35 478	TU 10 0 207	W 10 15 502	TH 11 3 189	TH 9 45 440	F 11 20 181	SA 11 4 437	SU 6 38 529
15 33 182	15 16 435	16 25 144	16 3 444	16 14 151	16 40 478	17 56 105	12 32 142
20 54 380	22 11 35	22 24 452	22 3 34	22 16 384	23 35 3		18 4 469
2 1 12 13	10 5 11 506	18 4 36 112	26 4 5 520	2 4 3 199	10 4 13 538	18 3 48 441	26 0 39 32
TU 13 15 450	W 10 48 199	TH 11 0 487	F 11 3 179	F 10 18 423	SA 12 4 161	SU 6 32 234	M 7 0 530
15 23 187	N 16 3 448	17 24 138	17 3 453	17 4 143	17 31 501	12 5 406	E 11 3 131
21 54 370	22 57 19	23 35 443		23 21 378		19 5 103	18 43 464
3 1 7 146	11 5 55 524	19 5 39 151	27 5 1 38	3 5 4 221	11 0 20 4	19 2 12 452	27 1 3 16
W 10 11 440	TH 11 14 192	F 11 48 462	SA 11 1 514	SA 11 0 409	SU 7 0 542	M 7 56 243	TU 7 30 484
17 17 177	16 48 461	18 27 110	18 3 172	18 7 130	12 49 142	S 13 14 393	13 35 125
S 13 1 30	23 44 9		18 3 453		18 23 514	20 14 35	19 22 454
4 3 3 11	12 6 39 533	20 0 51 442	28 5 1 48	4 0 39 383	12 1 4 3	20 3 21 472	28 1 37 103
TH 11 10 440	F 11 17 174	SA 11 48 145	SU 11 5 504	SU 6 18 242	M 7 13 539	TU 9 8 234	W 7 52 472
18 17 177	17 36 472	12 37 449	12 5 146	12 51 399	E 13 32 124	14 23 397	14 5 123
		12 29 30	12 3 445	12 59 124	19 15 516	21 18 32	20 5 44
5 0 1 10	13 11 11	21 0 12 146	29 5 56	5 2 1 406	13 1 48 16	21 4 14 491	29 2 5 333
F 11 1 207	SA 11 1 534	SU 11 0 205	M 11 6 492	M 7 16 247	TU 8 18 530	W 10 3 235	TH 8 15 455
12 12 440	12 2 181	13 34 434	13 1 143	12 52 396	14 16 324	15 20 414	14 41 122
13 4 1	14 74 380	20 30 72	13 2 432	13 54 93	10 11 527	22 13 34	10 51 421
6 1 17 13	14 1 15 9	22 1 25 477	30 1 1 30	6 1 12 441	14 2 32 51	22 4 58 505	30 1 39 161
SA 11 9 2	SU 9 4 530	M 9 7 212	TU 10 4 475	TU 8 45 238	W 8 16 515	TH 10 47 194	F 8 41 427
12 37 440	13 49 174	14 30 427	E 10 10 159	N 13 55 405	15 1 105	16 7 434	15 16 120
13 34 130	19 16 480	21 26 56	13 30 415	20 55 70	21 10 490	22 58 57	21 43 400
7 2 17 41	15 1 2 21	23 4 23 499	31 1 3 119	7 4 4 476	15 3 17 99	23 5 36 511	31 1 20 207
SU 11 21 201	M 11 48 523	TU 10 6 208	W 11 3 454	W 9 44 222	TH 9 16 493	F 11 24 174	SA 9 14 41
13 43 440	14 38 167	S 15 24 429	13 30 156	14 55 425	15 55 102	16 48 453	16 0 120
19 41 130	20 13 475	22 20 443	13 39 398	21 51 45	22 12 468	23 36 152	22 42 39
8 1 16 44	16 1 50 42	24 5 12 514		8 4 53 506	16 4 10 151	24 4 8 512	
M 1 1 207	TU 9 31 514	W 10 56 199		TH 10 35 291	F 10 17 464	SA 11 58 155	
14 30 440	E 15 29 157	16 12 437		15 49 451	16 32 103	17 27 465	
12 15 130	21 16 464	23 8 36		22 44 22	23 21 449		

6

SELENGKAT

2002

Times and Heights of High and Low Water

NOVEMBER				DECEMBER			
TIME	HEIGHT (cm)	TIME	HEIGHT (cm)	TIME	HEIGHT (cm)	TIME	HEIGHT (cm)
1 4 24 473	9 1 25 469	17 2 51 469	25 1 215	1 1 27 501	9 1 54 210	17 2 20 450	25 2 10 215
F 7 15 209	SA 6 49 470	SU 9 15 115	M 6 4 451	SU 7 57 133	M 7 3 446	TU 9 6 82	W 7 26 468
13 2 415	S 13 40 17	15 25 443	13 54	13 52 467	14 2 55	15 46 463	14 16 46
19 18 295	20 33 529	21 21 163	20 499	20 8 119	21 1 508	21 21 209	21 10 513
2 1 18 497	10 2 12 204	18 3 25 472	26 2 232	2 1 15 511	10 2 45 324	18 2 55 457	26 3 1 215
SA 8 15 160	SU 7 28 437	M 9 19 33	TU 7 435	M 8 30 30	TU 7 51 419	W 9 42 57	TH 8 26 454
14 12 455	14 26 555	14 7 473	14 77	15 0 506	14 49 90	16 29 495	15 10 82
20 42 77	21 28 498	21 39 161	21 486	21 3 120	21 51 484	22 4 203	22 39 505
3 3 3 518	11 3 9 234	19 3 18 477	27 3 243	3 2 59 517	11 1 44 231	19 1 28 466	27 4 2 207
SU 9 23 101	M 8 15 403	TU 10 19 37	W 8 417	TU 9 19 33	W 8 47 392	TH 10 17 37	F 9 17 441
E 15 14 504	15 18 34	16 45 438	15 98	16 1 541	15 18 127	17 7 520	16 9 110
21 37 51	22 34 472	22 34 160	22 478	22 1 125	22 42 465	22 44 197	22 51 439
4 3 45 530	12 4 19 251	20 4 14 479	28 4 242	4 3 40 518	12 3 47 127	20 4 3 474	28 5 8 148
M 10 7 50	TU 9 16 172	W 10 50 38	TH 9 405	W 10 23 41	TH 10 0 170	E 10 53 24	SA 10 57 437
16 11 544	16 23 129	17 22 518	16 124	16 57 566	16 16 160	17 46 536	17 16 137
22 27 60	23 41 457	23 7 163	23 479	22 51 137	23 14 153	23 22 196	23 43 495
5 4 23 530	13 5 41 247	21 5 45 480	29 5 221	5 4 20 512	13 5 44 210	21 5 40 480	29 6 16 156
TU 10 51 107	W 10 46 352	TH 11 21 29	F 11 409	TH 11 7 19	F 11 27 362	SA 11 37 18	SU 12 15 444
17 3 57	17 29 180	17 58 320	17 121	17 49 577	E 17 19 187	N 18 23 543	18 28 161
23 12 7	23 43 168	23 18 154	23 18 154	23 18 154	23 18 154	23 18 154	23 18 154
6 4 59 531	14 6 43 452	22 6 7 478	30 6 489	6 5 0 502	14 6 23 445	22 6 2 198	30 6 16 493
W 11 14 10	TH 6 58 223	F 11 52 24	SA 6 1283	F 11 52 21	SA 6 54 162	SU 6 17 484	M 7 19 117
17 58 58	17 24 357	18 16 530	E 17 432	S 18 19 573	17 46 373	17 3 20	17 35 464
23 57 9	23 49 153	23 19 121	23 121	23 18 154	23 18 154	23 18 154	23 18 154
7 5 16 511	15 7 37 456	23 7 17 181	31 7 128 489	7 0 22 173	15 7 3 442	23 7 0 43 104	31 7 28 489
TH 12 14 12	F 7 54 189	SA 7 17 473	SA 5 41 487	SU 7 45 148	M 5 56 484	TU 8 17 74	TH 8 17 74
19 49 57	19 39 161	19 15 524	19 15 524	19 15 524	19 15 524	19 15 524	19 15 524
19 49 57	19 49 167	19 15 524	19 15 524	19 15 524	19 15 524	19 15 524	19 15 524
8 0 41 11	16 8 18 462	24 8 54 197	32 8 128 489	8 1 9 132	16 8 14 444	24 8 25 211	32 8 128 489
F 6 11 459	SA 8 38 151	SU 8 9 463	SU 6 21 463	M 8 27 114	TU 8 19 479	TH 8 19 479	TH 8 19 479
12 34 10	E 14 38 411	12 57 40	13 18 23	14 37 430	13 33 40	13 33 40	13 33 40
19 40 55	20 40 165	19 55 513	20 13 533	20 13 533	20 13 533	20 13 533	20 13 533