

**REKABENTUK SISTEM PEMBACAAN METER KILO WATT JAM ( KWJ )  
SECARA TELEMETRI**

**oleh**

**SUHAILI ALIFUDDIN**

**Tesis yang diserahkan untuk  
memenuhi keperluan bagi  
Ijazah Sarjana Sains**

**Jun 2006**

## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya bersyukur kehadiran Allah S.W.T kerana berkat rahmat dan kurniaNya memberikan kesihatan dan kekuatan kepada saya untuk dapat menjalankan dan menyiapkan projek ini.

Di kesempatan ini saya merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan mengucapkan ribuan terima kasih kepada Prof Dr. Ir Che Mat Hadzer Mahmud, Prof Dr.Syed Idris bin Syed Hasan di atas segala bimbingan dan tunjuk ajar serta bantuannya yang tak ternilai, selama saya menuntut ilmu di Universiti Sains Malaysia. Sekalung penghargaan juga saya ucapkan, Dr.Ir. Syafrudin Masri, Prof Madya Dr.Hj Soib Taib, Prof Madya Dr. Othman Sidek, di atas dorongan dan bimbingan yang diberikan kepada saya. Penghargaan dan terimakasih juga diberikan kepada Dekan Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik & Elektronik , dan kepada semua kaki tangan di Pusat Pengajian Elektrik & Elektronik yang telah menyediakan segala kelengkapan dan memberi bantuannya kepada saya.

Akhir sekali saya ucapkan terima kasih kepada anak dan istri tercinta, di atas dorongan semangat, kesetiaan dan pengurbanannya menunggu saya selama menuntut ilmu di Kejuruteraan Elektrik & Elektronik USM Malaysia.

Kehadirat Allah saya mohonkan do'a semoga yang saya sebutkan diatas mendapat balasan amal dan limpahan rahmat atas segala keihlasannya. Semoga apa yang diperolehi dari pada projek ini, dapat dikongsi bersama dan boleh dimanfaatkan untuk kepentingan bersama.

Amiinn ya rabbal alamiinn.

## SUSUNAN KANDUNGAN

	<b>Muka Surat</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>ii</b>
<b>JADUAL KANDUNGAN</b>	<b>iii</b>
<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>vii</b>
<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>ix</b>
<b>SENARAI GAMBAR</b>	<b>xi</b>
<b>SENARAI SINGKATAN</b>	<b>xii</b>
<b>GLOSARI</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK ( BAHASA MALAYSIA )</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK ( BAHASA INGGERIS )</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB 1</b>	<b>PENGENALAN</b>
1.1	Latar belakang permasalahan 1
1.2	Objektif penyelidikan 2
1.3	Skop projek 2
1.4	Rajah sistem secara umum 3
1.5	Tinjauan tesis 5
<b>BAB 2 :</b>	<b>SISTEM PEMBACA METER KILO WATT JAM ( KWJ ) SECARA</b>
	<b>TELEMETRI</b>
2.0	Pengenalan 7

2.1	Pengukuran dan ralat alat ukur	7
2.2	Alat pengukur tenaga elektrik ( meter KWJ )	9
2.2.1	Prinsip kerja meter kilo watt jam	10
2.2.2	Sistem pembacaan meter kilo watt jam	12
2.3	Pengubah pembacaan meter konvensional ke digital	12
2.3.1	Pengesan pusingan meter KWJ	13
2.3.2	Pembilang pusingan meter KWJ	14
2.4	Sistem telemetri	14
2.5	manfaat penggunaan system telemetri	16
2.6	Keunggulan system telemetri	17
2.7	Teknologi telemetri	18
2.7.1	Khidmad kegunaan telemetri	18
2.7.1.1	Kaedah laluan masuk COSU	20
2.7.1.2	Kaedah sambung terus	20
2.8	Sistem masa nyata	21
2.9	Telekomunikasi perhubungan	22
2.10	Konsep asas telefon	23
2.11	Sistem pensuisan telephone	25
2.11.1	Sistem dail putaran	26
2.11.2	Sistem dual tone multi frekuensi ( DTMF )	27
2.12	Pengekod dan Penyahkod DTMF	30
2.12.1	Pengekod DTMF	30
2.12.2	Penyahkod DTMF	31
2.13	Pengesan perintang bersandar cahaya	32
2.14	Pengganding optik bagi penapis voltan ac	33

2.15	Pengesan frekuensi LM 567	34
2.16	Sistem pemasa	35
2.17	Kesimpulan	36

### **BAB 3 : REKA BENTUK LITAR PEMBACA METER KWJ SECARA TELEMETRI**

3.0	Pengenalan	37
3.1	Reka bentuk dan pembinaan	38
3.2	Kitar hayat sistem	38
3.3	Pembangunan konsep rekabentuk	40
3.4	Membangunkan spesifikasi yang boleh diharap	41
3.5	Ciri-ciri reka bentuk	41
3.6	Tinjauan keseluruhan sistem	42
3.7	Perancangan gambarajah blok	42
3.8	Komponen perkakasan pembaca terus	46
3.8.1	Unit pengubah pembacaan meter	46
3.8.2	Unit pengesan nada dering pembaca terus	49
3.8.3	Unit arahan dail semula pembaca terus	51
3.8.4	Unit arahan pembacaan meter	52
3.8.5	Unit sistem penghantar data	53
3.9	Komponen perkakasan pembaca jarak jauh	55
3.9.1	Unit pengesan nada dering pada pembaca jarak jauh	56
3.9.2	Unit pengesan nada panggilan balik	56
3.9.3	Unit arahan dail semula pembaca jarak jauh	57
3.9.4	Unit system pemasa pembacaan meter KWJ	58

3.9.5	Unit pembacaan meter jarak jauh	59
3.10	Bekalan tenaga elektrik	61
3.11	Kesimpulan	61

## **BAB 4 : PROSEDUR UJIAN DAN PENGIRAAN**

4.0	Pengenalan	62
4.1	Keboleh harapan reka bentuk	62
4.2	Proses ujian hasil reka bentuk	63
4.3	Pemeriksaan visual	64
4.4	Ujian tiap bahagian sistem	64
4.4.1	Ujian litar pada bahagian pembaca terus	65
4.4.1.1	Ujian litar unit pengubah pembacaan meter KWJ	65
4.4.1.2	Ujian litar pengekod nada DTMF	68
4.4.2	Ujian litar pada bahagian pembaca jarak jauh	70
4.4.2.1	Ujian litar pengesan nada dering	70
4.4.2.2	Ujian litar pengesan isyarat panggilan balik	71
4.4.2.3	Ujian litar penyahkod DTMF	72
4.4.2.4	Ujian sistem pembacaan meter	74
4.5	Keperluan bekalan tenaga elektrik	76
4.6	Kos reka bentuk perkakasan	78
4.7	Kesimpulan	81

## **BABA 5 : PERBINCANGAN**

5.0	Pengenalan	82
5.1	Keputusan ujian pengekod dan penyahkod DTMF	82

5.2	Keputusan ujian sistem pembaca terus	83
5.3	Keputusan ujian system pembaca jarak jauh	84

## **BAB 6 : KESIMPULAN DAN CADANGAN**

6.0	Kesimpulan	85
6.1	Cadangan untuk projek seterusnya	85

## **SENARAI RUJUKAN**

### **LAMPIRAN**

Lampiran A :

Perkakasan pembaca terus dan pembaca jarak jauh	91
---	----

Lampiran B :

Hasil ujian pengekod DTMF	94
---------------------------	----

Lampiran C :

Senarai pengeluaran litar bersepadu	100
-------------------------------------	-----

## SENARAI JADUAL

	<b>Muka surat</b>
Jadual 2.1: Fungsi pengekod dan penyahkod DTMF	32
Jadual 4.1: Hasil ujian pengubah pembacaan meter KWJ Konvensional ke digital	67
Jadual 4.2 : Hasil ujian pengekod nada DTMF	69
Jadual 4.3 : Tabel kebenaran Pen nyahkod nada DTMF	73
Jadual 4.4 : Hasil ujian sistem pembacaan meter secara telemetri	76
Jadual 4.5 : Maklumat kos perkakasan pembaca terus	79
Jadual 4.6 : Maklumat kos perkakasan pembaca jarak jauh	80



## SENARAI RAJAH

Muka surat

Rajah 1.1 :	Sistem pembaca meter secara terus	3
Rajah 1.2 :	Sistem pembaca meter dari jarak jauh	4
Rajah 2.1 :	Bentuk sebenar meter KWJ yang digunakan	9
Rajah 2.2 :	Prinsip kerja alat pengukur meter KWJ	11
Rajah 2.3 :	Pengesan pusingan meter KWJ	13
Rajah 2.4 :	Gambarajah blok sistem telemetri	15
Rajah 2.5 :	Seni bina khidmad kegunaan telemetri untuk komunikasi talian telefon	19
Rajah 2.6 :	Bentuk isyarat pensuisan telefon sistem dail berputar	26
Rajah 2.7 :	Butang matrik nada DTMF	27
Rajah 2.8 :	Bentuk frekuensi nada DTMF untuk butang nombor 1	28
Rajah 2.9 :	Bentuk frekuensi nada DTMF untuk butang nombor 2	28
Rajah 2.10 :	Bentuk masa isyarat suis telefon sistem DTMF	29
Rajah 3.1 :	Gambarajah blok sistem pembaca terus	44
Rajah 3.2 :	Gambarajah blok sistem pembaca jarak jauh	45
Rajah 3.3 :	Litar pengubah pembacaan meter KWJ	48
Rajah 3.4 :	Litar pengesan nada dering pembaca terus	50
Rajah 3.5 :	Litar arahan dail semula	51
Rajah 3.6 :	Litar arahan pembacaan meter	53

Rajah 3.7 :	Litar sistem penghantar data	54
Rajah 3.8 :	Litar pengesan nada panggilan balik	57
Rajah 3.9 :	Litar pemasa pembaca meter KWJ	59
Rajah 3.10 :	Litar sistem pembacaan meter jarak jauh	60
Rajah 4.1 :	Gambarajah blok ujian litar pengubah pembacaan meter KWJ	66
Rajah 4.2 :	Gambarajah blok ujian litar pengekod nada DTMF	68
Rajah 4.3 :	Gambarajah blok ujian pengesan nada dering	71
Rajah 4.4 :	Gambarajah blok ujian pengesan isyarat panggilan balik	72
Rajah 4.5 :	Diagram blok ujian penyahkod nada DTMF	73
Rajah 4.6 :	Diagram blok ujian sistem pembaca meter KWJ	75

## **SENARAI GAMBAR**

Gambar foto A.1 : Sistem pengesan nada dering dan pemasa pembaca terus dan pembaca jarak jauh

Gambar foto A2 : Sistem pembaca terus

Gambar foto A.3 : Papan litar bercetak sistem pembaca terus

Gambar foto A.4 : Sistem pembaca jarak jauh

Gambar foto A5 : Papan litar bercetak pembaca jarak jauh

## SENARAI SINGKATAN

Ac	Alternating current
BCD	Binary Code Decimal
COSU	Central Office Service Unit
CPE	Customer Premise Equipment
CCO	Current Controlled Oscillator
DTMF	Dual Tone Multiple Frequency
DVT	Design Verification Technique
Dc	Direct current
DDD	Direct Distance Dialing
ESP	Enhanced Service Provider
ESD	Electrostatic Discharge
FIT	Failure In Time
HAST	Highly Accelerated Stress test
HTOL	High Temperature Operating Life
ISDN	Integrated Service digital Network
IC	Integrated Circuit
IP	Internet Protocol
LCD	Liquid Crystal Display
MTBF	Mean Time Between Failure
PLL	Phase Lock Loop
PSTN	Public Switch Telephone Network
ppm	Part per million

TTL	Transistor-Transistor Logic
TIU	Telemetry Interface Unit
UTS	Unit Telemetry Service

## GLOSARI

Flux	Fluk
Fasa	Phase
Gelombang radio	Radio wave
Isyarat	Signal
Pengekod	Encoder
Penyahkod	Decoder
Pemancar	Transmitter
Penerima	Receiver
Penguat	Amplifier
Pemultiplek	multiflexer
Pengganding optic	Optocoupler

# **REKABENTUK SISTEM PEMBACAAN METER KILO WATT JAM (KWJ) SECARA TELEMETRI**

## **ABSTRAK**

Pembacaan meter kilo watt jam (KWj) elektrik yang di gunakan oleh pelanggan setakat ini masih lagi dilakukan secara konvensional, iaitu ia dibaca dari rumah ke rumah dengan menggunakan tenaga manusia. Ini sudah tentu tidak cekap. Di Malaysia didapati bilangan pengguna tenaga elektrik meningkat sebanyak 4.9 peratus pada setiap tahun. Keperluan pekerja untuk mengambil bacaan menjadi bertambah banyak.

Tujuan penyelidikan ini ialah untuk mereka bentuk suatu sistem pembacaan meter KWJ secara telemetri. Dengan demikian keperluan tenaga manusia sebagai pembaca data KWj boleh dikurangkan. Pembacaan data boleh menjadi lebih cepat dan lebih cekap. Keseluruhan pembacaan dan catatan data meter KWj pelanggan boleh dilakukan di satu bilik kawalan sahaja.

Sistem pembacaan meter KWJ secara telemetri mempunyai dua bahagian sistem. Bahagian pertama ialah sistem pembacaan terus. Ia terdiri daripada meter KWJ yang diubahsuai supaya memberi bacaan dalam bentuk digital (perduaan) dan satu litar pengubah dari nombor perduaan ke DTMF supaya dapat dihantarkan data melalui talian telefon. Bahagian kedua ialah sistem pembaca jarak jauh. Ia terdiri daripada litar yang mengubah nada DTMF ke nombor perduaan dan seterusnya dipaparkan ke pemapar tujuh ruas sebagai bacaan telemetri.

Sistem pembacaan meter KWJ secara telemetri telah diuji ke atas setiap unit bahagian untuk menentukan sama ada sistem ini bekerja dengan baik atau tidak. Didapati dari ujian ini suatu sistem yang konsisten dan jitu telah dapat dibina.

# **DESIGN OF A KILO WATT HOUR (KWH) METER READING SYSTEM USING TELEMETRY**

## **ABSTRACT**

The reading of an electrical kilowatt hour (KWH) meter, for domestic consumers, is done manually by employing many people to record the reading from house to house. This is obviously inefficient. In Malaysia the number of electricity consumers increased by 4.9% every year. This results in having more manpower to read the meter manually.

The objective of this research is to design a KWH meter reading system using telemetry. This will reduce the employment of human resources for meter reading. The meter reading become more accurate and efficient. The whole process of recording the KWH meter can be done in one control room.

The KWH meter reading system can be divided into two parts. The first part of the system is a direct measurement until. It consists of a modified conventional KWH meter to read the data in digital (i.e binary code). This binary code is then converted into DTMF signal so that it can be send through telephone line. The second part is the remote meter reading system. It consists of a DTMF demodulator which converts the DTMF signal into a binary number and displays the number in decimal form using 7 segments displays.

Every units of the telemetry KWH meter reading system has been tested in order to check whether the system is working or not. From the testing, a consistence and accurate system has been successfully developed.





# **BAB 1**

## **PENGENALAN**

### **1.1 Latar belakang permasalahan**

Sejak tenaga elektrik ditemui, pelbagai peralatan telah dicipta dan dibina oleh manusia. Pada awalnya peralatan yang dicipta itu berbentuk analog dan mekanikal atau disebut dengan peralatan konvensional, salah satu daripada peralatan itu adalah meter Kilo Watt Jam ( KWJ ) yang sehingga kini masih digunakan untuk merekod tenaga elektrik .

Dalam merekod tenaga elektrik yang digunakan, masih dilakukan dari rumah ke rumah, iaitu di tapak di mana peralatan meter KWJ dipasang. Setakat ini untuk merekod angka pada meter, masih menggunakan sistem pembilang-komputer pegang. Dengan menggunakan sistem ini banyak permasalahan yang timbul. Di samping penggunaan pekerja yang ramai, faktor kesalahan manusia di dalam mencatat meter iaitu tersalah kod tarif, penggunaan tinggi dan aduan ke atas pembaca meter, menimbulkan beban kepada bahagian perkhidmatan pengguna untuk menjawab dan memperbetulkan kesilapan. Faktor cuaca dan kesesakan lalu lintas juga mengakibatkan pembacaan meter menjadi tertangguh.

Setiap tahun, jumlah pelanggan elektrik meningkat, sehingga pelanggan elektrik yang berdaftar di semenanjung Malaysia saja, ialah 5,750,976. Ini menunjukkan peningkatan sebanyak 4.9 peratus daripada tahun sebelumnya (TNB, 2003). Keadaan ini menyebabkan semakin banyak meter KWJ digunakan. Dengan bertambahnya jumlah meter KWJ, hal ini mengakibatkan semakin ramai pekerja yang

diperlukan untuk merekodkannya. Di samping itu laporan hasil pembacaan meter lambat diterima oleh bahagian pemproses data bil elektrik.

## **1.2 Objektif penyelidikan**

Objektif utama penyelidikan ini ialah untuk menghasilkan satu sistem pembacaan meter Kilo Watt Jam (KWJ ) yang sedia ada boleh dibaca secara telemetri. Reka bentuk perkakasan sistem pembacaan Meter KWJ dari jarak jauh ini dilaksanakan berdasarkan kepada 2 keperluan. Pertama sistem yang direka bentuk mampu melakukan proses pengubahsuaian pembacaan Meter KWJ konvensional yang sedia ada ke dalam bentuk pembacaan digital. Kedua sistem yang direka bentuk mampu melakukan proses pembacaan meter secara telemetri, dengan menggunakan talian telefon sebagai media pengiriman data.

Untuk menghasilkan reka bentuk seperti tujuan tersebut, perlulah diadakan berbagai uji kaji dan kajian terhadap cara kerja meter KWJ serta menentukan komponen dan litar yang digunakan. Selain itu tahap keboleharapan yang tinggi diperlukan bagi menghasilkan satu hasil reka bentuk yang berjaya dan tahan.

## **1.3 Skop projek**

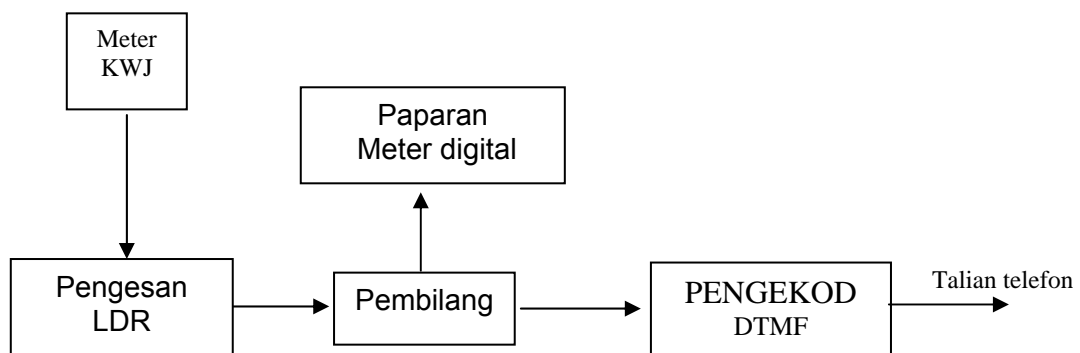
Dalam kajian ini hanya tertumpu kepada mereka bentuk sistem pembaca meter Kilo watt jam konvensional yang sedia ada yang diubahsuai sehingga boleh membaca dari jarak jauh, atau yang lazim disebut dengan sistem pembacaan meter secara telemetri. Pembacaan meter dilakukan untuk menghitung penggunaan tenaga elektrik setiap bulan sahaja.

Dalam pelaksanaan reka bentuk sistem pembaca Meter KWJ secara telemetri ini terbahagi kepada dua bahagian utama. Pertama ialah mengubahsuai sistem pembacaan meter yang sedia ada. Sistem ini diharapkan mampu mengubahsuai hasil pembacaan Meter KWJ konvensional yang sedia ada ke bentuk digit, kemudian diubah ke dalam bentuk Dual Tone Multi Frequency yang dikenal dengan DTMF.

Kedua ialah pembacaan jarak jauh. Data yang berupa DTMF dikirim ke bahagian pembaca jarak jauh di pusat kawalan dengan menggunakan talian telefon, untuk setiap bulan penggunaan tenaga elektrik. Data yang diterima yang berupa DTMF ini, akan diubah kembali ke dalam bentuk digit, sehingga data ini dapat di lihat pada paparan tujuh ruas. Proses ini disebut sebagai pembacaan meter secara telemetri.

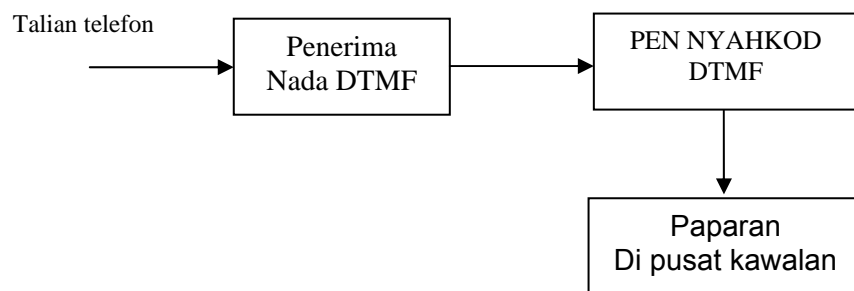
#### 1. 4 Rajah sistem secara umum

Seperti yang telah dijelaskan pada Bahagian 1. 2, reka bentuk peralatan sistem pembacaan meter KWJ dari jarak jauh ini terdiri dari dua bahagian utama. Kedua bahagian itu ialah bahagian pembaca terus, dan bahagian pembaca jarak jauh.



Rajah 1. 1 Sistem pembaca meter secara terus

Gambarajah sistem ini secara umum, diberikan secara gambar blok pada Rajah 1.1 dan Rajah 1.2. Rajah 1.1 menunjukkan bahagian pembaca terus terdiri dari sebuah pengesan yang digunakan untuk mengesan pusingan dari meter Kilo watt jam, dan mengubah nya ke dalam bentuk isyarat elektrik, kemudian isyarat ini akan menjadi isyarat jam bagi satu pembilang elektronik (counter), sehingga memperoleh satu data pembacaan Meter KWJ dalam bentuk bilangan perduaan ( Binary Coded Decimal, BCD ). Kemudian data yang berbentuk bilangan perduaan tersebut akan diubah ke dalam bentuk Dual Tone Multiple Frekuensi ( DTMF ) oleh pengekod DTMF, yang kemudian dihantarkan melalui talian telefon kepada bahagian pembaca jarak jauh.



Rajah 1. 2 Sistem pembaca meter dari jarak jauh

Pada bahagian pembaca jarak jauh seperti yang di lihat pada Rajah 1.2, nada DTMF yang diterima akan diubah kembali ke dalam bentuk BCD oleh penyahkod dan kemudiannya dipaparkan pada paparan tujuh ruas, sehingga hasil pembacaan meter secara telemetri di pusat kawalan diperoleh.

Oleh kerana sistem pembacaan dari jarak jauh ini digunakan untuk membaca Meter KWJ sahaja, maka sistem ini hanya terhad kepada aplikasi pembacaan meter KWJ sahaja. Untuk aplikasi yang lain boleh dilakukan dengan mengganti penggunaan

pengesanan dari sistem pembaca terus sahaja, dengan tidak mengubah sistem pembaca jarak jauh yang sedia ada.

## **1.5 Tinjauan tesis**

Keseluruhan tesis ini dibahagikan kepada enam bab yang merangkumi penerangan umum, teori, reka bentuk perkakasan, proses ujian, serta perbincangan dan saranan. Bab 1 memberikan penerangan secara umum yang berkaitan dengan tajuk tesis ini, penerangan-penerangan yang berkaitan adalah bersifat umum sebagai gambaran awal.

Bab 2 tesis ini akan membincangkan tentang cara kerja meter Kilo watt jam konvensional yang sedia ada, dan kaedah pengubahsuaian pembacaan meter KWJ konvensional ke bentuk digit, dan kegunaan sistem telekomunikasi dalam sistem telemetri. Komponen elektronik yang digunakan untuk mereka bentuk sistem perlu diambil kira, serta bahagian-bahagian yang berkaitan dengan teori yang berhubung kait dengan reka bentuk sistem pembacaan meter secara telemetri turut juga dibincangkan .

Bab 3 akan menumpukan proses pembangunan sistem pembacaan KWJ meter jarak jauh . Proses pembangunan ini tertumpu kepada mereka bentuk sistem litar yang di guna, cara kerja dari litar masing-masing dan pembinaan peralatan, yang merupakan matlamat dari penyelidikan ini.

Bab 4 membincangkan perihal prosedur ujian dan langkah-langkah reka bentuk yang membawa kepada satu hasil akhir yang memuaskan. Selepas itu pengiraan dilakukan terhadap keupayaan sistem untuk menghasilkan ke boleh harapan yang tinggi dan kos yang rendah.

Bab 5 akan membicarakan prosedur dan hasil uji kaji peralatan pembacaan KWJ meter jarak jauh dengan menggunakan talian telefon .

Bab 6 memberikan kesimpulan yang diperoleh daripada proses reka bentuk sehingga menghasilkan satu reka bentuk yang memenuhi tujuannya. Dan menyelitkan beberapa cadangan berkaitan projek yang telah dijalankan.

## **BAB 2**

### **SISTEM PEMBACAAN METER KILO WATT JAM ( KWJ ) SECARA TELEMETRI**

#### **2.0 Pengenalan**

Sebelum meneruskan perbincangan ke atas reka bentuk sistem telemetri, maka eloklah dibincangkan terlebih dahulu perkara-perkara yang menjadi sup topik, yang berkaitan dengan reka bentuk. Pada masa ini penggunaan sistem telemetri terhadap hanya kepada pengguna tertentu sahaja, padahal banyak sistem yang boleh beroperasi secara telemetri, ini disebabkan teknologi telemetri masih terlalu mahal, dan belum mesra pengguna,

Perbincangan mengenai apa itu meter Kilo Watt Jam ( KWJ ), bagaimana cara kerjanya dan bagaimana mengubahsuai meter tersebut sehinggakan boleh dibaca secara digit. Selain itu penggunaan komponen dan pemilihan litar yang berhubung kait dengan reka bentuk juga mesti dilakukan bagi menghasilkan suatu hasil reka bentuk yang memenuhi objektif penyelidikan.

Penggunaan media adalah untuk menghantar data hasil pembacaan meter ke pusat kawalan dan ia adalah penting dijelaskan terlebih dahulu, kerana ia merupakan asas kepada proses reka bentuk sistem pembaca Meter KWJ secara telemetri.

#### **2.1 Pengukuran dan ralat alat ukur**

Untuk melakukan proses pengukuran, satu alat pengukur diperlukan untuk mengukur satu kuantiti sehingga menghasilkan satu nilai tertentu, yang



menunjukkan hasil daripada pengukuran (William,1993). Contohnya untuk mengukur voltan elektrik menggunakan volt meter, untuk mengukur arus elektrik menggunakan ampere meter, untuk mengukur penggunaan tenaga elektrik menggunakan meter kilo watt jam, dan banyak lagi alat pengukur yang digunakan untuk mengukur nilai dari satu kuantiti tertentu.

Sistem pembacaan meter secara telemetri juga merupakan satu sistem pembacaan daripada alat pengukur, yang semestinya ketelitian dan kejituannya perlu diambil berat, agar data yang dikirim dan diterima tidak salah. Proses ketelitian sistem ini bermula daripada proses pengubah suai pembacaan meter KWJ, sehingga ke proses pengiriman data hasil pembacaan tersebut.

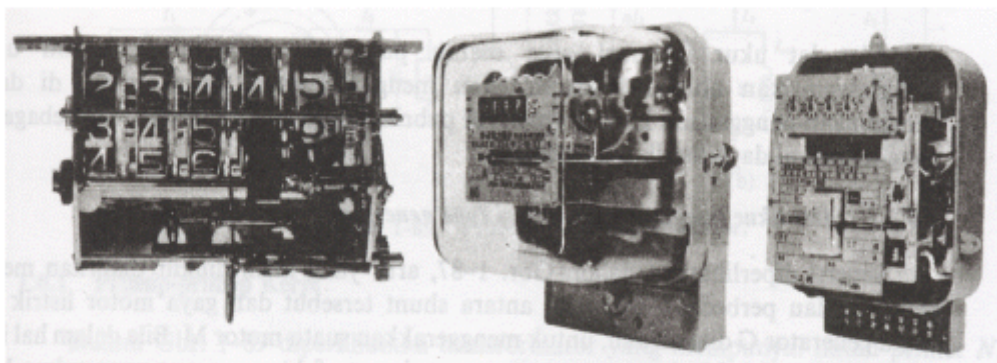
Ketelitian adalah untuk menyatakan tingkat kesesuaian atau dekatnya satu hasil pengukuran terhadap nilai yang sebenarnya. Sedangkan kejituan ialah untuk menyatakan tingkat kesamaan dalam beberapa kali hasil pengukuran dari sejumlah alat pengukur ( William, 1993 ). Dalam kebanyakan alat pengukur, ketelitian hanya dijamin sampai pada satu peratus tertentu dari skala penuh. Komponen-komponen litar seperti resistor, kapasitor, transistor dijamin dalam satu peratus tertentu dari nilai kadar.

Ada beberapa cara untuk mengurangkan ralat pengukuran boleh dilakukan iaitu dengan melakukan berulang kali pengukuran, dengan menggunakan beberapa alat pengukur atau alat pengukur yang berbeza, untuk pengukuran yang sama (Melville, 1990 ).

## 2.2 Alat pengukur tenaga elektrik ( meter KWJ )

Kuantiti elektrik contohnya arus, voltan, daya, tidak boleh secara terus di lihat dengan panca indera kita. Untuk mengetahui berapa nilai magnitud nya, maka dipergunakan alat pengukur yang boleh mentransformasikan kuantiti elektrik melalui satu fenomena fizik yang memungkinkan untuk di amati, dan di lihat dengan panca indera manusia .

Kuantiti elektrik ini ditransformasikan melalui satu fenomena fizik ke dalam kuantiti mekanik, perubahan tersebut merupakan satu pusingan melalui paksi tertentu. Nilai sudut putaran tersebut berhubung terus dengan kuantiti elektrik yang akan di amati. Alat pengukur yang dinyatakan di atas adalah disebut sebagai alat pengukur konvensional ( Soedjana & Osamu, 2000 ).



Rajah 2.1 Bentuk sebenarnya meter Kwj yang digunakan

Satu alat pengukur yang mengintegrasikan bacaan arus, voltan dan kuantiti elektrik yang diberikan oleh satu beban dalam satu masa tertentu, disebut dengan alat pengukur integrasi. Alat-alat ukur jenis ini antaranya ialah alat pengukur tenaga elektrik yang lazim disebut dengan Meter Kilo Watt Jam (KWJ). Ia adalah satu alat pengukur yang terpenting dan penggunaannya adalah meluas, kerana ianya

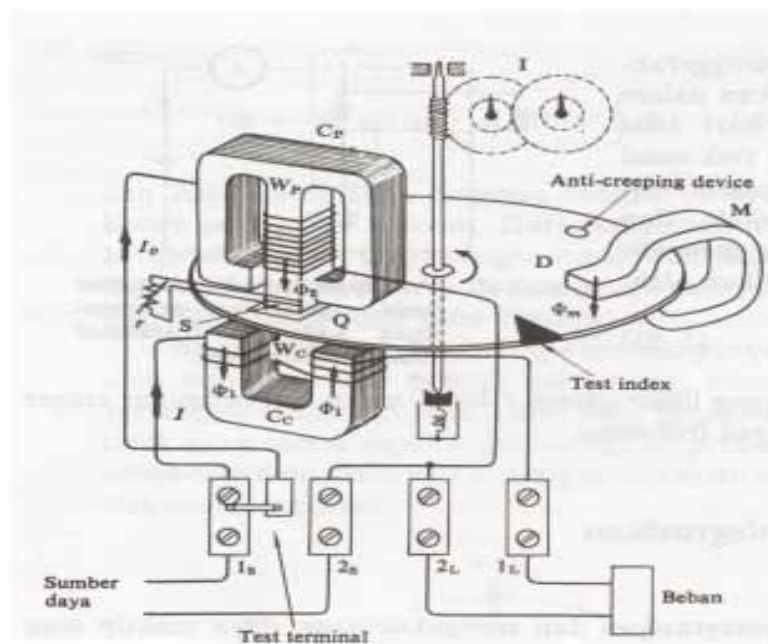
sehinggakan kini masih banyak dipergunakan sebagai pengukur tenaga elektrik dalam transaksi penjualan tenaga elektrik . Bentuk alat pengukuran ini ditunjukkan dalam Rajah 2.1.

### **2.2.1 Prinsip kerja meter Kilo watt jam ( KWJ )**

Alat pengukur tenaga elektrik yang digunakan sebagai alat untuk mengukur penggunaan tenaga elektrik, pada am nya adalah jenis induksi . Alat pengukur ini masih bekerja secara analog dan mekanikal, ianya bekerja berasaskan aruhan voltan dan arus yang mengalir pada satu konduktor yang berada pada satu medan magnet, sehingga menimbulkan satu momen gerak. Rajah 2.2 memperlihatkan bahagian-bahagian alat pengukur Meter KWJ ( William, 1993 ) .

Untuk mempermudah dalam memahami prinsip kerja dari satu alat pengukur, maka terlebih dahulu haruslah mengetahui dan memahami bahagian-bahagian daripada alat pengukur tersebut, dan bagaimana cara kerjanya sehingga boleh digunakan sebagai alat pengukur tenaga elektrik .

Dari Rajah 2.2, bila arus beban ( $I$ ) mengalir melalui belitan arus ( $W_c$ ), menyebabkan terjadi nya fluk magnet ( $\phi_1$ ). Belitan voltan ( $W_p$ ) mempunyai sejumlah belitan yang cukup nilai untuk dianggap sebagai reaktans murni, sehingga arus ( $I_p$ ) yang mengalir melalui ( $W_p$ ) akan menyusul (lagging)  $90^\circ$  dalam fasa terhadap voltan beban, dan mengakibatkan terjadi fluk magnet ( $\phi_2$ ) . Dengan demikian maka momen gerak ( $T_D$ ) terhadap piring aluminium ( $D$ ) berkadar terus terhadap daya beban.



Rajah 2.2 Prinsip kerja alat pengukur meter KWJ

Sambil berpusing keping aluminium ( $D$ ) akan memotong garis flux magnetik ( $\phi_m$ ) dari magnet kekal dan akan menyebabkan terjadi arus-arus pusing yang berkadar terus terhadap  $n\phi_m$  di dalam keping aluminium tersebut. Arus-arus pusingan ini juga akan memotong garis-garis flux ( $\phi_m$ ), sehingga piring aluminium ( $D$ ) akan mengalami satu momen redam ( $T_d$ ) yang berkadar terus terhadap ( $n\phi_m^2$ ). Oleh kerana pengaruh momen gerak ini, piring aluminium ( $D$ ) akan berpusing dengan kelajuan ( $n$ ) yang bergantung kepada arus beban.

Bila momen-momen gerak ( $T_D$ ) dan momen redam ( $T_d$ ) ada dalam keadaan seimbang maka :

$$k_d VI \cos \varphi = k_m n \phi_m^2 \quad \text{atau}$$

$$n = \frac{k_d}{k_m \phi_m^2} VI \cos \varphi \quad (2.1)$$

Dari Persamaan ( 2.1 ), semakin besar nilai arus elektrik yang mengalir, maka semakin laju pusingan keping aluminium (  $n$  ) (Soedjana & Osamu, 2000 ).

### **2.2.2 Sistem pembacaan meter Kilo watt jam**

Kecepatan pusingan dari piring aluminium (  $D$  ) seperti yang telah dijelaskan pada Bahagian 2.2.1, berhubung kait dengan nilai beban yang digunakan. Sehingga dengan demikian, jumlah pusingan daripada keping aluminium tersebut, untuk satu jangka masa tertentu berkadar terus dengan kuasa elektrik yang akan diukur pada jangka masa tersebut .

Jumlah pusingan dari piring tersebut, ditransformasikan melalui sistem mekanikal tertentu kepada peralatan penunjuk secara mekanik, sehingga untuk setiap (n) jumlah pusingan akan menunjukkan 1 Kilo Watt Jam tenaga elektrik yang digunakan, setelah melalui proses tentukur ( Soedjana & Osamu, 2000 ).

### **2.3 Pengubah pembacaan meter KWJ konvensional ke digital**

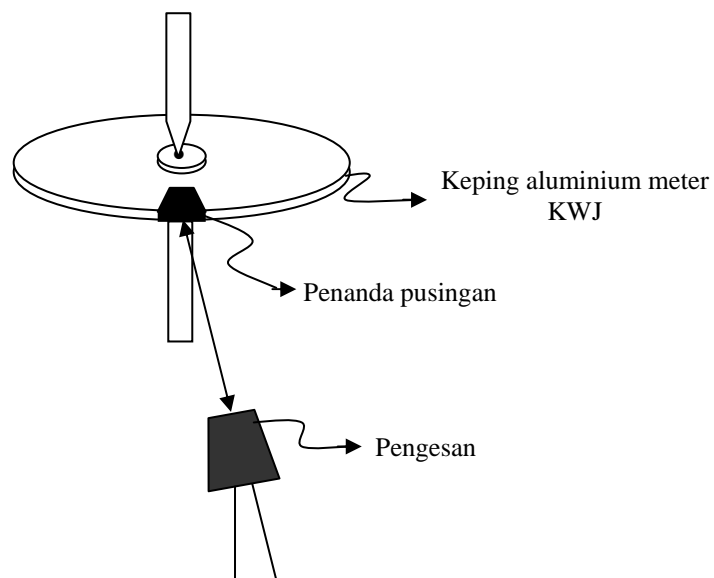
Seperti yang telah dijelaskan pada Bahagian 2.2.2, bahawa proses pembilangan nilai tenaga elektrik yang digunakan dengan menggunakan Meter KWJ konvensional yang sedia ada, berasaskan dari jumlah pusingan dari keping aluminium yang sedia ada pada meter KWJ , maka dari itu untuk mengubahsuaikan pembacaan meter konvensional ke dalam bentuk digit, haruslah berasaskan jumlah daripada bilangan pusingan meter KWJ tersebut.

Dua tahap yang mesti dilalui dalam proses pengubahsuaian pembacaan meter tersebut, pertama adalah membina sistem pengesanan pusingan Meter Kwj, dan kedua

adalah sistem pembilang pusingan Meter Kwj. Hasil pembilang akan ditampilkan pada paparan tujuh ruas dalam bilangan perpuluhan, sehingga menghasilkan satu pembacaan Meter Kwj dalam bentuk digital.

### 2.3.1 Pengesan pusingan meter Kwj

Sistem pengesan pusingan akan mengesan setiap pusingan daripada piring aluminium yang ada pada meter KWJ, ketika proses pembacaan tenaga elektrik berlangsung.



Rajah 2. 3 Pengesan pusingan meter KWJ

Rajah 2. 3 menunjukkan proses pengesanan pusingan meter KWJ, hal ini terjadi bila bahagian penanda yang berwarna hitam pada keping aluminium pada Meter Kwj melintasi bahagian pengesan, kemudian pengesan akan mengesan bahagian hitam tersebut. Selanjutnya hasil pengesanan akan digunakan sebagai jam

isyarat pada pembilang digit, demikianlah hal ini terjadi secara berterusan selagi piring pada meter KWJ berpusing .

### **2.3.2 Pembilang pusingan meter KWJ**

Daripada pembacaan meter ke bentuk digital ini berasaskan hasil pengesanan terhadap setiap pusingan meter KWJ, akan diubah supaya jumlah pusingan berkadar dengan penggunaan tenaga elektrik dalam jangka masa tertentu, selama proses pembebanan berlangsung. Perhitungan dilakukan oleh pembilang dengan cara menghitung jumlah pusingan daripada keping aluminium yang sedia ada pada Meter dengan menukarkan setiap 375 pusingan kepada 1 KWJ. Pembilang yang digunakan dalam kebanyakan litar digit adalah kompleks, dan fungsi utamanya ialah untuk membilang satu siri peristiwa atau kala masa atau meletakkan peristiwa dalam jujukan. ( Douglas R. Malcolm,Jr, 1995 ).

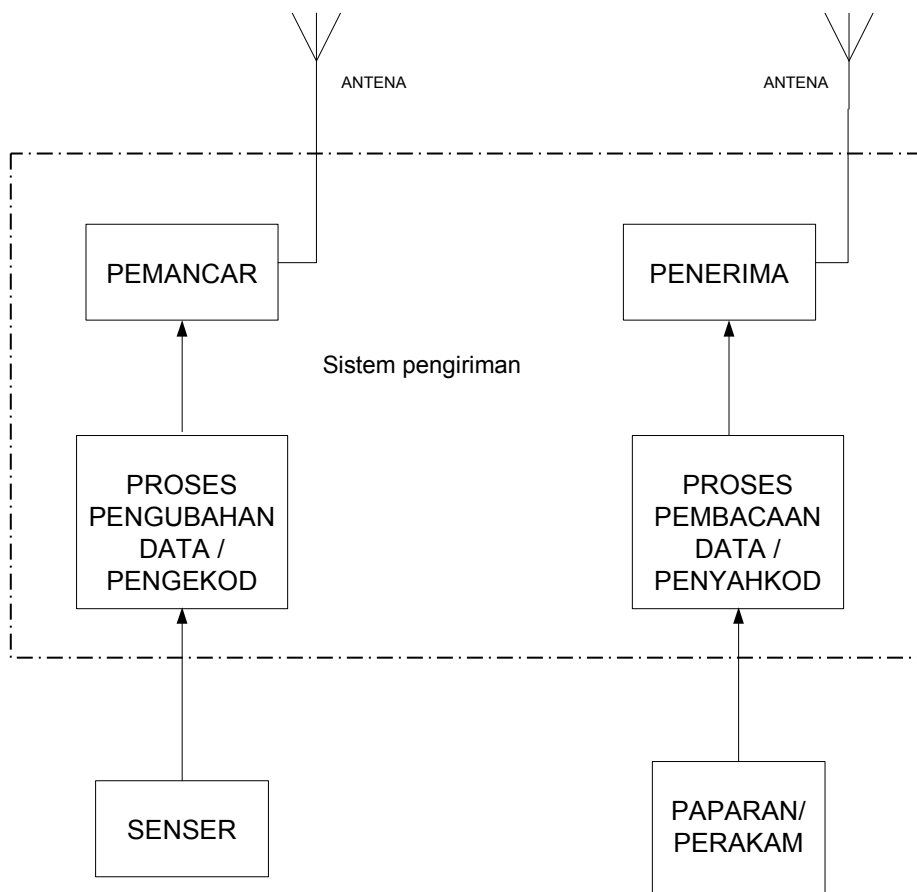
## **2.4 Sistem telemetri**

Telemetri bererti pembacaan dari jarak jauh. Ia merupakan satu sistem kawalan terpusat, iaitu pembacaan dan pengawalan satu hasil pengukuran, atau satu keadaan dilakukan hanya pada satu bilik kawalan sahaja. Dalam pengertian masa kini, telemetri meliputi pengubahan dari satu keadaan ataupun nilai tertentu menjadi isyarat elektrik, yang kemudian dihantarkan melalui satu media penghubung, dan akhirnya ditukar kembali menjadi bentuk isyarat asasnya ( Denis,1984 ).

Peralatan sistem telemetri pada umumnya terbahagi kepada dua bahagian utama, iaitu bahagian pemancar dan bahagian penerima. Peralatan sistem pemancar ini adalah untuk menghantarkan data, ianya diletakkan pada tempat di

mana proses pengukuran berlangsung. Sebelum proses pengiriman data dilakukan, data yang dibaca oleh alat pengukur mesti diubah suai terlebih dahulu ke dalam bentuk frekuensi yang diinginkan, kemudian baru lah data tersebut dikirim melalui media penghubung .

Peralatan sistem penerima pula merupakan satu peralatan yang boleh menerima data yang dihantar oleh pembaca terus melalui media penghubung. Kemudian akan mengubah data tersebut ke dalam bentuk asasnya . Penggabungan kedua sistem ini lah yang dinamakan sistem pembacaan secara telemetri ( James T, 1993 ).



Rajah 2. 4 Gambarajah blok sistem telemetri



Dari Rajah 2. 4 di atas, dengan jelas menerangkan prinsip kerja bagi satu sistem telemetri. Pengesan akan mengesan dan mengubah satu keadaan tertentu yang hendak dikesan menjadi satu bentuk isyarat elektrik , kemudian isyarat ini akan mengalami perubahan pada bahagian proses pengubah data atau pengekod. Pada bahagian ini data yang di terima akan diubah ke dalam bentuk frekuensi. Selanjutnya data ini dikirim melalui talian telefon kepada penerima.

Bahagian penerima pula, akan menerima data yang dikirim oleh bahagian pemancar. Kemudian data ini akan diubah kembali ke bentuk asalnya oleh bahagian proses pembaca data atau penyahkod, dan kemudian data tersebut ditampilkan pada paparan tujuh ruas atau pencetak dalam bentuk bilangan digital.

Pada reka bentuk sistem pembaca meter kilo watt jam secara telemetri ini, pengesan akan mengesan pusingan dari meter Kilo watt jam, dan di ubah ke dalam bentuk digit, selanjutnya akan mengalami proses pengubahan ke dalam bentuk DTMF. Kemudian data ini selanjutnya dihantar melalui media penghubung iaitu talian telefon kepada bahagian pembaca jarak jauh.

Pada bahagian pembaca jarak jauh , data yang diterima berupa frekuensi DTMF tersebut akan diubah lagi ke bentuk bilangan perduaan oleh penyahkod, sehingga lah diperolehi satu hasil pembacaan jarak jauh. Proses inilah yang dinamakan sistem pembacaan meter Kilo watt jam ( KWJ ) secara telemetri.

## **2. 5 Manfaat penggunaan sistem telemetri**

Dewasa kini sistem telemetri telah digunakan dalam berbagai aspek keperluan, guna untuk mempermudah di dalam mengoperasikan dan mengawal kerja dari satu sistem. Sistem ini telah digunakan dalam berbagai keperluan di antaranya

adalah dalam keperluan perubatan, pengesanan jauh, mengoperasikan dan mengawal keadaan sistem pemesinan yang lengkap, mengawal paras permukaan air, dan banyak lagi keperluan yang boleh dikawal dan dikendalikan dengan menggunakan sistem telemetri.

Manfaat utama dari penggunaan sistem ini, di samping untuk mempermudah kerja adalah untuk meminimumkan kos operasional, yang meliputi penggunaan tenaga pekerja, mempertinggi pencapaian hasil kerja, memperkecil ralat dan kesilapan dalam mencatat meter, dan lebih menjamin tingkat keselamatan pekerja merupakan matlamat dari penggunaan sistem telemetri.

## **2.6 Keunggulan sistem telemetri**

Oleh kerana pembacaannya boleh dilakukan pada satu bilik kawalan sahaja, tanpa pergi ke tapak meter yang hendak dibaca, atau dengan kata lain pembacaan tidak dilakukan dari rumah ke rumah, maka banyaklah keunggulan sistem telemetri berbanding dengan sistem pembacaan terus dari rumah ke rumah. Faktor lain yang berkenaan dengan pembacaan meter contohnya penggunaan tenaga pekerja yang ramai, kesilapan mencatat angka pada meter, boleh diatasi.

Dengan menggunakan sistem telemetri pengumpulan maklumat dapat diperoleh dengan cepat lagi tepat. Sehingga ianya dapat membawa banyak kemajuan, peningkatan kualiti, produktiviti dan juga penjimatan kos kepada organisasi, kerana ia menggunakan tenaga pekerja yang sedikit berbanding dengan sistem pembacaan dari rumah ke rumah (PUAS, 2003) .

Dengan selesai nya projek ini dapat menghasilkan pembacaan meter penggunaan tenaga elektrik oleh pelanggan yang boleh diperoleh tanpa perlu ke tapak di mana meter terletak. Dengan menggunakan sistem ini dapat mengurangkan kehilangan bukan teknikal yang disebabkan oleh manusia, iaitu dengan mengesan beberapa bentuk kejanggalan dan pemberitahuan mengenai kegagalan pembacaan meter. Faktor kejanggalan seperti pusingan meter terbalik, kegagalan fasa dan kosong penggunaan mudah dikesan ( TNB, 2003 ).

## **2.7 Teknologi telemetri**

Sesuai dengan fungsinya, telemetri yang bererti pembacaan dari jarak jauh, tidak terlepas daripada mengguna sistem telekomunikasi. Ianya mempunyai hubungan yang erat, terutamanya dengan sistem komunikasi yang menggunakan talian telefon, kerana sehinggalah kini sistem pengiriman data menggunakan talian telefon masih menjadi media pengiriman data yang baik.

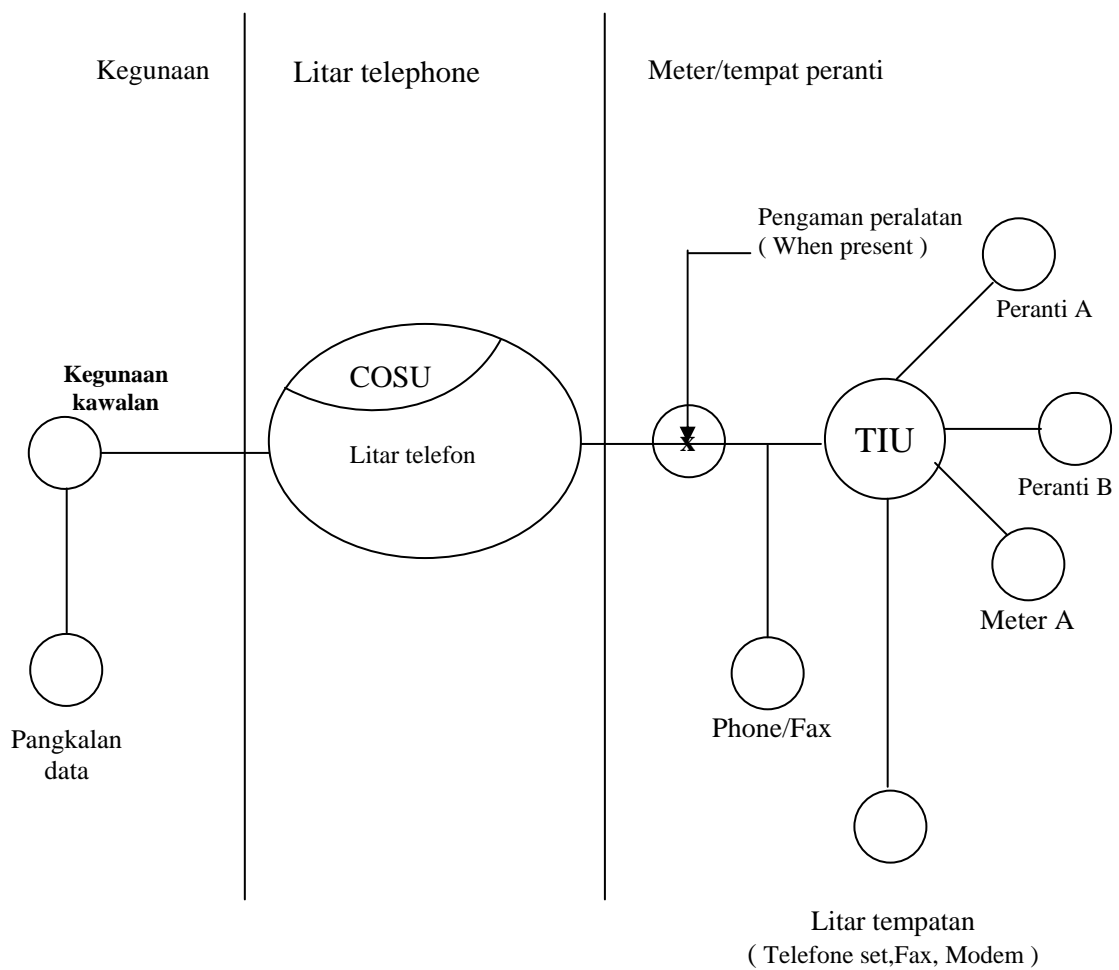
Di dalam sistem telekomunikasi, ada tiga jenis media pengiriman data yang selalu digunakan dalam pengiriman informasi, iaitu dengan media komunikasi radio, dengan menggunakan kabel atau kawat, dan dengan optik gentian ( Dordick, 1988 ).

### **2.7.1 Khidmat kegunaan telemetri**

Khidmat kegunaan telemetri ( UTS ) merupakan satu sistem yang berfungsi menghubungkan antara sebuah kegunaan kawalan ( utility control ) dengan unit antara muka telemetri (Telemetry Interface Unit , TIU ). Ada beberapa cara atau kaedah yang digunakan untuk sistem pengiriman data melalui talian telefon, iaitu dengan menggunakan kaedah unit perkhidmatan pejabat pusat ( Central Office Service Unit,

COSU ) dan dengan kaedah sambung terus . Satu TIU boleh menggunakan kedua-dua kaedah tersebut ( IEEE, 1999 ).

Rajah 2. 5 menunjukkan dua cara penggunaan TIU, iaitu dengan kaedah laluan masuk COSU dan dengan kaedah litar telefon ( Telephone Network ) atau disebut kaedah sambung terus.



Rajah 2. 5 Seni bina khidmat kegunaan telemetri untuk komunikasi talian telefon (IEEE 1999)

### **2.7.1.1 Kaedah laluan masuk COSU**

Untuk mengguna kaedah laluan masuk COSU, maka terlebih dahulu kita mesti memohon kepada pejabat penyelenggara komunikasi telefon, supaya dapat menggunakan fasiliti unit perkhidmatan COSU. Di dalam penggunaan sebagai penghantar data telemetri, sipelanggan akan diberikan fasiliti TIU. Sistem ini boleh melakukan komunikasi dua arah, Dengan sistem TIU, pelanggan boleh mengirim data telemetri sama ada melalui operator telemetri ataupun secara automatik ke pusat kawalan.

Ketika operator memanggil TIU dengan menggunakan kaedah laluan masuk COSU, TIU akan menerima satu isyarat tertentu yang tidak menimbulkan bunyi dering, tetapi ianya diperingatkan oleh satu isyarat tertentu, sehinggalah talian akan terhubung atau disebut dengan Off-Hook, kemudian berlangsunglah proses pengiriman data hasil pembacaan meter . Setelah proses pengiriman data selesai, maka COSU akan memutuskan dengan sendiri talian telefon yang digunakan, atau talian akan On-Hook.

Untuk operasi secara automatik, TIU akan menghantarkan data hasil pembacaan meter pada masa yang diinginkan tanpa perlu menerima panggilan operator. Setelah data telemetri dikirimkan, secara automatik COSU akan memutuskan talian atau talian katakan On-Hook.

### **2.7.1.2 Kaedah sambung terus**

Kaedah sambungan terus ialah suatu kaedah yang menggunakan talian telefon yang lazim digunakan di rumah. Proses pembacaan meter dilakukan dengan cara mendail nombor tujuan di mana meter terpasang. Kemudian pada talian tujuan akan mengirim isyarat yang akan memicu bunyi dering sistem telefon. Dengan ini,

apabila ganggang telefon diangkat maka talian telefon akan terhubung yang disebut keadaan Off Hook. Kemudian apabila talian terhubung proses pengiriman data akan berlangsung. Setelah pengiriman data telemetri selesai, sistem akan memutuskan perhubungan talian telefon atau dipanggil keadaan On-Hook ( IEEE -1999 ).

## **2. 8 Sistem masa nyata**

Penggunaan talian telefon biasanya akan melibatkan kos, sama ada penggunaannya secara berterusan ataupun tidak. Biaya atau kos yang perlu dibayar adalah berasaskan harga unit dan selama masa penggunaan komunikasi berlaku. Satu sistem di katakan gagal apabila sistem tersebut tidak dapat memenuhi satu atau lebih keperluan yang telah ditentukan dalam spesifikasi sistem tersebut secara formal (Li, 2003 ).

Dalam kaedah statistik, pengiraan faktor kegagalan suatu sistem adalah berhubung kait dengan kuantiti dan kadar kegagalan komponen (S. Thomas, 2004).

Berdasarkan definisi sistem yang gagal ini, walaupun keluaran sistem adalah betul berdasarkan masukan yang diberi, ia tetap di katakan sebagai satu kegagalan sekiranya tidak menepati spesifikasi pemasaan yang telah ditetapkan kerana pemasaan ini berhubung kait dengan kos penggunaan talian telefon. Jadi secara keseluruhannya, sistem masa nyata merupakan sistem yang mempunyai ketepatan logik dari segi keluaran dan juga masa tindak belasnya. Pemberian masa set masukan data sehinggakan kemunculannya dinamakan masa tindak balas ( Laplante, 1997 ). Sistem masa nyata dikelaskan berdasarkan kepada kesudahan yang dihasilkan sekiranya sifat logik dan ketepatan pemasaan sistem tersebut tidak dipatuhi.

Dalam sistem masa nyata , tugas mesti diselesaikan bukan hanya dengan tepat malahan dalam masa yang ditetapkan ( Cheng, 2002 ). Ini bermakna masa pengiriman data sehinggakan penerimaannya disesuaikan dengan masa yang ditetapkan dari pada perancangan reka bentuk tersebut, sehingga data yang diterima tidak cacat atau salah. Dalam reka bentuk ini, proses penentuan masa dilakukan mulai dari proses pemanggil nombor talian, sehinggakan data pembacaan meter KWJ diterima di pusat kawalan. Set masa ditetapkan daripada litar reka bentuk sistem, dengan menggunakan Pemasa elektronik.

## **2. 9 Telekomunikasi perhubungan**

Telekomunikasi perhubungan merupakan satu sistem komunikasi yang dapat menghubungkan pengguna yang satu dengan yang lain, sehinggalah berlangsung hubungan komunikasi dua hala dan guna saling bertukar informasi iaitu dengan cara bicara, menulis, melukis, mahupun menaip dapat dilakukan pada saat itu juga ( Povey, 1979 ).

Peralatan telekomunikasi terdiri dari tiga bahagian utama, iaitu peralatan penghantaran, peralatan penyambungan dan terminal. Peralatan penghubung bertugas menyampaikan informasi dari satu tempat ke tempat lain. Sistem penghubung boleh berupa kabel, serat optik, mahupun udara, bergantung kepada jarak dan tempat yang dihubungkan.

Teknik telekomunikasi merupakan satu usaha daripada manusia untuk menghasilkan satu hubungan komunikasi dengan cepat, ertinya masa pembicaraan atau pertukaran informasi, dapat berlangsung dengan cepat walaupun dengan jarak yang jauh. Perbezaan jarak yang jauh boleh ditempuh dengan masa secepat mungkin dengan cara mengubah semua bentuk informasi yang ingin disampaikan, diubah ke

dalam bentuk gelombang elektromagnet. Gelombang ini boleh bergerak dengan kelajuan yang sangat tinggi, yakni di ruang hampa adalah 300,000 Km/saat.

## **2. 10 Konsep asas telefon**

Menurut penemu telefon iaitu Alexander Graham Bell, asas suatu telefon terdiri dari dua bahagian utama iaitu sistem pemancar (transmitter) dan sistem penerima (receiver). Kemudian teknologi telefon berkembang dengan begitu cepat dan pesatnya. Edison telah menggunakan gelung induksi bagi tujuan ini ( Michael,1991 ).

Arus yang digunakan untuk talian telefon adalah arus terus (dc). Arus terus ini diperoleh dari pusat kawalan telefon. Arus terus ini akan mengalir melalui talian dan kemudian melalui satu gelung induksi dan penghantar sebelum balik semula ke pusat kawalan telefon. Bila seseorang bercakap melalui telefon, maka akan mengalir isyarat informasi pada talian telefon tersebut, sehingga menyebabkan arus dalam talian turun naik .

Pada telefon penerima pula, arus yang turun naik pada talian akan melalui satu gelung induksi dan penerima. Arus turun naik ini akan mempengaruhi arus yang sama pada satu gelung induksi yang satu lagi, dan akan melalui penerima sehingga menghasilkan suara yang dihantar tadi ( Michael, 1991 ).

Telefon pengguna adalah terhubung dengan pusat kawalan telefon yang mempunyai peralatan pensuisan, peralatan isyarat dan bateri yang menghasilkan arus terus untuk membolehkan telefon beroperasi. Setiap telefon disambung ke pusat kawalan telefon mempunyai nombor pensuisan yang berbeza.

Apabila gagang telefon berada di tempatnya, berat gagang telefon tersebut akan menyebabkan butang cangkuk suis ( swich hook ) terbuka, ini bermakna litar



antara pusat kawalan telefon dan set telefon terbuka ( On-Hook ). Tetapi sekiranya perhubungan akan berlangsung, pengguna akan mengangkat gagang telefon dari tempatnya, dan butang pegas akan naik menyebabkan suis akan tertutup ( Off-Hook). Ini akan menyebabkan arus akan mengalir pada telefon set ( Fikie, 1994).

Dalam pengertian sekarang, telefon meliputi pengubahan isyarat-isyarat suara menjadi isyarat-isyarat elektrik frekuensi audio yang kemudian boleh dihantar melalui satu sistem transmisi elektrik , dan akhirnya diubah kembali menjadi isyarat suara pada hujung penerima . Talian telefon selain berfungsi untuk menghantarkan maklumat pembicaraan, ia juga berfungsi untuk menyalurkan isyarat yang diperlukan untuk proses pensuisan telefon. Hubungan telefon dengan telefon lain dilakukan dengan bantuan pusat kawalan telefon. Komunikasi antara pusat kawalan telefon dengan pelanggan telefon dilakukan dengan menggunakan frekuensi bunyi yang telah dirakamkan, yang sering disebut dengan isyarat informasi telefon.

Isyarat informasi telefon yang penting untuk penyelidikan ini adalah bunyi deringan telefon , bunyi deringan-balik , bunyi talian sibuk dan bunyi sesalur sibuk. Keempat-empat keadaan ini mempunyai frekuensi yang berbeza iaitu 350 Hz, 480 Hz 440 Hz dan 620 Hz ( Stephen, 1991 ). Bunyi dering telefon merupakan isyarat yang dihantar oleh pusat kawalan telefon apabila proses pemanggil ( dial nombor ) telah dilakukan. Pada keadaan ini pusat kawalan telefon akan menghantarkan voltan ac yang mencecah 100 Vrms , dengan frekuensi 25 Hz, dengan arus yang mengalir sekitar 20 – 80 mA dengan masa pengiriman 2 saat isyarat “off” dan 4 saat isyarat “on”. Demikianlah keadaan ini berterusan sehingga keadaan off-Hook

Isyarat panggilan balik merupakan isyarat yang dihantarkan oleh pusat kawalan telefon ke telefon pengguna setelah proses pemanggil nombor dilakukan. Nilai frekuensi deringan balik ini adalah 440 Hz dengan 2 saat isyarat “on” dan 4 saat isyarat