

**METER KUASA MAYA**

**Disertasi ini dikemukakan kepada  
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

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

**SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN ELEKTRIK)**

**Oleh**

**Mohd Rizwan Bin Elias**



## **ABSTRAK**

Matlamat projek ini adalah untuk membangunkan penggunaan perisian Meter Kuasa. Perisian ini amat berguna bagi memantau dan membuat pemerhatian terhadap penggunaan tenaga elektrik bagi sesuatu beban. Disamping itu sistem bil penggunaan tenaga elektrik turut dibangunkan . Sistem perisian ini disambungkan secara pangkalan sesiri (serial port) dengan penyambung DB-9 RS232 seterusnya papan mikropengawal (microcontroller) PIC16F877 yang dijadikan papan perantara di antara penyambung DB-9 RS232 dengan litar pengukuran dan beban yang hendak diuji. Antaramuka perisian akan membuka pangkalan sesiri dengan menghantar arahan buka pangkalan untuk membolehkan komunikasi dengan mikropengawal PIC16F877. Penghantaran dan penerimaan data di antara antaramuka perisian dengan mikropengawal adalah secara dua hala melalui pangkalan sesiri berbantuan penerima-penghantar segerak sejagat (Universal Synchronous ASynchronous Receiver Transmitter, USART). Data adalah dalam bentuk berformat ASCII dan disimpan bagi setiap 1 jam bagi tujuan pengawasan dan rujukan. Antaramuka Microsoft Visual Basic 6.0 digunakan adalah berasaskan maklumat pangkalan data (database) yang dapat menyimpan maklumat bacaan masukan dan keluaran bagi parameter-parameter elektrik tertentu dari beban serta merekod maklumat pengguna disamping mengira penggunaan kos tenaga elektrik. Sistem bil manual dan perekodan data pengguna turut dibangunkan dan menepati piawai Tenaga Nasional Berhad (TNB).

## **ABSTRACT**

The main objective of this project is to develop virtual power meter through the application of software system. This software is very useful for monitoring and observing energy usage of a load. Beside that, billing system for the energy used is also being developed. The software system is connected into serial port and communicating with microcontroller PIC16F877 through connector pin DB-9 RS232. This microcontroller is then communicating with measurement circuit and device under test. The software interface will open the serial port by sending open port command to enable communication with PIC16F877. Multiplexing circuit convert the analog input signal into digital signal. Transmitting and receiving data between software interface and microcontroller is based on full-duplex communication through a serial port using Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (USART) chip, in a formatted ASCII file and the data is been stored for every hour reading for the future monitoring and reference. Microsoft Visual Basic 6.0 interface is used thoroughly, because of its simplicity and user friendly concept. Beside that, it is based on database concept which is useful in storing information for calculating monthly bill and able to capture the input and output reading for electrical parameters from the load tested. The manual billing system and user record storing are also designed in accordance to the standard of Tenaga Nasional Berhad (TNB).

## **PENGHARGAAN**

Alhamdulillah, segala pujian bagi Allah, Tuhan sekalian alam kerana dengan limpah kurnia-NYA dan inayah-NYA, saya dapat menyiapkan projek ini walaupun sememangnya kedapatan banyak rintangan dan kesukaran ketika sepanjang menyiapkan projek ini.

Jutaan terima kasih saya ucapkan kepada penyelia Projek Tahun Akhir saya iaitu Prof. Madya Dr. Soib b. Taib di atas segala bimbingan dan tunjuk ajar yang diberikan disamping idea-idea bernas yang sememangnya berguna dalam memperbaiki kelemahan projek ini. Tidak lupa juga penghargaan ini saya tujukan kepada Dr. Ansor selaku pemeriksa kedua saya serta En. Nazir Abdullah yang banyak membantu dalam penyediaan perkakasan.

Sekalung penghargaan buat rakan-rakan seperjuangan yang turut membantu dalam menyuarakan pendapat bagi penambahbaikan projek, pelajar-pelajar sarjana yang sudi mengadakan perbincangan dengan saya, para pembantu teknikal Makmal Kuasa yang turut membantu serta sesiapa sahaja samada terlibat secara langsung mahupun tidak langsung.

Buat emak, ayah dan seluruh ahli keluarga saya yang banyak menyuntik semangat dan membantu dari segi kewangan, jasa baik kalian akan tetap dikenang sepanjang hayat.

## KANDUNGAN

## MUKA SURAT

ABSTRAK	ii
PENGHARGAAN	iv
JADUAL ISI KANDUNGAN	v

### **BAB 1 PENGENALAN KEPADA METER KUASA MAYA**

1.1 Pendahuluan .....	1
1.2 Objektif .....	2
1.3 Skop Projek .....	3
1.4 Definisi Meter Kuasa Maya .....	2
1.5 Pengenalan Sistem Bil Automatik .....	3
1.6 Panduan Laporan .....	4

### **BAB 2 TEORI PERKAKASAN**

2.1 Pendahuluan Teori Perkakasan .....	6
2.2 Mikropengawal PIC16F877 .....	6
2.3 Pin Penyambung DB-9 RS232 .....	9
2.4 Kaedah-Kaedah Komunikasi .....	10
2.4.1 Komunikasi Tak Segerak Dan Segerak .....	10
2.4.2 Komunikasi Dua Hala .....	12
2.4.3 Teknik Komunikasi .....	12
2.5 Ringkasan Teori Perkakasan .....	13

### **BAB 3 KONSEP PENGIRAAN KOS TENAGA ELETRIK**

3.1 Pendahuluan Konsep Pengiraan Kos Tenaga Elektrik .....	14
3.2 Struktur Tarif .....	14
3.2.1 Tarif Berasaskan Jumlah Tenaga .....	14
3.2.2 Tarif Berasaskan Permintaan .....	15
3.2.3 Tarif Berasaskan Faktor Kuasa .....	17
3.3 Pengurusan Tenaga .....	20
3.4 Ringkasan Konsep Pengiraan Kos Tenaga Elektrik .....	20

### **BAB 4 REKABENTUK PERISIAN**

4.1 Pendahuluan Rekabentuk Perisian .....	21
4.2 Pengenalan Kepada MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0 ....	21
4.3 Strategi Perlaksanaan Aturcara .....	26
4.4 Tetingkap Bil Automatik .....	27

### **BAB 5 REKABENTUK PERKAKASAN**

5.1 Pendahuluan Rekabentuk Perkakasan .....	28
5.2 Penerangan Litar Operasi .....	29
5.3 Analisis Keputusan .....	30

### **BAB 6 PENCAPAIAN PROJEK**

6.1 Cadangan Pembangunan .....	32
6.2 Kesimpulan .....	33

### **RUJUKAN**

### **LAMPIRAN A**

### **LAMPIRAN B**





## **BAB 1**

### **Pengenalan kepada Meter Kuasa Maya**

#### **1.1 Pendahuluan**

Pada masa kini, kaedah pengawasan (monitoring) penggunaan tenaga dan kualiti dalam pengurusan tenaga semakin diterima pakai oleh syarikat-syarikat utiliti sedunia dan sudah menjadi kebiasaannya, apabila sesuatu kaedah itu diperkenalkan, maka berlumba-lumbalah para jurutera kuasa memperkenalkan produk dan perisian dengan persembahan yang berpelbagai, konsep perkhidmatan yang lebih efektif, lebih efisien dan lebih murah [1].

Pengurusan tenaga tidak akan sempurna sehinggalah terdapat satu cara untuk mengenalpasti pengguna-pengguna utama dan seterusnya dapat menjangkakan corak penggunaan (Wayne L. Stebbins, 1996). Kaedah pemeteran atau pengawasan maya merupakan satu kaedah yang digunakan untuk menukarkan data-data tenaga kepada maklumat yang lebih berguna sama ada dalam bentuk grafik ataupun dalam bentuk keluaran laporan teknikal. Maklumat yang terkumpul dapat disimpan di dalam pangkalan data dan amat penting dalam analisis kebarangkalian terhadap kemungkinan – kemungkinan yang bakal terjadi pada masa-masa akan datang [2].

Sistem pemeteran dan pengawasan kualiti bekalan elektrik amatlah penting pada masa kini memandangkan kehendak pengguna sentiasa berubah mengikut arus peredaran teknologi. Justeru, pendekatan yang digunakan di dalam projek ini diharapkan sedikit sebanyak memberi sumbangan dalam pembangunan perisian meter kuasa.

#### **1.2 Objektif**

Objektif utama yang perlu dicapai di dalam projek ini ialah membina perisian meter kuasa yang memaparkan kesemua nilai masukan dan keluaran parameter-parameter elektrik bagi sesuatu alat yang diuji. Pemaparan nilai-nilai tersebut seharusnya secara berterusan dan segerak dan pada setiap satu jam, semua bacaan akan disimpan di dalam pangkalan data untuk direkodkan. Disamping itu, perisian sistem bil automatic yang mudah direka. Namun pengiraan tariff adalah dikhususkan untuk 3 golongan am pengguna residensial, pengguna industri dan pengguna komersial.

### **1.3 Skop Projek**

Projek ini dibahagikan kepada 2 bahagian iaitu bahagian perkakasan dan bahagian perisian. Bahagian perkakasan adalah terdiri daripada komputer peribadi (PC), penyambung RS232, mikropengawal PIC16F877 dan litar pengukuran. Komputer peribadi adalah dari jenis Intel Celeron berfrekuensi 766MHz.

Manakala bahagian perisian adalah berteraskan penggunaan antaramuka Microsoft Visual Basic 6.0 yang menekankan konsep mesra pengguna. Perisian ini akan memulakan isyarat arahan seperti komunikasi penyambungan pangkalan sesiri, menggunakan konsep penghantaran segerak, dihantar melalui penyambung DB-9 RS232 dan diproses oleh mikropengawal PIC16F877. Mikropengawal PIC16F877 akan membalas dan menghantar arahan kepada litar pengukuran sementara beban dihidupkan bagi mendapatkan parameter-parameter elektrik yang dikehendaki. Bacaan yang diperolehi melalui litar pengukuran akan dihantar ke mikropengawal PIC16F877 dan dikembalikan kepada perisian untuk paparan.

Bahagian perisian juga menyentuh tentang system bil automatik yang berdasarkan tariff piawai yang ditetapkan oleh syarikat utiliti Malaysia, Tenaga Nasional Berhad (TNB). Sistem tarif ini dikhususkan untuk 3 golongan pengguna secara am iaitu pengguna perumahan atau residensial, pengguna industri dan pengguna komersial. Sistem ini adalah berdasarkan 3 garis panduan utama yang perlu diambilkira iaitu:-

- i. Jumlah tenaga yang digunakan dalam kilowattjam
- ii. Permintaan maksimum atau kadar penggunaan tenaga kW
- iii. Faktor kuasa beban

### **1.4 Definisi Meter Kuasa Maya**

Meter kuasa maya adalah meter yang tidak wujud pada pandangan kasar tetapi diwujudkan hasil gabungan secara matematik dengan meter-meter fizikal. Dengan kata lain, meter kuasa maya ini adalah merupakan sistem perisian yang menyerupai konsep meter kuasa fizikal. Penggunaannya adalah sangat meluas pada masa kini disebabkan aplikasi teknologi terkini yang terdapat padanya seperti pembacaan meter secara automatik, pemaparan penggunaan tenaga disamping kawalan jauh yang canggih seperti

penyambungan dan pemutusan bekalan secara automatik disamping kemampuan mengesan kebocoran dan kecurian bekalan.

Pembangunan meter kuasa maya pada masa kini menumpukan kepada rekabentuk dan fungsi meter yang lebih murah dan berpatutan, keboleharapan ketepatan laporan yang jitu, kecekapan yang tinggi serta pengurusan tenaga yang sistematik yang menguntungkan kedua-dua pihak, samada pihak pelanggan mahupun syarikat utiliti (Energy Provider, (ESP)) [1]. Kos rekabentuk perlu merangkumi kos bahan, perkhidmatan yang disediakan, penyelenggaraan berperingkat dan perkhidmatan kejuruteraan. Kecekapan meter dalam pengurusan tenaga dan sistem tarif bil mesti berkesan dan bersesuaian dengan kehendak dan kepuasan pelanggan.

Secara umumnya, meter kuasa tersebut akan disambungkan dengan sumber-sumber mendatang (incoming) dan sistem komputer. Meter tersebut akan mengesan dan menyimpan data kuasa yang telah digunakan pada setiap jam atau suatu tempoh masa yang ditetapkan kepada satu fail berformat ASCII. Data tersebut akan diekstrak keluar ke masukan utama untuk menghasilkan maklumat bil penggunaan dan laporan teknikal.

## **1.5 Pengenalan Sistem Bil**

Pada masa kini di Malaysia, bil elektrik hanya dikeluarkan oleh Tenaga Nasional Berhad (TNB), syarikat utiliti terbesar di Malaysia, yang secara umumnya dipercayai ketepatan dan kejituannya. Namun perkara yang berbeza berlaku di kebanyakan negara-negara Eropah. Proses deregulasi (deregulation) pasaran bekalan elektrik yang terjadi telah meningkatkan keperluan meter elektrik yang mempunyai fungsi-fungsi tambahan yang lebih baik dan berkesan [3].

Ketidakterikan (unbundling) dan deregulasi pada Sektor Bekalan Tenaga Elektrik di seluruh dunia telah menamatkan penguasaan syarikat-syarikat utiliti tertentu dan telah membuka ruang kepada persekitaran yang lebih bersaing yang memaksa syarikat-syarikat utiliti untuk mencari jalan bagi meningkatkan hasil pendapatan mereka (M.V Krishna Rao dan S.H Mileer,1999). Lantaran untuk mencapai peningkatan hasil pendapatan, ketepatan mengukur penggunaan bekalan elektrik adalah amat penting disamping menghantar bil elektrik dan mengumpulkan jumlahnya secepat yang mungkin. (M.V Krishna Rao dan S.H Miller,1999).

Di sini jelas menyatakan, keadaan ini menggambarkan betapa pasaran perkhidmatan pemeteran mempunyai persaingan yang semakin hebat antara satu sama lain dan ini membuka ruang kepada penghasilan produk-produk serta ciptaan-ciptaan yang lebih berteknologi tinggi dan canggih. Kemampuan mengeluarkan bil elektrik dengan pengukuran dan nilai yang tepat akan menarik perhatian pelanggan dan seterusnya meningkatkan hasil pendapatan syarikat. Di sinilah terletak pentingnya menghasilkan perisian berkosepokan sistem bil elektrik automatik. Perisian yang dihasilkan seharusnya mesra pengguna bagi tujuan menarik lebih ramai pengguna.

## **1.6 Panduan Laporan**

Laporan ini mengandungi 7 bab utama yang setiap satunya secara kronologinya menerangkan tentang pembangunan projek, teori-teori yang perlu diketahui, kaedah pembinaan yang bersistem dan hasil projek yang dijalankan.

Bab 1 merupakan satu pengenalan awal yang menerangkan tentang objektif dan skop projek serta definisi ringkas tentang meter kuasa maya dan kaedah bil automatik. Bab 2 pula menjelaskan secara terperinci mengenai teori dan aplikasi bagi setiap perkakasan yang digunakan bagi menjalankan projek. Ini termasuklah struktur pembinaan dan spesifikasi perkakasan yang telah dirujuk melalui helaian data tertentu.

Bab 3 menerangkan tentang kaedah pengiraan kos penggunaan tenaga elektrik yang berpandukan piawaian yang ditetapkan oleh Tenaga Nasional Berhad (TNB). Penjelasan tentangnya amat penting sebagai rujukan asas dalam pengiraan bil penggunaan elektrik. Bab 4 pula menjelaskan tentang rekabentuk perisian dan modul-modul aturcara yang telah dibina sebagai antaramuka projek. Kaedah-kaedah utama aturcara dijelaskan serba sedikit sebagai pemahaman pengguna dan carta alirnya disertakan pada Lampiran.

Bab 5 mencakupi skop pembinaan perkakasan untuk dikomunikasikan dengan sistem perisian bagi mendapatkan keluaran yang dikehendaki di dalam projek ini. Struktur penubuhan litar perkakasan dan komunikasinya dengan sistem perisian perlulah tepat agar dapat mencapai objektif utama projek. Juga merangkumi keputusan pengujian terhadap keseluruhan sistem projek. Data-data yang diperolehi dinyatakan dan sekiranya data tidak tepat diperolehi maka teknik menyelesaikan masalah (troubleshooting) perlu

dilakukan. Manakala Bab 6 adalah penutup laporan bagi menjelaskan pencapaian projek, masalah yang dihadapi, cadangan pembangunan dan kesimpulan keseluruhan projek.

## **BAB 2            TEORI PERKAKASAN**

### **2.1    Pendahuluan**

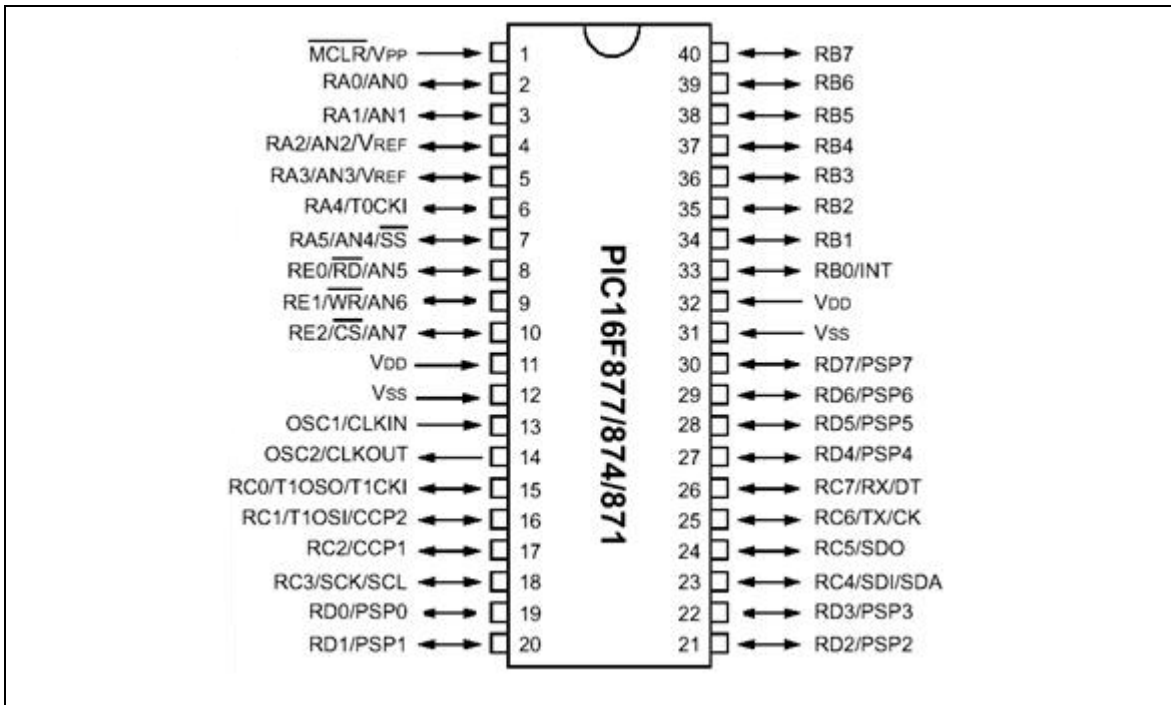
Rekabentuk perkakasan bagi meter kuasa maya memerlukan pemahaman yang baik terhadap perkakasan-perkakasan yang terlibat untuk dikomunikasikan dengan perisian yang dibina. Sementara rekabentuk perisian memerlukan pembacaan yang baik dan berani mencuba (try and error) modul-modul aturcara di samping melihat operasi contoh-contoh aturcara, bahagian perkakasan memerlukan pemahaman tentang fungsi-fungsi perkakasan yang terlibat bagi mendapatkan hasil yang dikehendaki. Ini termasuklah memahami konsep litar rekabentuk, membaca helaian data, membuat rujukan tentang teori dan operasi serta mengetahui komunikasi yang sesuai untuk perhubungan di antara perkakasan. Pada bahagian seterusnya akan diterangkan teori dan fungsi-fungsi tertentu bagi perkakasan yang terlibat di dalam projek ini iaitu Mikropengawal PIC16F877, Penyambung DB9 dan kaedah-kaedah komunikasi.

### **2.2    Mikropengawal PIC16F877**

Pengawal yang digunakan di dalam projek ini ialah Mikropengawal PIC16F877A seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1.

Ciri-ciri yang terdapat pada mikropengawal ini adalah seperti berikut:-

- i. Mempunyai teknologi penyimpanan menggunakan Flash EEPROM sebesar 8kbyte, yang boleh diprogram ulang tanpa memerlukan sinar ultra violet.
- ii. Mempunyai EEPROM sebagai memori tambahan sebesar 256 byte.
- iii. Dilengkapi dengan USART, yang digunakan untuk komunikasi sesiri (RS 232)
- iv. Mempunyai 5 buah port iaitu Port A (6 bit), Port B ( 8 bit), Port C (8 bit), PortD (8 bit) dan Port E (3 bit).
- v. Di lengkapi dengan fungsi penukar isyarat analog ke digital ADC yang terbina dalam.
- vi. Julat voltan operasi yang besar iaitu daripada 2.0V hingga 5.5V.
- vii. Boleh menjimatkan penggunaan kuasa melalui mod 'SLEEP'.



Rajah 2.1: Nama dan fungsi pin PIC16F877

### **Pengantaraan Bersiri-RS232**

Penyambung RS232 merupakan protokol paras fizikal perhubungan data umum. Perkakasan ini menggunakan penyambung jenis-DB 9 pin. Untuk perhubungan bersiri dalam projek ini, pin-pin yang digunakan ialah pin2, pin 3 dan pin 5. Manakala bagi memintas perjabatan tangan (hand-shaking) peralatan, sambungkan pin 7 dan pin 8 bersama serta pin 6, pin 1, dan pin4 bersama [5]. Jadual 2.1 menunjukkan fungsi-fungsi pin RS232.

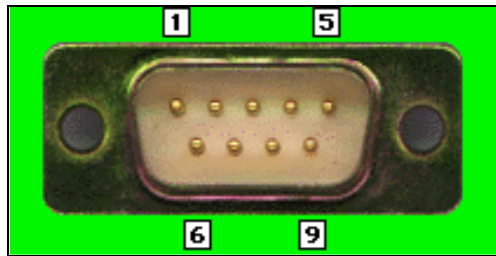
Jadual 2.1 : Fungsi-fungsi pin RS232

<b>25 PIN</b>	<b>9 PIN</b>	<b>RINGKASAN</b>	<b>PENERANGAN</b>
1		GWG	Penerangan Casis Bumi (Shield)
2	3	TD, SD	Hantar Data (Transmit)
3	2	RD	Terima Data (Receive)
4	7	RTS, RS	Permintaan Untuk Hantar (Request To Send)
5	8	CTS, CS	Lega Untuk Hantar (Clear To Send)
6	6	DSR	Data diset sedia (Data Set Ready)
7	5	GND	Bumi (Signal Ground)
8	1	CD, DCD	Pengesan Pembawa (Data Carrier Detect)
20	4	DTR	Pangkalan Data Sedia (Data Terminal Ready)
22	9	R1	Penunjuk Gelang (Ring Indicator)

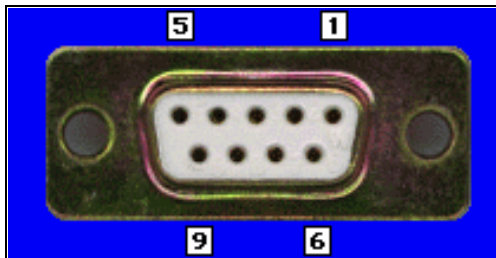


### 2.3 Pin Penyambung DB-9 RS232

Terdapat dua peralatan yang memainkan peranan yang penting dalam proses komunikasi iaitu peralatan data pangkalan (Data Terminal Equipment, DTE) dan peralatan data penamat litar (Data Circuit-Terminating Equipment, DCE). DTE terdiri daripada komputer atau terminal memproses data untuk dihantar manakala DCE pula berfungsi untuk menghantar dan menerima bit. Satu contoh DCE ialah modem. Kedua-dua DCE dan DTE berinteraksi melalui antaramuka Rs232 [4]. Rajah 2.2 menunjukkan rajah penyambung DB-9 pada peralatan DTE manakala Rajah 2.3 menunjukkan konfigurasi pin penyambung DB-9. Fungsi setiap pin boleh dirujuk pada Jadual 2.1.



Rajah 2.2: Penyambung DB-9



Rajah 2.3: Konfigurasi pin penyambung DB-9

Wayar isyarat menghantar data iaitu pin 3, di sini data dihantar dari peralatan DTE (komputer) ke peralatan DCE. Di bahagian DCE pula, wayar tersebut disambung ke pin data penerima. Talian TD adalah tinggi (mark) apabila DTE berada dalam keadaan tidak aktif (idle) [4].

RTS (pin 7) dan CTS (pin 8) digunakan apabila kawalan aliran perkakasan (hardware flow control) dihidupkan di kedua-dua DTE dan DCE. RTS pada DTE akan berada dalam keadaan tinggi untuk memberitahu peralatan bahawa ia sudah bersedia untuk menerima data. Apabila DTE tidak dapat menerima data, talian RTS akan berada

dalam keadaan rendah (space) untuk mengarahkan peralatan DCE berhenti menghantar data. Talian ini akan kembali ke keadaan tinggi sebaik sahaja DTE sedia menerima data semula. Talian lain yang diguna bersama-sama dengan RTS ialah CTS. Peralatan DCE akan meletakkan talian CTS dalam keadaan tinggi untuk memaklumkan kepada peralatan DTE bahawa ia bersedia menerima data. Apabila keadaan sebaliknya berlaku, talian CTS akan berada dalam keadaan rendah apabila DCE tidak dapat menerima data. Kedua-dua talian ini digabungkan untuk membentuk satu kawalan perkakasan [4].

DTR (pin 4) dan DSR (pin 6) digunakan bersama-sama seperti RTS dan CTS. Terdapat sebilangan peralatan menggunakan DTR dan DSR sebagai isyarat untuk memastikan bahawa peralatan tersebut adalah disambungkan dan dihidupkan. Walau bagaimanapun, tujuan sebenar DTR dan DSR adalah sebagai cara alternatif untuk perjabatangan tangan (hand-shaking) antara dua peralatan. Adalah jarang sekali DTR dan DSR digunakan bersama-sama dengan pasangan RTS dan CTS kerana fungsinya hampir serupa. Oleh itu, kedua-dua DTR dan DSR jarang digunakan untuk kawalan aliran [4].

CD atau pengesan pembawa (pin 1) digunakan oleh modem untuk memaklumkan bahawa sambungan telah berjaya dibuat dengan modem yang lain ataupun ia telah dapat mengesan nada pembawa. RI atau penunjuk gelang (pin 9) akan aktif apabila terdapat panggilan masuk ke talian. Namun begitu, kedua-dua CD dan RI jarang digunakan [4].

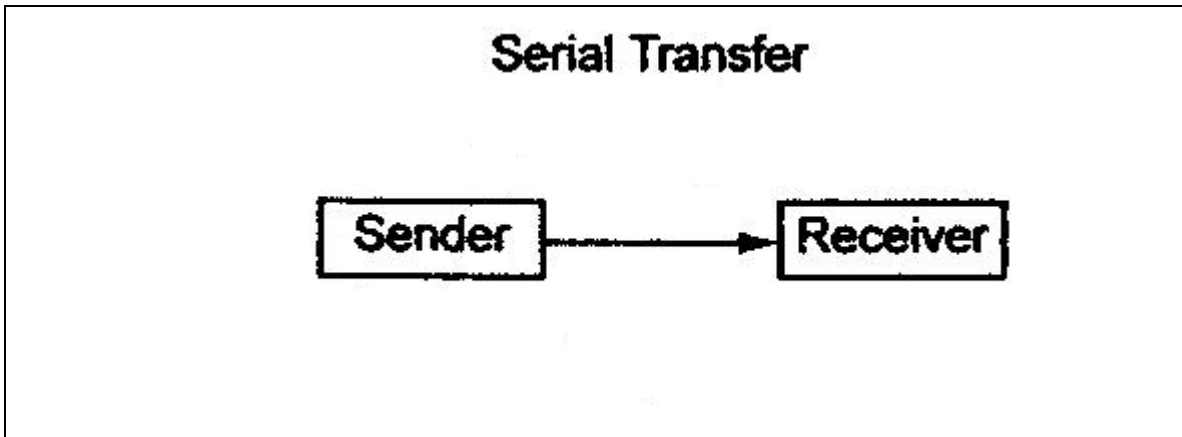
## **2.4 Kaedah-kaedah Komunikasi**

Untuk menyambungkan bahagian perkakasan ke komputer, suatu konfigurasi komunikasi yang sesuai digunakan. Komunikasi ke komputer dilakukan dengan menggunakan sambungan pangkalan sesiri (serial port) yang terdapat pada komputer. Pangkalan sesiri ini menggunakan antaramuka RS-232 yang mempunyai kemudahan kawalan komunikasi yang diperlukan dalam komunikasi dengan mikropengawal PIC16F877.

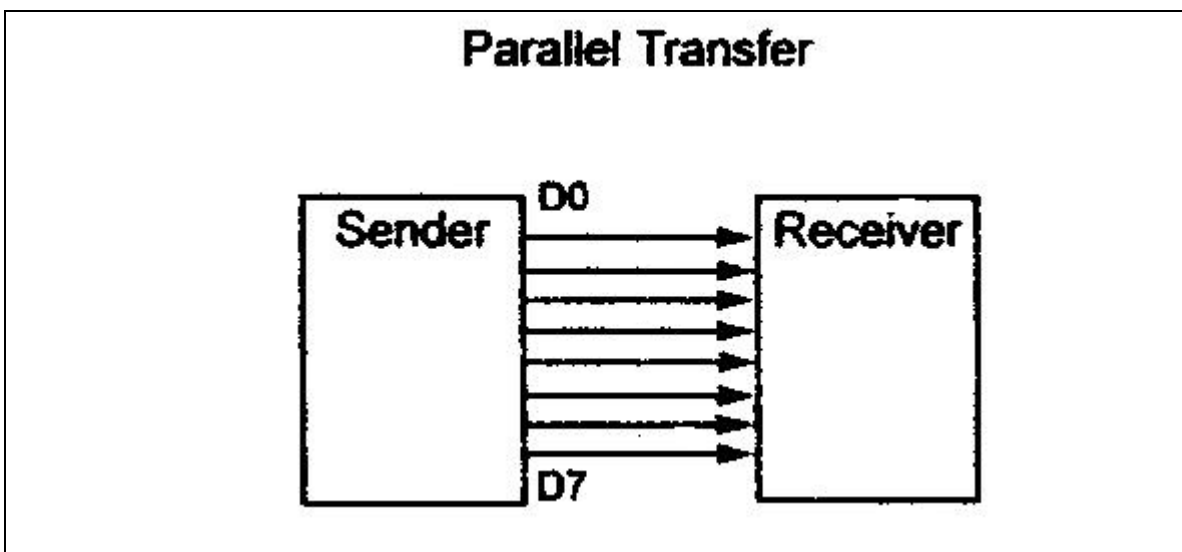
### **2.4.1 Komunikasi Tak Segerak Dan Segerak**

Terdapat dua jenis kaedah komunikasi, iaitu komunikasi segerak dan tak segerak. Kaedah komunikasi segerak memindahkan satu blok data pada sesuatu masa manakala komunikasi tak segerak memindahkan satu bait (byte) tunggal dalam sesuatu masa.

Dalam komunikasi bergerak, kedua-dua peralatan komunikasi perlu menyegerakkan sesama sendiri supaya setiap peralatan penghantar atau penerima mengetahui keadaan peralatan yang satu lagi. Kedua-dua penghantar dan penerima akan terus menghantar atau menerima isyarat sesama sendiri untuk terus berada dalam keadaan segerakan walaupun tiada data untuk dihantar. Komunikasi jenis ini memberikan kadar penghantaran yang lebih cepat daripada komunikasi tak bergerak, kerana bit tambahan untuk menanda permulaan dan pengakhiran data tidak diperlukan dalam setiap bait (byte) data. Pangkalan sesiri komputer adalah jenis tak bergerak dan oleh itu hanya membenarkan komunikasi jenis tak bergerak sahaja [4]. Rajah 2.4 dan 2.5 menunjukkan blok-blok penghantaran data secara sesiri dan selari.



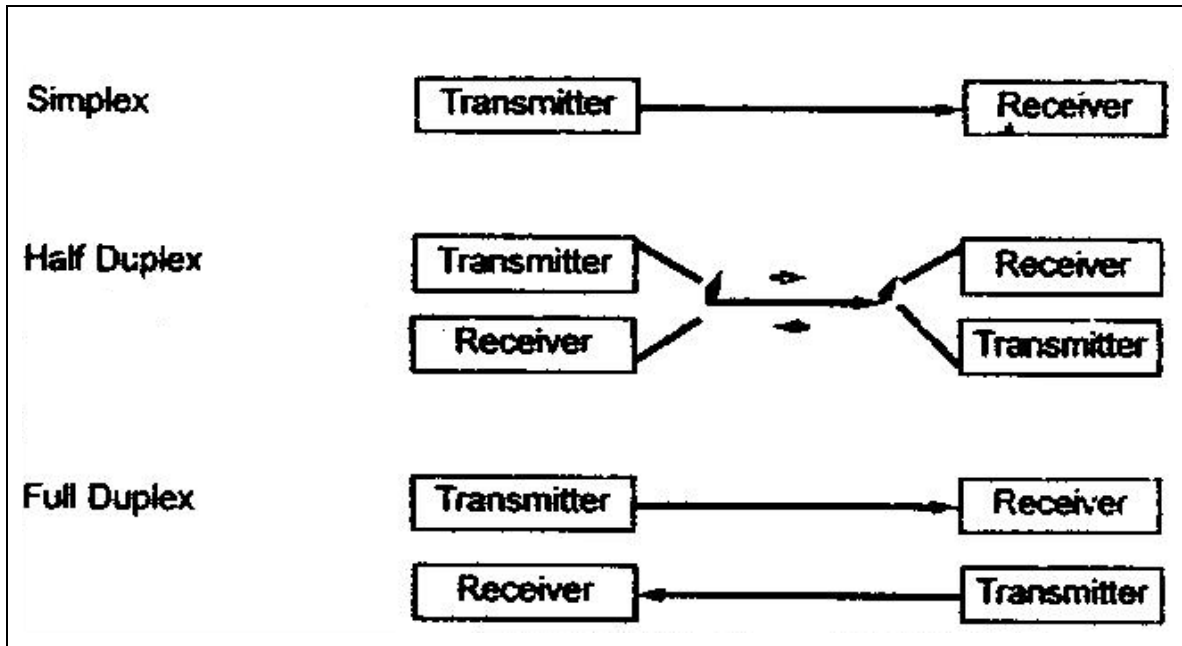
Rajah 2.4: Gambarajah blok penghantaran data (sesiri)



Rajah 2.5: Gambarajah blok penghantaran data (selari)

### 2.4.2 Komunikasi Dua Hala

Pangkalan sesiri di komputer adalah suatu peralatan dua hala penuh (full-duplex) yang mana peralatan ini berupaya menghantar dan menerima data pada masa yang sama. Untuk tujuan tersebut, ia mempunyai talian berbeza untuk penghantaran dan penerimaan data. Walau bagaimanapun, terdapat sesetengah perkakasan sesiri yang hanya dapat melakukan komunikasi sehalu sahaja, dan menggunakan dua wayar dalam satu kabel sahaja iaitu wayar menghantar dan bumi isyarat. Rajah 2.6 menunjukkan jenis-jenis penghantaran data. Didapati penghantaran data secara dua hala dapat menerima dan menghantar data secara serentak [4].



Rajah 2.6: Jenis-jenis penghantaran data

### 2.4.3 Teknik Komunikasi

Proses komunikasi akan bermula apabila bit 'bermula' dihantar dari penghantar dan penerima. Selepas bit 'bermula' dihantar, penghantar akan memulakan penghantaran bit-bit data atau maklumat ke destinasi. Panjang bit adalah dari 5 hingga 8 bit. Kedua-dua penghantar dan penerima harus mengetahui panjang bit yang dihantar/diterima. Permulaan dan penamatan setiap data yang dihantar harus disertai dengan bit 'bermula'

dan bit 'berhenti'. Kedua-dua bit adalah syarat yang perlu dipatuhi dalam komunikasi tak segerak [4].

## **2.5 Ringkasan Teori Perkakasan**

Pemahaman tentang teori asas komponen-komponen utama perkakasan amatlah penting dalam pembentukan litar rekabentuk sebelum dikomunikasikan dengan sistem perisian. Helaian data bagi setiap komponen perlu sentiasa dirujuk bagi mengelakkan pelanggaran spesifikasi yang boleh merosakkan komponen ataupun keboleharapannya.

## **BAB 3 KONSEP PENGIRAAN KOS TENAGA ELETRIK**

### **3.1 Pendahuluan Konsep Pengiraan Kos Tenaga Elektrik**

Dalam industri tenaga, aspek penting yang menentukan kos tenaga elektrik yang akan dicajkan kepada pengguna ialah ramalan beban, ciri-ciri beban dan struktur tarif elektrik. Secara am ramaln beban diperlukan untuk memastikan sistem yang sedia ada mampu menampung permintaan yang sedia ada. Di dalam projek ini, permintaan beban boleh dicatatkan melalui meter permintaan yang menunjukkan kadar pertukaran tenaga dalam sesuatu julat masa, biasanya 30 minit. Ciri-ciri beban bergantung kepada beberapa faktor, di dalam projek ini, jenis pengguna merupakan ciri beban yang akan menunjukkan perbezaan dalam kos tenaga elektrik. Aspek yang terpenting dalam projek ini ialah penentuan struktur tarif yang ditentukan oleh Tenaga Nasional Berhad (TNB) di bawah kawalan kerajaan. Perisian dan meter dalam projek ini direkabentuk khas untuk mengukur serta mengira kos tenaga elektrik yang digunakan [7].

### **3.2 Struktur Tarif**

Seperti dinyatakan dalam pengenalan, struktur tarif yang dikenakan oleh TNB berasaskan kepada tiga garis panduan iaitu jumlah tenaga yang digunakan, permintaan atau kadar penggunaan tenaga dan faktor kuasa beban. Ketiga-tiga faktor yang dinyatakan akan diterangkan secara terperinci untuk memberi gambaran yang lebih jelas bagaimana faktor di atas akan mempengaruhi kos penggunaan tenaga elektrik pengguna [7].

#### **3.2.1 Tarif Berasaskan Jumlah Tenaga**

Memang tidak dinafikan bahawa kos penggunaan elektrik bergantung kepada amaun tenaga elektrik, kilowattjam yang digunakan dalam tempoh 1 bulan. Amaun ini akan didarabkan dengan kadar yang ditentukan untuk mendapatkan caj bulanan.

Kadar yang dikenakan juga bergantung kepada jenis pengguna serta masa penggunaan. Kadar yang dikenakan untuk pengguna residential berbeza dengan kadar yang dikenakan kepada pengguna komersial dan industri. Untuk kategori pengguna residential, apabila penggunaan tenaga meningkat, kos per kWj akan turut meningkat. Caj tenaga elektrik untuk pengguna komersial dan industri bergantung kepada penggunaannya

samada pada masa puncak ataupun luar puncak. Mengikut tarif yang dikeluarkan oleh TNB, takrifan masa 'puncak' ini ialah penggunaan tenaga dari pukul 8.00 pagi hingga ke 10.00 malam manakala waktu 'luar puncak' adalah bermula dari pukul 10.00 malam hingga ke pukul 8.00 pagi keesokannya. Caj per kilowattjam untuk masa puncak biasanya lebih tinggi daripada luar puncak [7].

Walaupun pengguna tidak menggunakan tenaga elektrik dalam satu bulan, masih terdapat caj minimum akan dikenakan kerana perkhidmatan penyambungan premis pengguna ke talian melibatkan kos yang ditanggung oleh TNB. Contoh kadar yang dikenakan kepada pengguna residensial ialah seperti berikut:-

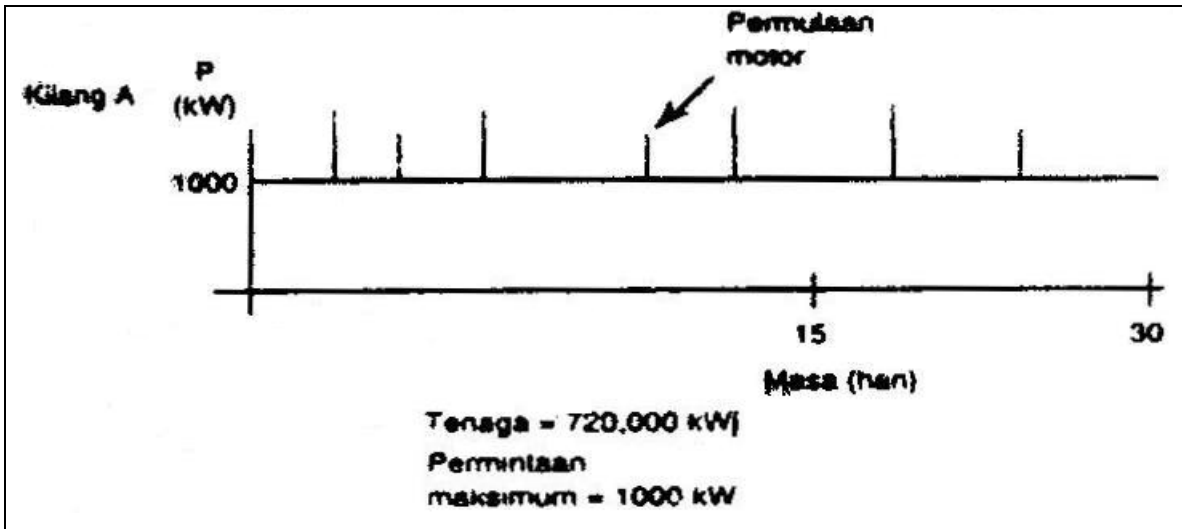
Bagi 200 unit pertama sebulan	21.8 sen/kWj
Bagi 800 unit kedua sebulan	25.8 sen/kWj
Bagi setiap unit tambahan sebulan	27.8 sen/kWj
Bayaran minimum bulanan ialah	RM2.50

Manakala contoh kadar bagi pengguna industri dan komersial ialah seperti berikut:-

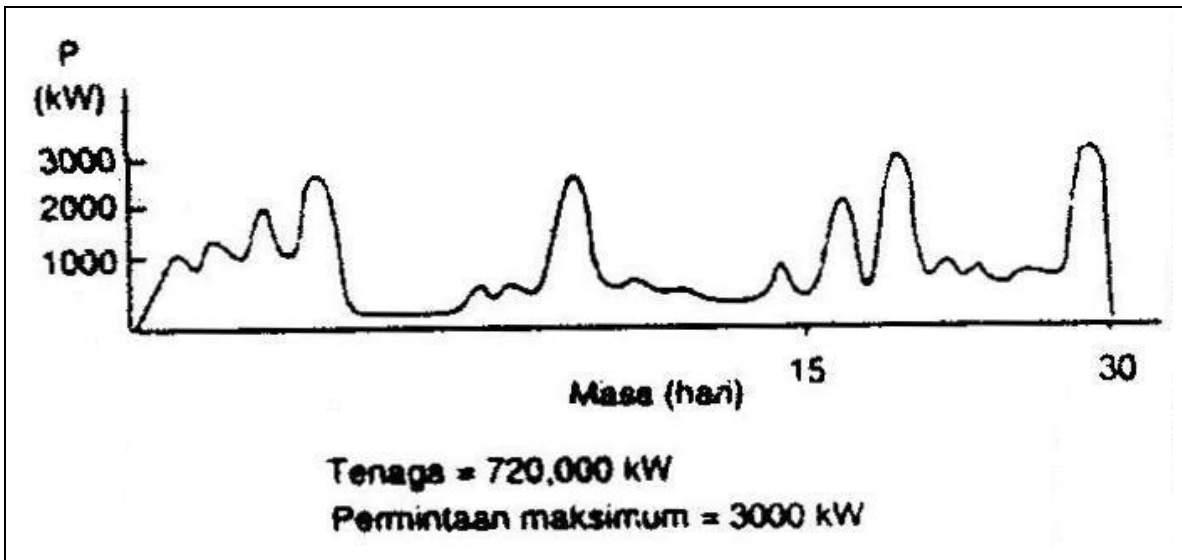
Bagi semua unit dalam tempoh puncak	20.8 sen/kWj
Bagi semua unit dalam tempoh luar puncak	12.8 sen/kWj

### **3.2.2 Tarif Berasaskan Permintaan**

Sebagaimana yang telah diterangkan, kos penggunaan tenaga elektrik bagi pengguna yang besar juga bergantung kepada permintaan ataupun kadar penggunaan tenaga. Dengan kata lain, kos penggunaan elektrik bergantung kepada kuasa aktif yang diserap oleh talian dalam kW. Untuk menerangkan pernyataan ini dengan lebih jelas dan lanjut, pertimbangkan contoh yang dikemukakan. Pertimbangkan 2 kilang dengan kadar penggunaan tenaga seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.1 dan Rajah 3.2 [7].



Rajah 3.1: Kadar penggunaan tenaga kilang A



Rajah 3.2: Kadar penggunaan tenaga kilang B

Kedua-dua kilang disambungkan kepada talian bekalan tinggi oleh transformer  $T_A$  dan  $T_B$ . Didapati kilang A beroperasi pada beban penuh pada siang dan malam setiap hari serta menyerap kuasa aktif secara tetap sebanyak 100 kW. Oleh itu pada akhir bulan (720 jam), jumlah tenaga elektrik yang digunakan oleh kilang A ialah 720000 kWj. Kilang B juga menggunakan amaun tenaga yang sama tapi bebannya sentiasa berubah. Kuasa yang diserap berubah antara 50 kW hingga 3000 kW[7].



Oleh kerana kuasa maksimum yang diserap oleh kilang B ialah sebanyak 3000 kW, maka kapasitor transformer dan talian yang akan dibekalkan kepada kilang B mempunyai kadaran lebih besar berbanding kilang A. Ini akan menyebabkan firma bekalan membelanjakan modal yang lebih besar untuk membekalkan perkhidmatan kepada kilang B. Jadi kilang B terpaksa membayar lebih walaupun jumlah penggunaan tenaga sama seperti kilang A. Daripada contoh di atas, didapati bahawa lebih tetap aliran kuasa, lebih murah kos penggunaan elektrik [7].

Kala permintaan ialah masa antara bacaan permintaan akan diambil. Dalam keadaan biasa, kala permintaan ialah lebih kurang 30 minit. Kala purata penggunaan kuasa dipanggil jeda permintaan. Kuasa purata yang diukur oleh meter permintaan untuk setiap jeda ialah permintaan. Jarum petunjuk meter boleh bergerak turun naik mengikut perubahan permintaan. Meter permintaan ini dilengkapi dengan satu lagi jarum khas untuk merekod permintaan maksimum. Bacaan ini akan diambil setiap bulan untuk tujuan pengiraan kos elektrik. Jarum ini kemudian akan disetkan semula ke sifar setelah bacaan diambil pada akhir bulan. Meter permintaan lazimnya dipasang pada pintu masuk perkhidmatan elektrik kebanyakan pusat komersial dan industri [7]. Tarif yang dikenakan berdasarkan permintaan adalah seperti berikut:-

- i. Tarif pengguna komersial berdasarakan permintaan  
Bagi setiap kilowatt kehendak maksimum RM 25.70 / kW
- ii. Tarif pengguna perindustrian berdasarkan permintaan  
Bagi setiap kilowatt kehendak maksimum RM 21.70 / kW

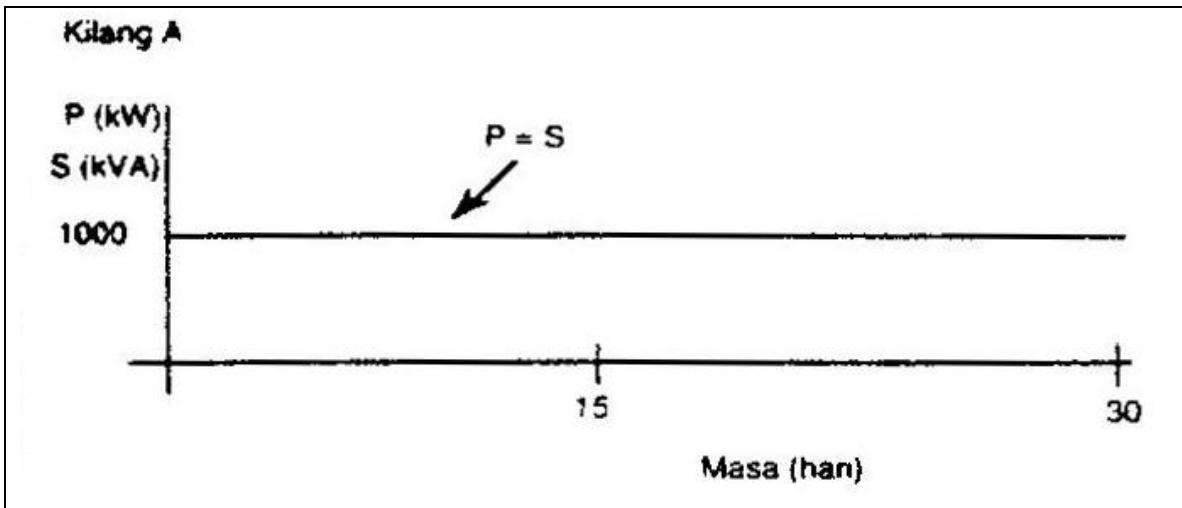
Jika dilihat dengan teliti, caj yang dikenakan untuk setiap kW permintaan adalah lebih tinggi jika dibandingkan dengan penggunaan tenaga elektrik dalam kWj. Oleh itu, adalah bermanfaat untuk menggunakan tenaga dengan kadar tetap [7].

### **3.2.3 Tarif Berasaskan Faktor Kuasa**

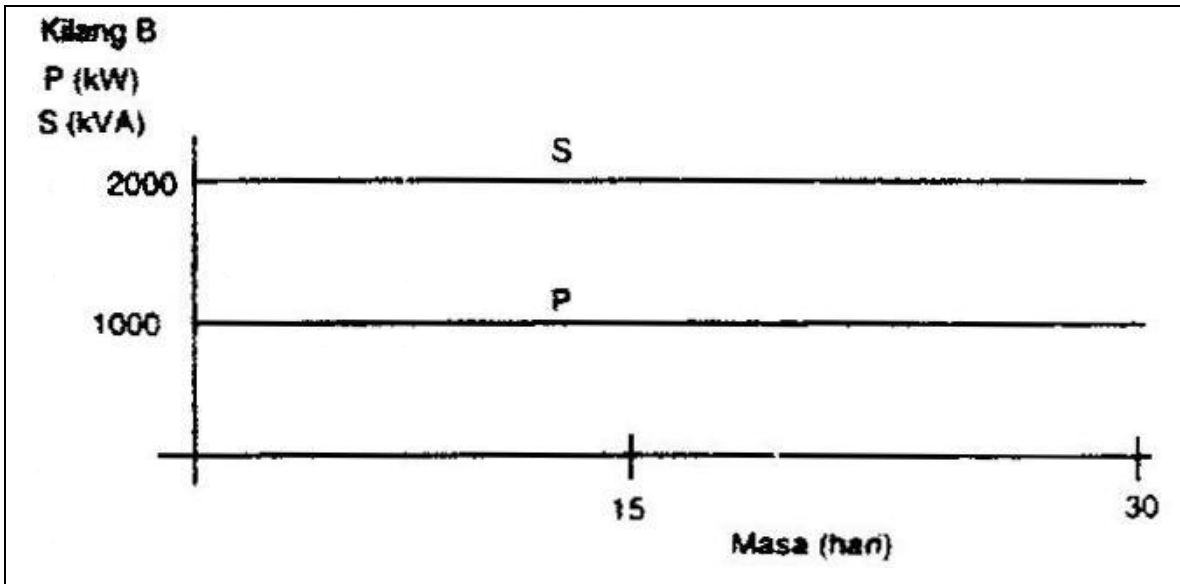
Penggunaan mesin arus ulang alik (Alternating Current, AC) seperti motor induksi dan transformer sememangnya luas terutamanya dalam industri kilang. Penggunaan peralatan ini akan menyebabkan kuasa reaktif diserap dari punca bekalan untuk mengeluarkan medan magnet. Oleh itu, kuasa peralatan yang digunakan adalah kurang daripada uniti. Ini turut membawa erti faktor kuasa bagi kilang juga turut kurang

daripada uniti. Nilai faktor kuasa yang rendah akan meningkatkan kos penggunaan tenaga elektrik. Contoh yang berikut akan menerangkan pernyataan tadi. Sekali lagi pertimbangkan dua kilang A dan B dengan kadar penggunaan tenaga dalam Rajah 3.3 dan Rajah 3.4 [7].

Didapati bahawa amaun penggunaan tenaga serta permintaan tenaga serta permintaan maksimum adalah sama. Jika kilang A beroperasi dengan faktor kuasa uniti dan kilang B beroperasi dengan faktor kuasa 0.5, akan terdapat perbezaan nilai kuasa ketara. Walaupun bacaan pada meter kWj serta meter permintaan sama untuk kedua-dua kilang, namun bil yang akan dibayar oleh kedua-dua kilang adalah berbeza. Ini adalah kerana kuasa ketara yang diserap oleh kilang B adalah tinggi [7].



Rajah 3.3: Kadar penggunaan tenaga kilang A



Rajah 3.4: Kadar penggunaan tenaga kilang B

Perhubungan di antara kuasa, kuasa ketara dan faktor kuasa ditunjukkan di bawah:-

$$P = S \cos \theta \quad (3.1)$$

$$S = \frac{P}{\cos \theta}$$

Mengikut persamaan (3.1), kuasa ketara untuk kilang A ialah 1000 kVA dan kuasa ketara untuk kilang B ialah 2000 kVA.

Oleh kerana arus talian berkaitan dengan kuasa ketara, maka

$$S = \sqrt{3} V_L I_L \quad (3.3)$$

Daripada nilai kuasa ketara yang dikira, didapati kilang B menyerap arus dua kali ganda lebih besar daripada kilang A. Oleh yang demikian, kabel penghantaran yang digunakan untuk membekalkan B mestilah dua kali lebih besar. Disamping itu, transformer, pemutus litar, suis pemutus dan peranti lain untuk kilang B mempunyai kadaran yang lebih besar sebanyak dua kali berbanding dengan kilang A [7].

Sekali lagi isu kos akan timbul apabila firma elektrik perlu melaburkan modal yang lebih untuk menyediakan perkhidmatan untuk kilang B. Walaupun kilang B menggunakan amaun tenaga yang sama seperti kilang A, kilang B perlu membayar lebih [7].

TNB telah menetapkan tarif bahawa penggunaan tenaga elektrik yang mempunyai faktor kuasa kurang daripada 0.90 hingga 0.80 akan dikenakan penalti sebanyak 1.5 %

daripada jumlah bil bulan itu, untuk setiap 0.01 yang terkurang dari 0.90. Untuk faktor kuasa yang kurang dari 0.80 pula akan dikenakan penalti 3.0 % untuk setiap 0.01 yang terkurang dari 0.80 [7].

Langkah-langkah pengawalan faktor kuasa boleh dilakukan dengan pemasangan kapasitor pirau. Ini adalah kerana kapasitor bank bertindak sebagai satu penjana kuasa reaktif yang akan mengurangkan penyerapan kuasa reaktif oleh beban. Penggunaan peralatan dengan kecekapan yang lebih tinggi akan meninggikan nilai faktor kuasa dan seterusnya menjimatkan kos elektrik [7].

### **3.3 Pengurusan Tenaga**

Kos penggunaan tenaga elektrik semakin tinggi dan dijangka akan meningkat lagi pada masa akan datang. Tidak kira kategori pengguna, sama ada pengguna domestik, komersial mahupun industri, pengurangan kos elektrik boleh dikurangkan jika pengguna benar-benar memahami cara yang betul untuk menggunakan tenaga elektrik serta satu sistem perlu dirancang untuk mengoptimumkan penggunaan disamping mengelakkan pembaziran.

Oleh kerana tarif yang dikenakan kepada pengguna berdasarkan kepada 3 faktor utama iaitu jumlah penggunaan tenaga, permintaan maksimum dan faktor kuasa, maka perhatian yang teliti perlu diberikan kepada ketiga-tiga faktor untuk mengoptimumkan penggunaan serta mengurangkan kos bulanan caj elektrik [7].

### **3.4 Ringkasan Konsep Pengiraan Kos Tenaga Elektrik**

Perbincangan di atas membuktikan bahawa faktor yang menyumbang kepada kos penggunaan elektrik bergantung kepada penggunaan tenaga, permintaan maksimum serta faktor kuasa. Kos penggunaan elektrik boleh dikurangkan jika langkah-langkah tertentu diambil bagi mencapai penggunaan yang optimum.

**4.1 Pendahuluan Rekabentuk Perisian**

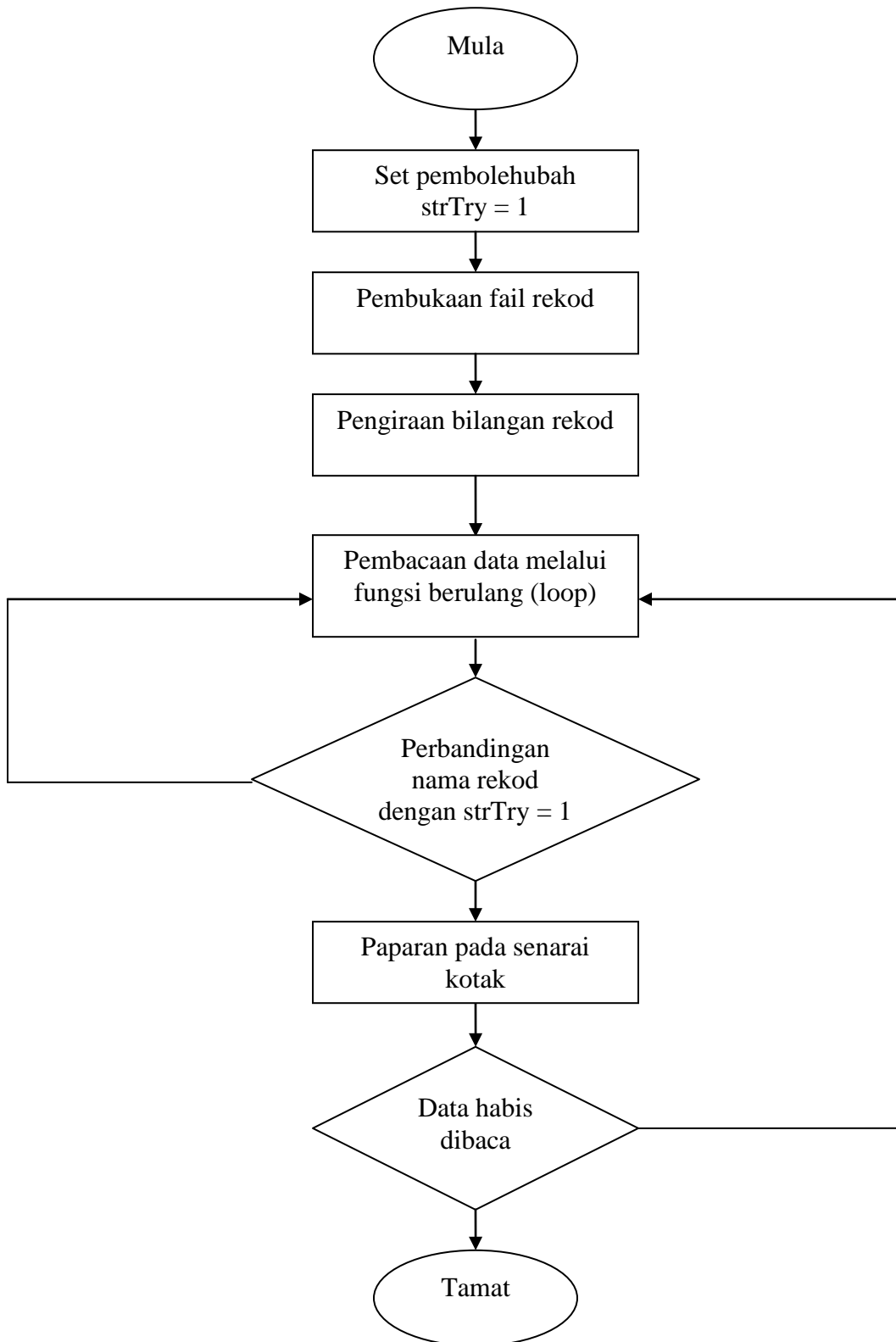
Dalam rekabentuk perisian, matlamat utama yang perlu dicapai ialah pembinaan sebuah sistem perisian berkonsepkan meter kuasa dan pengiraan bil secara automatik yang efisien dan stabil. Perisian *Microsoft Visual Basic 6.0* dipilih sebagai antaramuka kerana penampilannya lebih mesra pengguna. Di samping itu, satu sistem berasaskan maklumat perlu dilaksanakan untuk membolehkan sistem ini merekod bacaan keluaran dan masukan parameter elektrik bagi beban untuk setiap jam dan menyimpan segala maklumat pelanggan serta bacaan meter terakhir untuk membolehkan pengiraan penggunaan dan kos pada tempoh seterusnya. Penerangan yang lebih terperinci akan diterangkan pada bahagian seterusnya [8].

**4.2 Pengenalan Kepada Microsoft Visual Basic 6.0**

*Microsoft Visual Basic 6.0* merupakan satu persekitaran pengaturcara yang amat berkuasa yang boleh digunakan. Rekabentuk bergambar bagi antaramukanya membolehkan penggunanya membangunkan aplikasi yang berkualiti tinggi serta professional dengan menggunakan hanya sedikit kod pengaturcara. Kelebihan sistem perisian ini ialah antaramukanya yang membolehkan pengaturcaraan dilaksanakan secara visual. Iaitu gambaran visual aplikasi dibangunkan dapat dilihat semasa proses pembangunan dan rekabentuk. Ini membolehkan ciri-ciri aplikasi seperti saiz, jenis warna, antaramuka dan kedudukan dapat ditentukan sebelum aplikasi dilaksanakan [9].

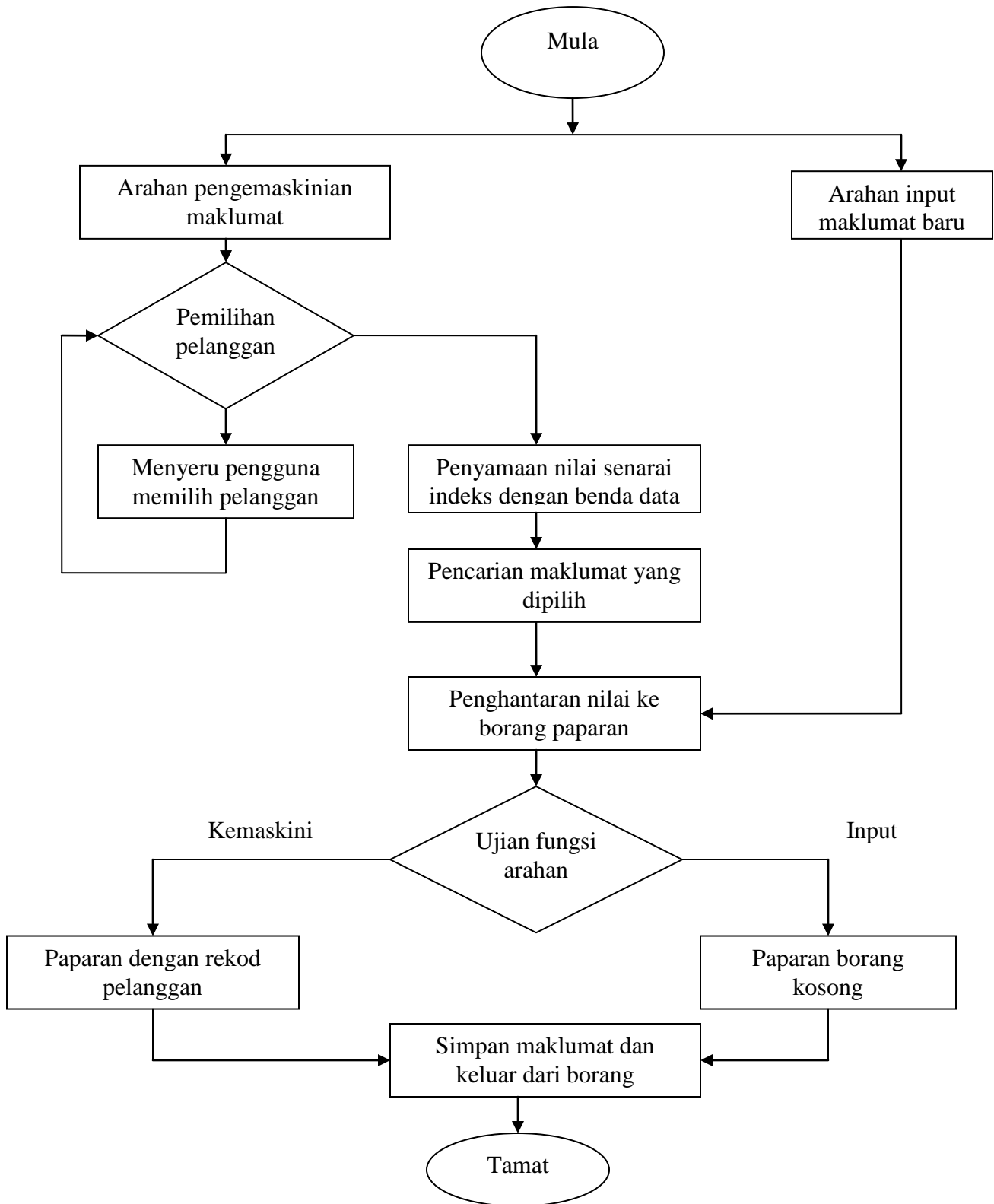
Tahap kestabilannya yang tinggi membolehkan aturcara yang dihasilkan dapat digunakan tanpa sebarang masalah dan ia juga bersesuaian dalam penggunaan terutamanya dalam persekitaran Microsoft Windows [8]. Rajah 4.1 menunjukkan antaramuka visual bagi perisian *Microsoft Visual Basic 6.0*.

Carta alir paparan data ditunjukkan oleh Rajah 4.1



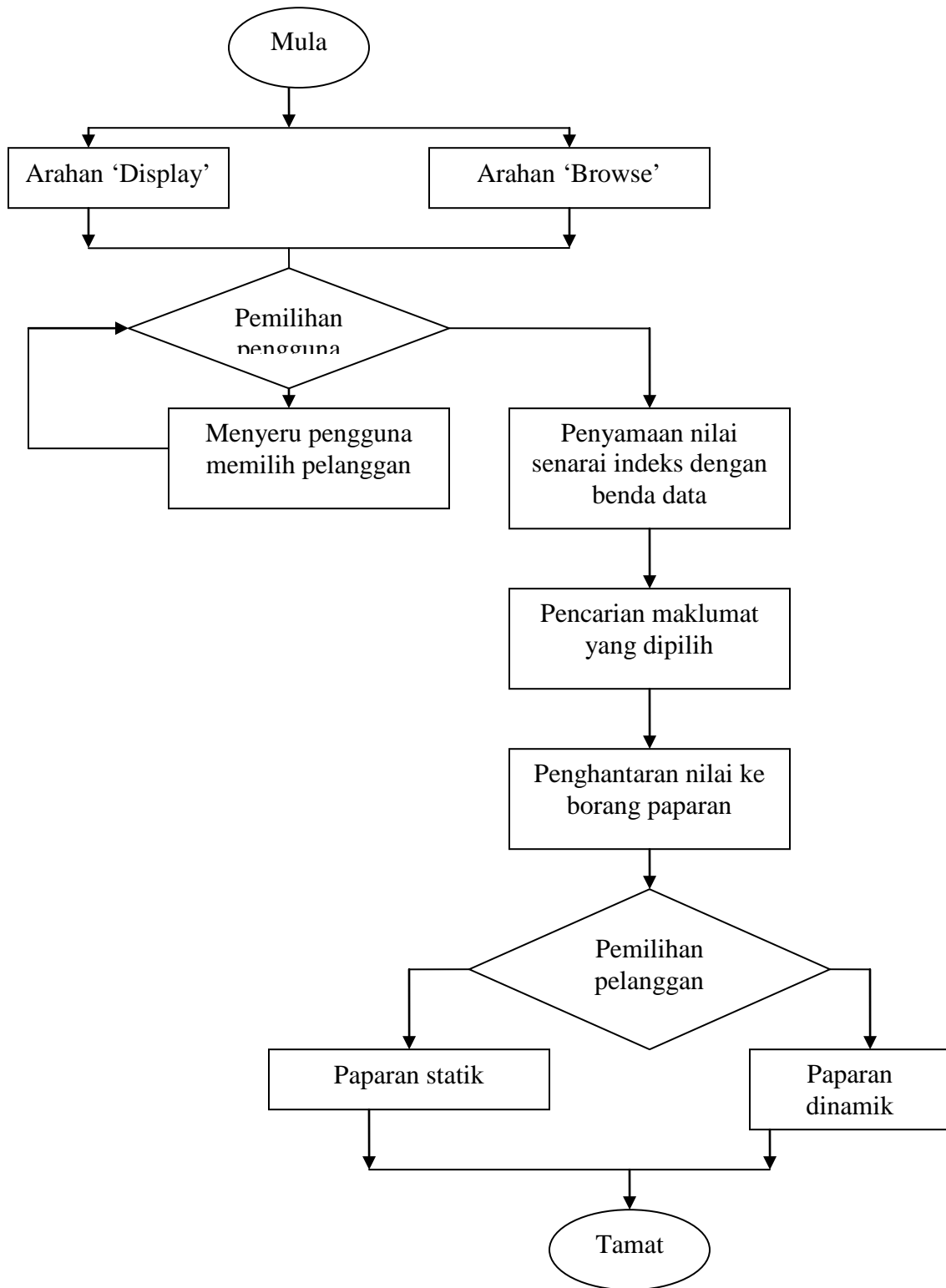
Rajah 4.1: Carta alir paparan data

Carta alir fungsi 'Modify' dan 'Input' ditunjukkan oleh Rajah 4.2



Rajah 4.2: Carta alir fungsi 'Modify' dan 'Input'

Carta alir fungsi paparan statik dan dinamik ditunjukkan oleh Rajah 4.3



Rajah 4.3: Carta alir fungsi statik dan dinamik