

**REKABENTUK DAN PERLAKSANAAN
TERMINAL VoIP**

Oleh

MUHAMAD ASMI BIN ROMLI

Tesis diserahkan untuk memenuhi keperluan

Ijazah Sarjana Sains

Jun 2004

PENGHARGAAN

Saya merakamkan ucapan ribuan terima kasih kepada penyelia Professor Dr Ali Yeon bin Mohd Shakaff di atas segala tunjuk ajar dan juga dorongan yang telah diberikan sepanjang penyelidikan ini berjalan. Juga ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada para juruteknik dan kakitangan Universiti Sains Malaysia terutamanya di Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik yang telah sudi menghulurkan bantuan samada secara langsung ataupun tidak, teknikal ataupun moral. Terima kasih juga kepada pihak Universiti Sains Malaysia kerana telah menyediakan kemudahan yang mencukupi dan bermanfaat sepanjang saya menjalankan ujikaji ataupun rujukan untuk ijazah sarjana ini.

Ribuan terima kasih juga saya ucapkan kepada En Mohd Manan bin Razali dan pihak Aliya Technologies Sdn. Bhd. kerana telah sudi memberikan sokongan dalam bentuk peralatan dan perkakasan ujian sepanjang projek ini diuji. Sokongan usaha, tenaga dan masa anda semua sangat dihargai kerana tanpa bantuan anda semua, projek ini tak akan berjaya sepenuhnya.

Tidak lupa juga jutaan ucapan terima kasih kepada isteri saya, Umi Kalsom dan anggota keluarga kerana memberikan dorongan serta semangat untuk menghasilkan suatu projek yang boleh dibanggakan ini. Diharap segala kesabaran terbalas dengan pengurniaan ijazah sarjana ini.

JADUAL KANDUNGAN

JUDUL		i
PENGHARGAAN		ii
JADUAL KANDUNGAN		iii
SENARAI RAJAH		viii
SENARAI JADUAL		x
SENARAI GAMBAR FOTO		xii
SENARAI KEPENDEKAN		xiii
ISTILAH		xv
ABSTRAK (BAHASA MALAYSIA)		xvi
ABSTRAK (BAHASA INGGERIS)		xvii
BAB 1	PENGENALAN	
1.1	Perkembangan Jaringan Telefon	1
1.2	Sistem Mikropemproses Terbenam	3
1.3	Sistem Masa Nyata	4
1.4	Keboleharapan Sistem	6
1.5	Objektif Penyelidikan	8
1.6	Kajian Awal Secara Ringkas	8
1.7	Tinjauan Tesis	10

BAB 2	SISTEM TERBENAM DAN TEKNOLOGI PERHUBUNGAN	
2.1	Pendahuluan	12
2.2	Kelebihan Sistem Terbenam	12
2.3	Komponen Sistem Terbenam	13
2.4	Kitar Hayat Sistem	15
2.5	Teknologi PSTN	17
2.6	Teknologi Internet	19
2.7	Teknologi VoIP	20
2.8	Eksplotasi VoIP Semasa	21
BAB 3	REKABENTUK TERMINAL VOIP BERKEBOLEHARAPAN	
3.1	Pendahuluan	22
3.2	Pembangunan Konsep Rekabentuk	22
3.2.1	Ciri-ciri Produk di Pasaran	23
3.2.2	Ciri-ciri Produk Saranan Pasaran	25
3.2.3	Ciri-ciri Produk	26
3.3	Maklumat Rekabentuk	27
3.3.1	Topologi Jaringan	27
3.3.2	Piawaian dan Protokol Komunikasi	28
3.3.3	Keperluan Antaramuka	29
3.3.4	Pertukaran Data	30
3.4	Tinjauan Keseluruhan Sistem	31
3.4.1	Sistem Pengurusan (VoIP Remote Monitoring System)	32
3.4.2	Tuan (VoIP Operation Terminal)	32
3.4.3	Hamba (VoIP Base Unit)	33

3.5	Implementasi Rekabentuk	34
3.5.1	Sistem Pengurusan Pusat (VRMS)	34
3.5.1.1	Komponen Perkakasan VRMS	35
3.5.1.2	Komponen Perisian VRMS	35
3.5.2	Terminal Operator VoIP (VOT)	36
3.5.2.1	Komponen Perkakasan VOT	36
3.5.2.1.1	Antaramuka Pengendali	37
3.5.2.1.2	Antaramuka Jaringan VOT	38
3.5.2.1.3	Antaramuka Kuasa VOT	40
3.5.2.1.4	Antaramuka Komunikasi VOT	40
3.5.2.1.5	Litar Sokongan	41
3.5.2.2	Komponen Perisian VOT	42
3.5.2.2.1	Menu Sistem	43
3.5.2.2.2	Menu Operasi	43
3.5.2.2.3	Seksyen Komunikasi DTMF	43
3.5.2.2.4	Seksyen Komunikasi Sesiri	44
3.5.3	Unit Asas VoIP (VBU)	44
3.5.3.1	Komponen Perkakasan	45
3.5.3.1.1	Antaramuka Pengguna	46
3.5.3.1.2	Antaramuka Jaringan VBU	46
3.5.3.1.3	Antaramuka Kuasa VBU	47
3.5.3.1.4	Antaramuka Komunikasi VBU	47
3.5.3.2	Komponen Perisian VBU	47
3.5.3.2.1	Keadaan Tidur VBU	48
3.5.3.2.2	Keadaan Aktif VBU	48

3.5.4	Ringkasan Arahan Komunikasi	50
BAB 4	PROSEDUR UJIAN DAN PENGIRAAN	
4.1	Pendahuluan	51
4.2	Teknik Verifikasi Rekabentuk	51
4.2.1	Membangunkan Spesifikasi yang Boleh Diharap	52
4.2.2	Membangunkan Rekabentuk yang Boleh Diharap	54
4.2.3	Menguji Rekabentuk	55
4.3	Ujian Bakaran	56
4.3.1	Pemeriksaan Visual	56
4.3.2	Ujian Pra-Bakaran	57
4.3.3	Ujian Bakaran Sebenar	58
4.3.4	Ujian Pasca-Bakaran	58
4.4	Statistik Pengiraan Komponen	59
4.5	Maklumat Pemasaan	62
4.6	Kos Rekabentuk Perkakasan	67
BAB 5	PERBINCANGAN	
5.1	Pendahuluan	71
5.2	Prosedur DVT	71
5.3	Hasil Ujian Bakaran	74
5.4	Keboleharapan Rekabentuk	75
5.5	Pemberian Token Komunikasi	80
5.6	Elakan Tindihan Sumber	83
5.7	Perbandingan Kos dan Keupayaan	84

BAB 6	KESIMPULAN	
6.1	Kesimpulan	87
6.2	Cadangan	93
	RUJUKAN	94
	LAMPIRAN	
A.	Menu Sistem	97
B.	Peta Ingatan Sistem	98
C.	Rajah Pemasaan Token VBU	99
D.	Paparan PCB VOT	100
E.	Penerangan Isyarat dan Pin	101
F.	Lakaran Kawalan Sumber	102
G.	Lakaran Himpunan Komponen di Atas PCB	103
H.	Gambar Foto Rekabentuk Sistem	104

SENARAI RAJAH

Rajah 1.1	Model rujukan sistem PSTN	1
Rajah 1.2	Sistem yang mempunyai n masukan dan m keluaran.	5
Rajah 1.3	Lengkung tab mandi	7
Rajah 2.1	Perwakilan sistem terbenam berpusatkan aplikasi	14
Rajah 2.2	Perwakilan sistem terbenam berpusatkan CPU	14
Rajah 2.3	Kitar hayat produk	15
Rajah 2.4	Sistem jaringan PSTN	18
Rajah 2.5	Multipleks pembahagian frekuensi (FDM)	18
Rajah 2.6	Sambungan antara terminal	20
Rajah 3.1	Topologi bas linear	28
Rajah 3.2	Operasi keseluruhan	31
Rajah 3.3	Operasi pusat panggilan	32
Rajah 3.4	Antaramuka grafik VRMS	35
Rajah 3.5	Gambarajah blok VOT	37
Rajah 3.6	Antaramuka kekunci, LCD dan pencetak	38
Rajah 3.7	Antaramuka PSTN	39
Rajah 3.8	Antaramuka sumber kuasa luaran	40
Rajah 3.9	Litar pemacu protokol komunikasi RS485 dan RS232	41
Rajah 3.10	Carta alir perisian VOT	42

Rajah 3.11	Gambarajah blok VBU	45
Rajah 3.12	Antaramuka talian telefon	47
Rajah 3.13	Carta alir operasi VBU	49
Rajah 4.1	Proses verifikasi rekabentuk	52
Rajah 5.1	Kadar kegagalan mengikut masa	76
Rajah 5.2	Ingatan dalam pemproses 8051	83

SENARAI JADUAL

Jadual 3.1	Senarai produk dan pengeluar	23
Jadual 3.2	Senarai produk dan kaedah operasi	24
Jadual 3.3	Produk dan ciri-ciri	25
Jadual 3.4	Koleksi ciri-ciri penting	25
Jadual 3.5	Permasalahan semasa dan langkah kawalan	26
Jadual 3.6	Jenis-jenis topologi jaringan	27
Jadual 3.7	Perbandingan antara RS485 dan RS232	29
Jadual 3.8	Pertukaran data	30
Jadual 3.9	Ringkasan arahan dan data	50
Jadual 4.1	Ringkasan dokumen keperluan produk	53
Jadual 4.2	Ringkasan dokumentasi perisian VOT	54
Jadual 4.3	Ringkasan dokumentasi perkakasan VOT	55
Jadual 4.4	Matrik pemeriksaan visual	56
Jadual 4.5	Parameter kadar kegagalan VOT	60
Jadual 4.6	Parameter kadar kegagalan VBU	61
Jadual 4.7	Rutin sampukan sesiri	63
Jadual 4.8	Maklumat rutin RSPONC	64
Jadual 4.9	Maklumat rutin RSPOND	64
Jadual 4.10	Kod sampukan pemasa 0	65

Jadual 4.11	Jumlah bait dihantar VOT ke VBU	67
Jadual 4.12	Jumlah bait dihantar VBU ke VOT	67
Jadual 4.13	Maklumat harga perkakasan/komponen VOT	68
Jadual 4.14	Maklumat harga perkakasan/komponen VBU	69
Jadual 5.1	Spesifikasi komersial rekabentuk	73
Jadual 5.2	Jumlah masa diambil rutin komunikasi	81
Jadual 5.3	Jadual pembahagian daftar R0-R7	84
Jadual 5.4	Kos setiap sistem semasa	85
Jadual 5.5	Kos sistem berasaskan IP	85

SENARAI GAMBAR FOTO

Foto H.1	Sistem VOT	104
Foto H.2	Sistem VBU	104
Foto H.3	PCB VOT	104
Foto H.4	PCB VBU	105
Foto H.5	Menu VOT	105
Foto H.6	Sistem Vocatel Dalam Keadaan Tidak Aktif	106
Foto H.7	Sistem Vocatel Dalam Keadaan Aktif	106

SENARAI KEPENDEKAN

a.c.	Alternating current
ADC	Analogue to Digital Converter
AF	Activation Factor
ATM	Asynchronous Transfer Mode
CAD	Charging Automatic Detect
CPU	Central Processing Unit
d.c.	Direct current
DVT	Design Verification Technique
EEPROM	Electrical Erasable Programmable Read Only Memory
EMC	Electro-Magnetic Compatibility
ESD	Electrostatic Discharge
FDM	Frequency Division Multiplexing
FIT	Failure In Time
FR	Failure Rate
HAST	Highly Accelerated Stress Test
HTOL	High Temperature Operating Life
IC	Integrated Circuit
IDD	International Direct Dialing
IP	Internet Protocol

ISDN	Integrated Service Digital Network
LCD	Liquid Crystal Display
MGC	Media Gateway Control
MOQ	Minimum Order Quantity
MTBF	Mean Time Between Failure
OS	Operating System
p.p.m	Parts Per Million
PC	Personal Computer
PCB	Printed Circuit Board
PLMN	Public Land Mobile Network
PSTN	Public Switch Telephone Network
PTT	Push To Talk
RAM	Random Access Memory
SIP	Session Initiated Protocol
SLP	Single Line Phone
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TTL	Transistor-Transistor Logic
VBU	VoIP Base Unit
VoIP	Voice over Internet Protocol
VOT	VoIP Operation Terminal
VRMS	VoIP Remote Management System

ISTILAH

Bahasa Malaysia

Antaramuka

Daftar

Ibu sawat

Jaringan

Keboleharapan

Kitar hayat

Mikropengawal

Pelayan

Penjaga laluan

Pensuisan litar

Peranti

Perayau

Perisian

Perkakasan

Sistem terbenam

Stesen kerja

Sumber

Tidur

Bahasa Inggeris

Interface

Register

Exchange

Network

Reliability

Life cycle

Microcontroller

Server

Gateway

Circuit switching

Device

Router

Software

Hardware

Embedded system

Workstation

Resource

Dormant

ABSTRAK

REKABENTUK DAN PERLAKSANAAN TERMINAL VoIP

Teknologi komunikasi berkembang pesat bermula dengan penciptaan telefon pertama pada tahun 1876 hinggalah kepada pengenalan sistem jalur lebar tanpa wayar hari ini. Keupayaan yang semakin meningkat ini bergerak seiring dengan penambahan kualiti dan penurunan kos perhubungan. Kebelakangan ini suara yang berbentuk analog telah diubah ke bentuk digital dan dihantar menerusi internet berlandaskan teknologi *Voice over Internet Protocol* (VoIP). Walau bagaimanapun pengenalan teknologi ini gagal diiringi sepenuhnya disebabkan ketidaksesuaian dan kos prasarana. Penggantian komputer peribadi yang melibatkan capaian internet dengan sistem terbenam yang lebih ekonomikal, spesifik dan ringkas dilihat merupakan langkah penyelesaian. Namun begitu hingga hari ini sistem ini gagal disediakan dengan sebaik mungkin. Maka dengan itu, satu rekabentuk sistem terbenam yang memenuhi sifat masa nyata dan berkeboleharapan tinggi diperkenalkan. Langkah rekabentuk dimulakan dengan pemahaman kitar hayat produk dan seterusnya teknik verifikasi rekabentuk diikuti langkah demi langkah. Proses ujian pula melibatkan ujian bakaran, statistik pengiraan komponen, pengiraan sifat masa nyata dan perbandingan kos. Hasil daripada kajian ini dapat dibentuk satu sistem terbenam yang dijangkakan dapat menandingi hayat teknologi VoIP dan memenuhi dua kali ganda keperluan spesifikasi masa nyata. Selain itu juga kos pemasangan sistem hanyalah sekitar 1/6 daripada kos sistem di pasaran.

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF VoIP TERMINAL

Communication technology has developed rapidly since the invention of the first telephone model in 1876 right up to the introduction of the wireless broadband today. The increasing capability of the technology moves on par with the increasing of quality, whilst the communication cost has decreased accordingly. More recently, analog voice has been transformed into digital form for transmission through the internet using Voice over Internet Protocol (VoIP) technology. However, because of the failure to support this technology in terms of infrastructure it has dampen its widespread use. Replacement of internet access personal computers with embedded system that is more economical, specific and simple is seen as a solution. To remedy this situation the design of an embedded system that accomodates real-time and high reliability features were introduced. The design starts with the understanding of the product's life cycle and subsequently the design verification technique was carried out step by step. The test processes involve burn-in test, statistical component counting method, calculation of real-time feature and cost comparison. This research has produced an embedded system which predicted to withstand the life span of VoIP technology and also satisfy two times the specifiied real-time requirements. Besides that, the product cost is estimated to be only around 1/6 of the current available system in the market.

BAB 1 PENGENALAN

1.1 Perkembangan Jaringan Telefon

Jaringan telekomunikasi yang paling lama dan juga paling besar sehingga kini dikenali sebagai jaringan suis telefon awam (PSTN) meliputi lebih daripada 700 juta pengguna (Ericsson, 1997). Bagi masa yang lama, PSTN menjadi satu-satunya jaringan yang ada untuk telefoni. Kriteria utama bagi sistem PSTN adalah capaian analog (300-3400 Hertz) yang menggunakan sambungan dua hala berasaskan pensuisan litar. Setiap pengguna disambungkan secara terus ke ibu sawat tempatan yang bertindak memantau tindakan pengguna. Nombor yang didail akan dipadankan dengan menggunakan suis matrik yang terdapat dalam ibu sawat tempatan. Seterusnya, suis matrik ini terus menyambungkan pengguna dengan destinasi berasaskan kod daripada nombor yang ditekan. Model rujukan bagi sistem ini adalah seperti dalam Rajah 1.1 ini.



Rajah 1.1: Model rujukan sistem PSTN

Perkembangan terkini membawa kepada pengenalan sistem-sistem dan teknologi baru termasuklah telefon mudah alih, jaringan servis digital bersepadu (ISDN), mod pindahan tak berjujukan (ATM), rangkaian frem dan juga internet. Pengenalan teknologi internet yang pada suatu masa dahulu adalah terhad kini membawa kepada pengenalan komunikasi tanpa sambungan terus yang berskala besar. Setiap data berbentuk paket dihantar secara individu melalui jaringan yang besar, tanpa bergantung kepada paket-paket sebelumnya. Kelebihan utama penghantaran menggunakan kaedah

paket ini merupakan strategi operasi serampang dua mata, sistem jaringan yang mantap dan tidak ada pembaziran kapasiti. Walaupun sistem internet ini menjadi semakin besar dari semasa ke semasa, namun ia cuma terfokus kepada penghantaran data.

Perkembangan internet ini memberikan idea kepada pengenalan suatu bentuk penghantaran suara yang juga menggunakan teknik dan protokol yang sama dengannya. Teknologi berasaskan paket ini dikenali sebagai VoIP yang berasal daripada perkataan *'Voice 'o'ver 'T'nternet 'P'rotocol*. Terdapat beberapa pendekatan yang diambil dalam melaksanakan teknologi ini berlandaskan industri telefon semasa seperti menggunakan konsep isyarat, konsep kawalan pensuisan (suis berasaskan perisian) dan protokol penyambungan antara pengguna. Di bawah seliaan pelayan, perkakasan yang berasaskan protokol internet dapat menghubungi suatu perkakasan yang setara sekiranya mengetahui alamatnya. Bagi menyambungkan kepada sistem PSTN, satu bentuk penukar yang dinamakan penjaga laluan (*gateway*) diperlukan.

Perkembangan VoIP pada hari ini masih lagi pada peringkat permulaan. Teknik menyeluruh yang menggunakan sistem VoIP ini pada amnya memerlukan suatu bentuk perkakasan yang perlu diberikan alamat IP khas dan seterusnya disambungkan terus kepada sistem internet (Hardy, 2003). Sistem seperti ini akan melibatkan kos pemberian IP dan juga perkakasan. Suatu cara yang mudah dan murah dipraktikkan pada hari ini dengan hanya melibatkan sistem talian telefon PSTN yang sedia ada. Pengguna perlu mendial ke nombor pelayan yang seterusnya akan menghubungkan ke destinasi menggunakan teknik VoIP. Dengan ini, kos peralatan dan IP tidak ditanggung oleh pengguna. Mereka hanya perlu mempunyai akaun dengan penyedia pelayan sahaja.

1.2 Sistem Mikropemproses Terbenam

Hari ini, samada komputer peribadi ataupun komputer riba digunakan di merata tempat. Pengenalan mikropemproses pertama oleh syarikat Intel pada tahun 1971 telah membawa perubahan besar kepada dunia (Short, 1988). Evolusi ke atas pemproses pertama ini, model 4004 kepada Intel Pentium 4 hari ini yang berkelajuan Giga-Hertz sangat mengagumkan. Memandangkan ciptaan komputer hari ini sangat kompleks dan sangat hebat, maka tidak hairanlah komputer ini merupakan alatan utama bagi melakukan capaian ke internet. Juga, tidaklah pelik jika ianya dijadikan struktur utama dalam mengeksploitasi sistem VoIP. Namun begitu harga komputer bukanlah murah dan suatu alternatif lain perlu dicari bagi kegunaan umum ini.

Keupayaan sebuah komputer memang hebat. Banyak aplikasi dapat dilakukan menerusi komputer dengan melakukan pengaturcaraan. Aplikasi umum seperti mengira, memaparkan masa, mencetak dan sebagainya dapat dilakukan oleh komputer. Aplikasi-aplikasi ini dapat dilihat secara individu pada peralatan umum seperti mesin kira, jam digital, pam petrol dan meter.

Jika dikaji semula peralatan yang disebut, mesin kiraan hanya boleh melakukan pengiraan, tidak boleh mencetak. Jam hanya boleh mengira dan memaparkan masa, tidak lebih daripada itu. Meter boleh membaca dan memaparkan bacaan semasa, tidak bacaan lepas ataupun akan datang. Pam petrol berfungsi lebih dekat kepada komputer memandangkan ia dapat melakukan banyak tugas. Ia boleh mendapatkan masukan daripada pengguna, mengira jumlah minyak dimasukkan, dan memberikan ringkasan sebagai cetakan resit. Bagaimanapun, pam petrol tidak boleh melakukan tugas lain. Jadi, secara keseluruhan, komputer adalah suatu sistem lengkap yang mewakili pengira,

jam, meter dan pam minyak. Komputer juga boleh diarah melakukan tugas lain juga, berdasarkan arahan yang dimasukkan. Sebaliknya, kalkulator, jam, meter, pam minyak dan banyak lagi kelengkapan hanyalah subset kepada komputer. Mereka tidak dipanggil komputer memandangkan tugas mereka sudah ditentukan atau ditanam terlebih dahulu.

Difinisi peralatan tadi menghadkan keupayaan komputer sebenar, jadi lebih baik dikenali sebagai komputer spesifik. Di sini wujudnya perkataan benaman (*embed*). Dalam ertikata biasa ia bermaksud menanam, menyatukan ataupun integrasi. Jadi dalam konteks ini, sistem terbenam membawa maksud sebuah sistem komputer yang dibina dan tidak dilihat oleh pengguna sebagai komputer (Labrosse, 2000) dan mempunyai tetapan rekabentuk yang berbeza daripada aplikasi komputer biasa. Fungsinya juga dikurangkan dan ditetapkan semasa fasa rekabentuk.

1.3 Sistem Masa Nyata

Sistem komunikasi biasanya akan melibatkan penggunaan wang ringgit samada secara terus ataupun tidak. Pengenaan cas pada dasarnya berasaskan kepada harga unit masa komunikasi yang berlaku. Jadi, sistem komunikasi mestilah bersifat selari dengan masa nyata. Sesuatu sistem pada dasarnya mempunyai satu atau lebih set masukan yang memasuki satu kotak hitam dan menghasilkan satu atau lebih set keluaran (Laplante, 1997). Rajah 1.2 memberikan gambaran mengenai pernyataan ini.



Rajah 1.2: Sistem yang mempunyai n masukan dan m keluaran

Dalam sistem dunia nyata, terdapat lengah di antara pemberian input dan kemunculan keluaran. Masa di antara pengenalan set input kepada sistem dan kemunculan kesemua keluaran berkenaan dinamakan masa tindakbalas bagi sistem (Laplante, 1997). Berapa laju masa tindakbalas diperlukan bergantung kepada aplikasi sistem.

Sistem yang gagal dikatakan sebagai sistem yang tidak dapat memenuhi satu atau lebih keperluan yang telah ditentukan dalam spesifikasi sistem secara formal (Li, 2003). Berdasarkan definisi sistem yang gagal ini, walaupun keluaran sistem adalah betul berasaskan masukan diberi, ia tetap dikira sebagai gagal sekiranya tidak menepati spesifikasi pemsaraan yang telah ditetapkan. Jadi, secara keseluruhannya, sistem masa-nyata merupakan sistem yang mempunyai ketepatan logikal dari segi keluaran dan juga masa tindakbalas.

Sistem masa nyata dikelaskan berdasarkan kepada kesudahan yang timbul sekiranya sifat logikal dan ketepatan pemsaraan sistem tersebut tidak dipatuhi. Terdapat dua jenis sistem masa nyata: ringan dan tegar (Cheng, 2002). Dalam sistem masa nyata ringan, tugas mesti diuruskan secepat mungkin tetapi tidak perlu dihabiskan dalam masa yang spesifik. Dalam sistem masa nyata tegar, tugas mesti diselesaikan bukan hanya

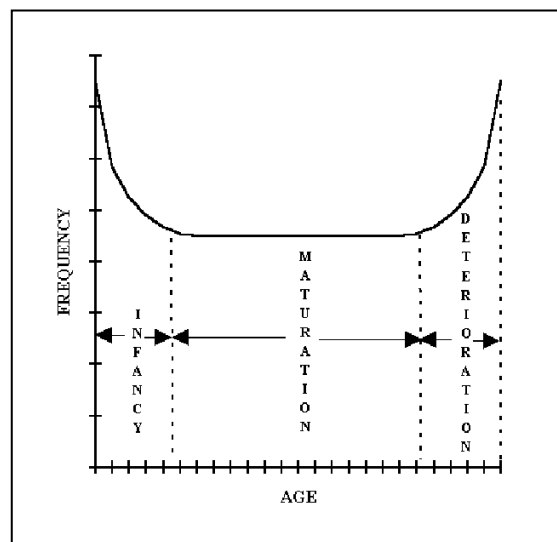
dengan tepat malahan dalam masa yang ditetapkan. Kebanyakan sistem mempunyai kombinasi keperluan ringan dan tegar.

1.4 Keboleharapan Sistem

Sistem yang berjaya semestinya meliputi aspek keboleharapan yang tinggi. Sistem yang boleh diharapkan memberi makna suatu sistem yang dapat memberikan respon ataupun tindakbalas yang diharapkan oleh pengguna (Berger, 2001). Kriteria mudah lain termasuklah ia menepati masa percubaan, masa perlaksanaan di bawah masa kritikal, ketiadaan ralat yang menjadikan sistem bermasalah, keluarannya boleh dijangkakan dan juga mempunyai ketahanan. Biar pun aspek keboleharapan hanyalah berbentuk subjektif, namun terdapat prosedur-prosedur tertentu yang dapat membantu meninggikan tahap keboleharapan sesuatu produk.

Beberapa prosedur am yang boleh dilakukan untuk analisa ujian keboleharapan diperlukan bagi memeriksa risiko dan juga memperbaiki tahap ujian. Ujian verifikasi rekabentuk (DVT) menggunakan spesifikasi kejuruteraan sebagai paksi perjalanan ujian. DVT memberikan kepastian rekabentuk akhir dan produk yang siap dengan spesifikasi kejuruteraan asal (Willey, 2000). Ujian termasuklah fungsi produk dan juga interaksi dengan peranti lain. Juga diuji adalah keupayaan produk bekerja dalam keadaan persekitaran yang ditentukan. Akhirnya, produk mesti mematuhi piawaian keselamatan dan juga undang-undang. Ujian masahayat digunakan bagi produk menepati objektif hayat rekabentuk produk. Operasi berterusan sesuatu peralatan secara automatik membolehkan perlakuan simulasi penggunaan cepat (*accelerated*) untuk menganggarkan secara statistik kehausan dan juga kerosakan sistem.

Model keboleharapan secara umumnya berbentuk lengkungan tab mandi (Bain, 1991). Rajah 1.3 ini memberikan tiga gambaran berasingan dalam bentuk fungsi kegagalan yang boleh dikaitkan dengan tahap keboleharapan. Secara amnya, peringkat pertama di permulaan pengenalan produk kadar kegagalan adalah tinggi disebabkan oleh kecacatan pengilangan. Seterusnya kadar kegagalan ini akan berkurangan memandangkan kecacatan tersebut diperbaiki dan komponen yang rosak diganti. Pada satu tahap masa, tahap ke-2, kadar kegagalan ini adalah paling minimum. Ini menandakan kestabilan sistem adalah berada pada tahap optimum dan kegagalan tidak lagi disebabkan oleh kegagalan rekabentuk. Tahap ketiga mengambil masa yang lama untuk terjadi bagi suatu sistem yang bekeboleharapan tinggi. Pada tahap ini, kadar kegagalan akan meningkat. Ini disebabkan oleh faktor umur dan juga penampalan serta pengenaan lebih tekanan oleh pengguna yang semakin bijak mengendalikan sistem.



Rajah 1.3: Lengkung tab mandi

1.5 Objektif Penyelidikan

Tujuan utama kajian ini dibuat adalah bagi menghasilkan terminal yang berupaya mengeksploitasi teknologi VoIP. Penggunaan IP individu dielakkan memandangkan akan melibatkan kos-kos tambahan. Ramai pengeluar perkakasan memberikan penyelesaian dengan menawarkan produk yang hanya dapat menyambungkan secara terus dari IP ke IP tanpa mengambilkira mereka yang tidak mempunyai kemudahan ini.

Rekabentuk terminal sistem terbenam bagi menggantikan komputer dan menggunakan prasarana PSTN menjadi panduan utama kepada langkah penyelesaian ini. Sebagaimana diterangkan dalam Bahagian 1.1, sistem VoIP dapat disambungkan kepada sistem berasaskan IP secara terus menerusi kawalan pelayan. Manakala bagi sistem PSTN, satu penjaga laluan menyambungkannya ke sistem VoIP. Memandangkan ramai penyedia perkhidmatan VoIP menyediakan kemudahan ini maka laluan ini lebih praktikal.

Selain daripada dapat berfungsi secara normal, terminal ini juga mesti memenuhi spesifikasi masa nyata dan juga berkeboleharapan tinggi. Keupayaan memenuhi lebih daripada spesifikasi minimum menjadi sasaran utama. Selain itu, hayat produk yang direkabentuk juga mesti melebihi tempoh jangkaan pengekalan teknologi ini.

1.6 Kajian Awal Secara Ringkas

Usaha kerajaan untuk meliberalisasikan pasaran VoIP telah membawa kepada perkembangan yang besar dan penyedia perkhidmatan mula berusaha dalam suasana yang semakin maju. Di samping enam syarikat telekom yang menyediakan perkhidmatan tersebut, dianggarkan 15 lagi penyedia perkhidmatan yang telah mendapat lesen dan 10 ke 12 penyedia yang belum lagi mendapat lesen telah muncul

dalam masa 2 tahun kebelakangan ini (Matthews, 2001). Dianggarkan saiz pasaran VoIP pada tahun 2000 adalah kira-kira US50 juta dan US92 juta pada tahun 2001. Manakala dianggarkan juga pada tahun 2006, pasaran VoIP di Asia Tenggara akan mencecah US1.2 bilion dengan kadar pertumbuhan 57.1% setahun dengan negara Malaysia, Singapura dan Indonesia menjadi peneraju. Perkembangan ini semestinya memberikan satu bentuk peluang baru yang selari dengan teknologi semasa. Biar pun pengenalan awal VoIP sudah agak lama, masih lagi tidak kelihatan peralatan yang sesuai yang dapat menepati prasarana canggih ini.

Syarikat-syarikat besar seperti NEC, Cisco, Avaya dan beberapa lagi menyediakan peralatan berasaskan IP. Sistem-sistem ini melibatkan kos yang tinggi dan tidak dapat digunakan oleh mereka yang tidak mempunyai capaian internet. Manakala di negara Malaysia ini terdapat pembekal perkhidmatan VoIP seperti Time, Telekom Malaysia, NasionCall, RedTone dan banyak lagi yang menyediakan pelayan menerusi penjaga laluan. Mereka ini menjual produk VoIP ini menerusi pembelian kad prabayar yang mempunyai nilai yang berbagai-bagai. Apabila hendak membuat panggilan, pengguna akan menelefon ke pelayan dan seterusnya memasukkan nombor akaun kad, nombor pin kad dan nombor destinasi panggilan. Ada juga syarikat yang menyatakan terlebih dahulu baki kad dan juga iklan yang berkaitan sebelum sambungan dibuat.

Proses ini mengambil masa yang agak panjang dan juga memerlukan interaksi yang betul. Ini belum lagi dikira masa terbuang sekiranya berlaku kesilapan memasukkan digit-digit berkaitan. Proses ini dilihat membuatkan pengguna merasa kurang berminat untuk menggunakan produk ini. Jadi, adalah perlu untuk merekabentuk suatu terminal yang berupaya meringkaskan semua ini di samping sifat-sifat yang dinyatakan tadi.

1.7 Tinjauan Tesis

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

Dalam Bab 2 perbincangan yang lebih mendalam diberikan dalam merekabentuk suatu sistem terbenam. Teknologi VoIP juga dibincangkan secara perlu bagi memungkinkan pemahaman berkaitan dapat diperolehi. Manakala aspek keboleharapan dibincangkan juga secara teori dalam bab ini.

Dalam Bab 3 perbincangan mengenai sistem yang direkabentuk dibuat. Perbincangan ini pada dasarnya berkisar kepada kitaran penghasilan sesuatu produk. Langkah demi langkah dibincangkan bagi menghasilkan perisian dan juga perkakasan yang dapat memenuhi spesifikasi akhir.

Bab 4 membincangkan perihal prosedur ujian dan pengiraan. Langkah-langkah rekabentuk yang membawa kepada suatu hasil akhir yang berkeboleharapan tinggi dinyatakan dalam bab ini. Selepas itu pengiraan dilakukan terhadap keupayaan dan juga keboleharapan sistem.

Perbincangan mengenai perkara berkaitan seterusnya disertakan dalam Bab ke 5. Ini termasuklah hal-hal berkaitan rekabentuk, pasaran dan juga perkara-perkara sampingan yang selalunya tidak berbangkit dalam soal rekabentuk.

Bab terakhir pula memberikan kesimpulan hasil daripada proses rekabentuk menghasilkan produk ini. Cadangan yang berkenaan turut dimuatkan bagi membolehkan kesinambungan projek ini dilakukan.

BAB 2 SISTEM TERBENAM DAN TEKNOLOGI PERHUBUNGAN

2.1 Pendahuluan

Sebelum meneruskan perbincangan ke atas rekabentuk terminal, maka eloklah dibincangkan terlebih dahulu perkara-perkara berkaitan yang menjadi sub-topik yang berkaitan dengan rekabentuk. Faktor seperti pemilihan ciri rekabentuk, pengenalpastian tahap kitaran hayat sesuatu produk dan pemahaman teknologi perhubungan semasa menjadi asas kepada proses rekabentuk produk berbentuk terminal ini.

2.2 Kelebihan Sistem Terbenam

Sesuatu sistem kompleks biasanya diuruskan menerusi sistem komputer peribadi. Penggunaan sistem komputer membolehkan banyak perkara dapat dilakukan dalam suatu masa. Ini berdasarkan keupayaan sistem operasi (OS) dan perkakasan komputer yang kini mencapai kelajuan lebih daripada 4 Giga-Hertz. Semua bentuk penggunaan baru hanya perlu diuruskan dengan menggunakan perisian yang dibuat khusus.

Keupayaan tinggi yang dapat disediakan oleh komputer peribadi sememangnya baik dalam menjalankan sistem yang memerlukan perhatian dan tindakan yang pantas. Bagaimanapun tidak semua kerja memerlukan kelajuan yang maksima untuk berfungsi dengan baik. Begitu juga, kapasiti simpanan komputer peribadi yang mencecah kepada lebih 40 GigaByte adalah terlalu besar untuk simpanan data mudah. Banyak lagi komponen-komponen komputer peribadi menjadi suatu pembaziran sekiranya tidak ataupun digunakan pada kuantiti yang minima. Bagi sistem terbenam yang merupakan subset kepada sistem komputer, perkara pembaziran ini dapat dielakkan. Sistem-sistem terbenam ini ditetapkan terlebih dahulu kapasiti maksimum setiap parameternya

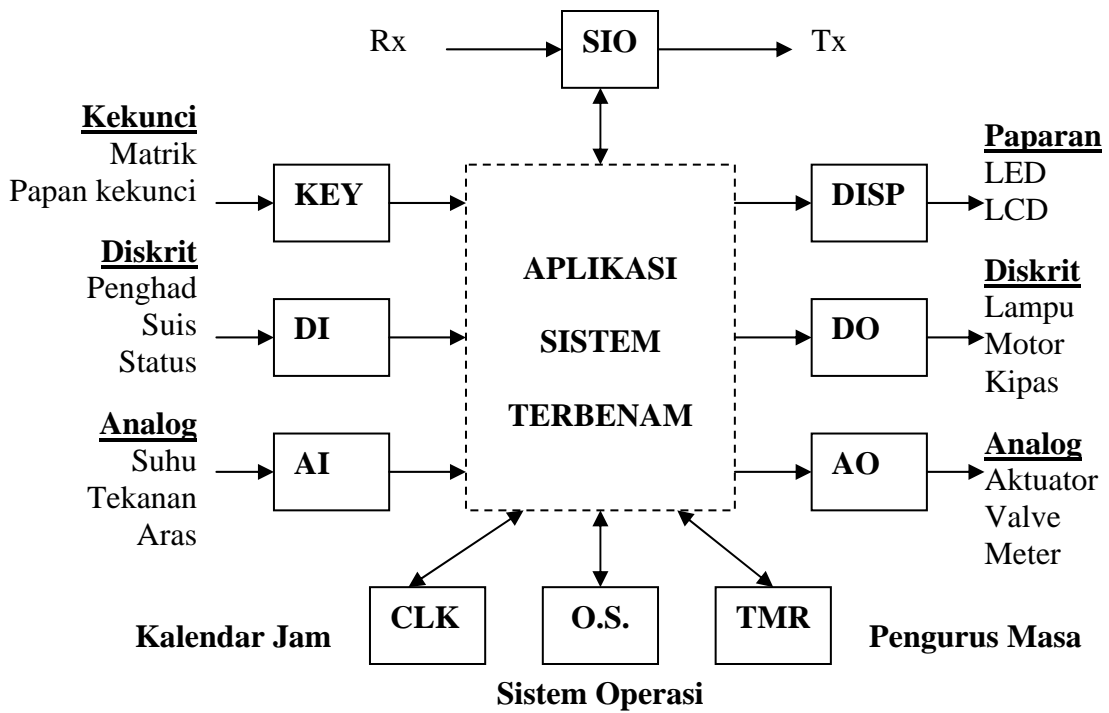
sebelum diwujudkan. Dengan itu, pembaziran dari segi keupayaan dan juga kewangan dapat dielakkan.

Selain itu, keupayaan untuk dipindahkan juga memainkan faktor penting. Ini bagi memudahkan sesuatu sistem untuk dipasang ataupun dialihkan. Faktor saiz pula memungkinkan pemasangan dapat dilakukan mengikut tempat yang disediakan. Lebih kecil saiz maka lebih mudah dialihkan serta ruang yang kecil diperlukan. Ini semua memberikan kelebihan disamping faktor penggunaan kuasa elektrik yang rendah bagi operasi sistem.

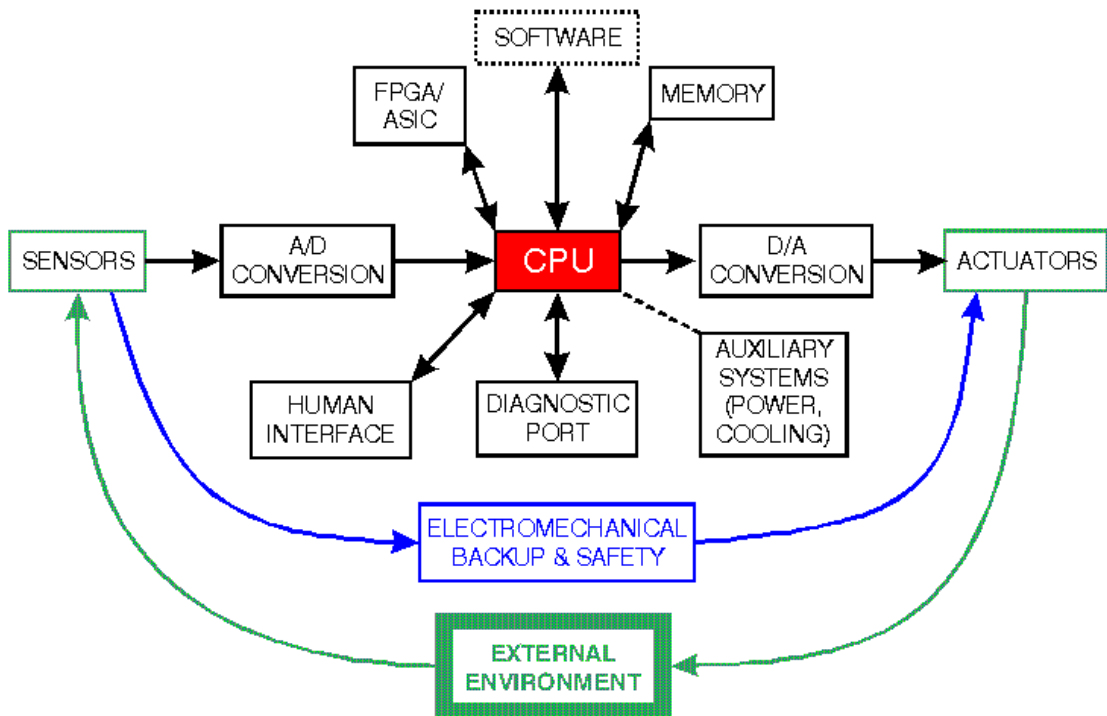
2.3 Komponen Sistem Terbenam

Komponen sistem terbenam tidak banyak berbeza daripada satu sistem dengan sistem yang lain. Pernyataan bahawa 80 peratus kod bagi produk sistem terbenam nampak serupa dengan produk terdahulu (Labrosse, 2000) memberikan gambaran berapa tinggi darjah kesamaan. Membaca masukan analog atau diskret, mengeluarkan isyarat kawalan dalam bentuk analog atau diskret, menyediakan satu bentuk antaramuka pengguna, membaca/mengimbas papan kekunci dan menunjukkan maklumat pada perkakasan paparan atau suatu bentuk lain merupakan ciri-ciri biasa bagi aplikasi sistem terbenam.

Rajah 2.1 menerangkan sistem terbenam secara berpusatkan aplikasi. Ia terbahagi kepada 3 bahagian iaitu masukan (kekunci, diskrit, analog), keluaran (paparan, diskrit, analog) dan sistem (kawalan sesiri, jam, sistem operasi dan pengurus masa). Rajah 2.2 pula berpusatkan pemproses (CPU). CPU disambungkan kepada 3 bahagian tadi seperti ingatan, pengesan, unit mekanikal dan sebagainya.



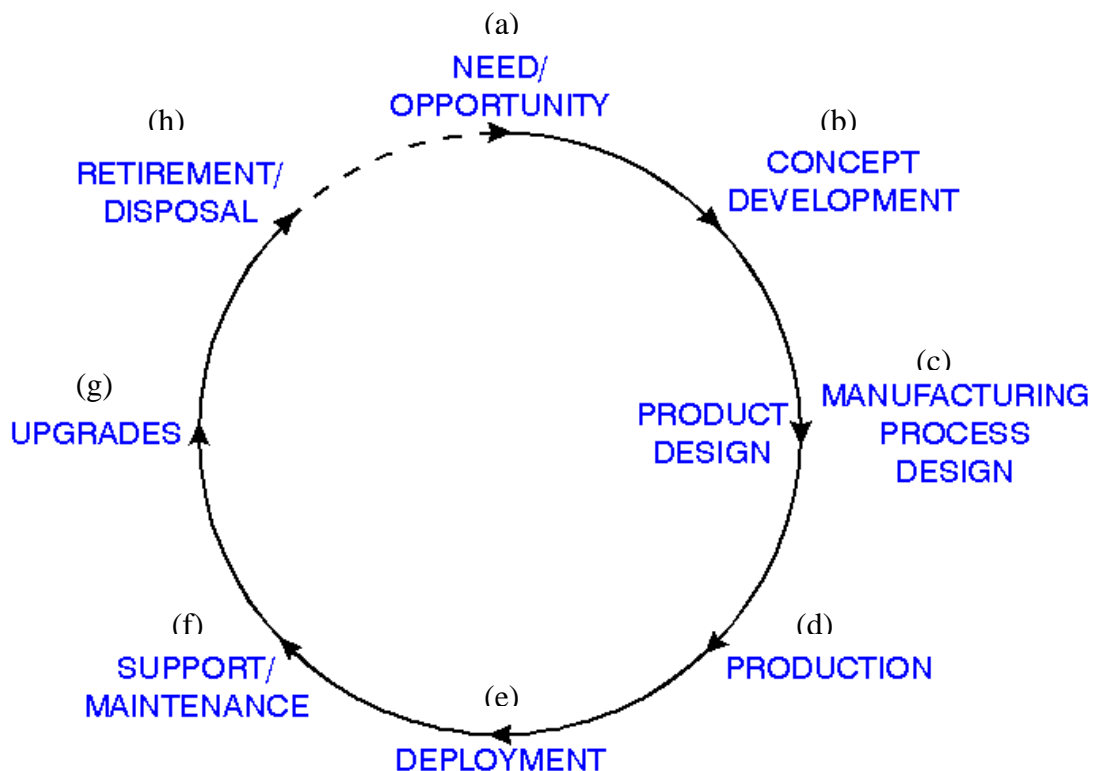
Rajah 2.1: Perwakilan sistem terbenam berpusatkan aplikasi



Rajah 2.2: Perwakilan sistem terbenam berpusatkan CPU

2.4 Kitar Hayat Sistem

Rajah 2.3 menunjukkan satu pandangan mudah bagi kitaran hayat produk di pasaran. Gambarajah hayat menunjukkan maklumat keseluruhan kewujudan sesuatu entiti bermula daripada keperluan kewujudannya sehinggalah kepada kemusnahannya (Bain, 1991). Sesuatu produk tidak akan wujud tanpa adanya keperluan penggunaan ataupun peluang pasaran (Rajah 2.3-a). Peluang ini juga mungkin tidak wujud pada masa terdekat tetapi mungkin wujud selepas sesuatu produk itu siap. Ini memerlukan kajian yang melibatkan teknologi masa depan. Selain itu juga, ada juga kemungkinan penciptaan peluang berlaku dengan adanya sesuatu produk baru. Dalam hal rekabentuk terminal VoIP ini, ia akan bertindak sebagai pemangkin kepada pertumbuhan sedia ada yang sememangnya tidak sempurna dari segi peralatan.



Rajah 2.3: Kitar hayat produk

Selepas peluang dikenalpasti, pembangunan konsep dilakukan (Rajah 2.3-b). Ini biasa dilakukan oleh pihak yang menghidu peluang ataupun pihak yang memerlukan sesuatu produk untuk direalisasikan. Jarang sekali jurutera rekabentuk terlibat dalam proses ini.

Jurutera rekabentuk akan mengambilalih kerja-kerja ini dalam peringkat ke-3. Pihak yang bertanggungjawab membina konsep produk akan melakukan perbincangan dengan jurutera bagi menentukan sesuatu produk itu dapat direalisasikan berdasarkan konsep rekabentuk yang telah dibuat. Faktor kos dan teknologi perlu diperhalusi di sini bagi membolehkan strategi pemeriksaan dan perimbangan dilakukan. Setelah sesuai maka produk dibuat secara prototaip. Dalam peringkat ini pihak pereka konsep dan jurutera saling bekerjasama bagi memastikan tidak ada kesalahan daripada konsep asal dan kos.

Apabila selesai proses rekabentuk maka barulah sesuatu produk itu dibuat pada skala yang lebih besar (Rajah 2.3-d). Ini seterusnya diikuti dengan pengenalan di pasaran (Rajah 2.3-e). Manakala kerja-kerja penyelenggaraan pula wujud selepas penjualan. Ini bukan hanya bertujuan memperbaiki mana-mana produk yang rosak tetapi juga melibatkan sokongan operasi (Rajah 2.3-f).

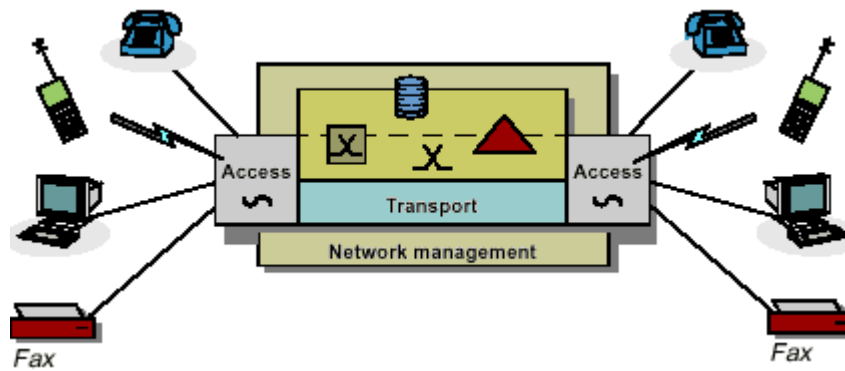
Selepas semuanya berjalan lancar maka proses rekabentuk bolehlah memasuki fasa ke-2 yang mungkin wujud keperluan untuk penaiktarafan (Rajah 2.3-g). Di sini, jurutera rekabentuk sekali lagi memainkan peranannya. Keperluan penaiktarafan ini kadangkala wujud dengan kematangan teknologi dan juga penggunaan. Pengguna yang semakin bijak mungkin mempunyai saranan yang lebih baik untuk operasi. Dari aspek kejuruteraan, jarang sekali para jurutera memberikan perhatian kepada keseluruhan kitar ini (Berger, 2001). Ini merupakan sesuatu yang kurang menggalakkan.

2.5 Teknologi PSTN

Teknologi perhubungan yang mendominasi pasaran masa kini dikenali teknologi jaringan pensuisan telefon awam (PSTN). Sejarah PSTN sebenarnya bermula pada tahun 1876 yang boleh dikatakan kini telah mencapai tahap metamorfosis yang lengkap (Nellist, 1992). Banyak perubahan telah berlaku kepada struktur jaringan dan penggunaan secara radikal. Tahap perubahan yang sebenar berlaku selepas tahun 1960an. Pada waktu inilah wujudnya komunikasi data, telefax, teknik kawalan pengawal, penghantaran data digital, komunikasi satelit, pensuisan elektronik, optoelektronik, struktur jaringan bijak dan seterusnya ke internet.

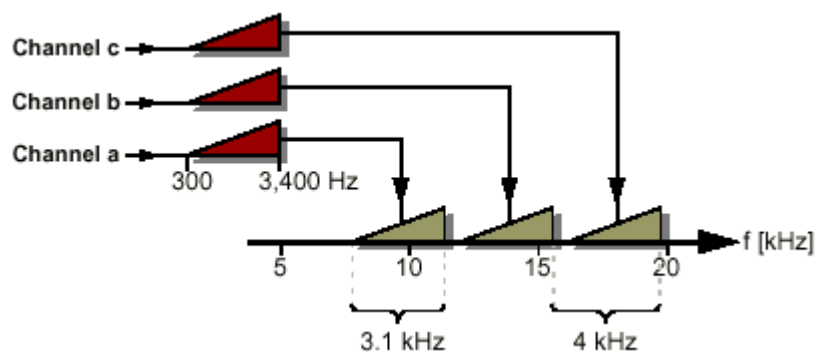
Di awal pengenalan sistem PSTN, semuanya adalah berdasarkan kepada tenaga manusia. Pemanggil yang ingin membuat panggilan mengangkat gagang telefon dan memberitahu penghubung destinasi yang hendak disambungkan. Seterusnya sambungan secara manual, yakni dengan mencucuk wayar talian ke talian destinasi dilakukan. Perkara ini dilihat sangat mudah tetapi ianya adalah dasar penciptaan sistem telefon. Bagaimanapun ianya hanya mungkin untuk talian yang kurang daripada 100 saluran. Seterusnya suis elektronik dicipta bagi menggantikan tugas perantara yang bertindak mencucuk wayar tadi. Pengguna menekan digit destinasi talian dan digit tersebut akan dihantar ke suis dan sambungan dilakukan. Cara ini menjadi asas kepada sistem pensuisan sekarang.

Sistem PSTN pada hari ini sebenarnya telah didigitalkan berbanding dengan yang wujud sebelum ini, yang berbentuk suis mekanikal. Kesemuanya dikawal oleh perisian dan ianya sesuai dimodelkan dengan Rajah 2.4 berikut.



Rajah 2.4: Sistem jaringan PSTN

Teknologi PSTN hari ini yang lebih maju telah memperkenalkan sistem berasaskan pembahagian multiplek frekuensi. Suara percakapan daripada setiap pengguna akan disatukan dalam satu talian dengan menggunakan pemultipleks. Bagi setiap pengguna, satu frekuensi dikhaskan untuknya. Seterusnya frekuensi ini akan dihantar kepada penerima dan dinyahkodkan untuk mendapat suara yang sebenar. Rajah 2.5 menunjukkan bagaimana tiga pengguna diberikan frekuensi khas dan disatukan menggunakan teknik pembahagian frekuensi.



Rajah 2.5: Multiplek Pembahagian Frekuensi (FDM)

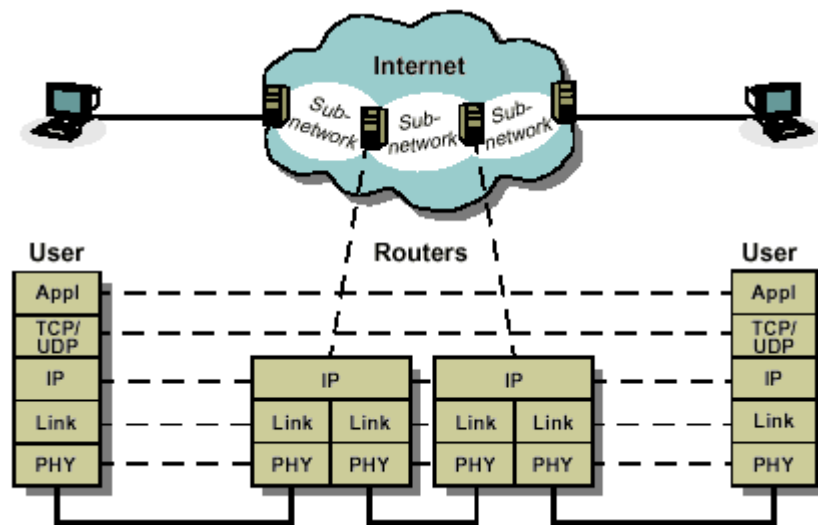
2.6 Teknologi Internet

Internet yang berasal daripada perkataan bahasa Inggeris, *internetworking*, merupakan jaringan global yang terbentuk oleh sambungan beribu-ribu sub jaringan yang menggunakan protokol kawalan penghantaran / internet (TCP/IP) dan mempunyai struktur alamat yang sekata.

Pada lewat 1990an, jaringan berasaskan paket ini berkembang dengan lebih maju berbanding sistem jaringan lain. Penambahbaikan yang sentiasa berlaku ke atas teknik dan prasarana penghantaran memberikannya lebih fleksibiliti berbanding menggunakan teknik lama yang ada di pasaran seperti PSTN, ISDN dan PLMN yang hanya sesuai untuk penghantaran suara (Ericsson, 1997).

Dengan menggunakan alamat IP sebagai asas, laluan bagi setiap paket ditentukan dalam oleh setiap perayau. Tujuan penggunaan perayau ini adalah bagi mencari laluan optimal menerusi internet, samada secara terus ke jaringan akhir ataupun menerusi satu atau lebih jaringan transit. Alamat destinasi IP yang digunakan biasanya berkaitan dengan subjaringan dan tidak kepada semua komputer hos, dengan itu mengurangkan beban kepada proses perayauan.

Rajah 2.6 berikut menunjukkan sambungan antara dua terminal internet. Setiap pengguna menggunakan pembahagian protokol (*protocol stack*) yang sama. Protokol ini termasuklah aplikasi, penghantaran data (TCP/UDP), IP, penyambungan dan juga sambungan fizikal. Bagaimanapun hanya bahagian IP, sambungan dan fizikal sahaja yang berinteraksi secara terus dengan pihak perantara dan penerima.



Rajah 2.6: Sambungan Antara Terminal

2.7 Teknologi VoIP

Teknologi VoIP sebenarnya menggunakan kedua-dua teknik yang digunakan dalam PSTN dan internet (Hardy, 2003). Pada asasnya teknologi ini menukar isyarat suara dalam bentuk analog kepada digital (bit) terlebih dahulu menggunakan penukar analog ke digital (ADC). Kemudiannya bit-bit ini perlu dijadikan dalam format yang sesuai untuk penghantaran. Terdapat beberapa protokol dan yang paling popular ialah H.323 (Matthews, J., 2001). Bit-bit suara tadi pula seterusnya perlu dimasukkan ke dalam paket-paket data menggunakan protokol masa nyata. Seterusnya penghantaran paket-paket suara ini dilakukan dengan cara yang tidak banyak bezanya berbanding dengan penghantaran paket data internet. Biasanya protokol yang digunakan untuk memanggil pengguna adalah ITU-T H323 (Kikuchi, T. & Okubo, S., 2002).

Di sebelah penerima pula paket-paket tadi perlu disusun semula, dikeluarkan data, ditukarkan kepada bentuk suara analog dan dihantar kepada kad bunyi PC ataupun

telefon. Semua ini mesti dilakukan dalam bentuk masa nyata supaya tidak wujud kelambatan dalam komunikasi, suara ataupun penghantaran.

2.8 Eksplotasi VoIP Semasa

Hari ini syarikat-syarikat besar seperti Cisco, ST, Lucern, NTT DoCoMo dan banyak lagi masih dalam proses mencipta suatu terminal yang dapat memanfaatkan penggunaan teknologi VoIP ini. Protokol-protokol penghantaran seperti H.323, SIP, MGC, Megaco dan sebagainya masih lagi menjadi perbalahan dan tidak cukup sempurna untuk dijadikan sumber piawaian (Kikuchi, T. & Okubo, S., 2002). Selain itu juga, kos pembuatan dan juga pengenalan peralatan baru ini juga amat tinggi.

Biarpun masih lagi kekurangan terminal akhir bagi penggunaan VoIP ini, struktur utama yang merupakan pelayan VoIP sudah lama dicipta dan cukup bersedia untuk digunakan sepenuhnya. Maka dengan itu satu bentuk teknik capaian perlu dicipta dan tidak membebankan pengguna. Maka dengan itu, teknologi PSTN sedia ada cuba untuk digunakan sepenuhnya.

Pengguna-pengguna perkhidmatan PSTN perlu membuat sambungan kepada pelayan tersebut sama seperti capaian PSTN biasa, berasaskan sistem analog pada mulanya. Seterusnya, suara pemanggil akan ditukarkan kepada bentuk yang boleh dihantar menggunakan talian VoIP. Dengan cara ini suatu bentuk penggunaan yang mudah dan murah dapat dilakukan tanpa menunggu suatu bentuk terminal yang lengkap dan mahal. Dengan cara ini kos penyediaan hanyalah terletak kepada penyedia perkhidmatan.

BAB 3 REKABENTUK TERMINAL VOIP BERKEBOLEHARAPAN

3.1 Pendahuluan

Pada masa ini di Malaysia, panggilan antarabangsa (IDD) terhad hanya kepada pengguna-pengguna tertentu terutamanya yang melibatkan perniagaan. Panggilan antarabangsa sebenarnya bukan lagi hanya penting kepada sektor perniagaan sahaja tetapi semakin penting dengan adanya pelawat-pelawat dan juga pekerja-pekerja dari luar negara. Indonesia, Thailand dan Bangladesh merupakan destinasi panggilan IDD memandangkan warganegara ini merupakan kelompok asing teramai di Malaysia, begitu juga dengan warga US dan UK sebagai pelawat. Manakala di negara-negara lain telefon awam bukanlah satu kemudahan biasa sepertimana di Malaysia.

Pengenalan teknologi VoIP membolehkan suara dihantar dalam bentuk data ke dalam struktur jaringan internet. Kaedah ini memberikan kelebihan dari segi kos yang sememangnya jauh lebih murah berbanding dengan kaedah PSTN. Kemudahan ini semakin menjadi perhatian dan suatu bentuk eksplotasi terhadapnya akan membawa kepada kesan positif bukan hanya kepada penyedia perkhidmatan bahkan menguntungkan negara.

3.2 Pembangunan Konsep Rekabentuk

Kitaran hayat produk peringkat ke-2 mencadangkan langkah pembangunan konsep rekabentuk. Bagi menghasilkan suatu produk yang menepati citarasa pasaran maka kehendak pasaran itu sendiri semestinya difahami terlebih dahulu. Beberapa ciri penting bagi produk semasa dan juga masalah yang berkaitan semestinya diambil perhatian sebelum fasa rekabentuk bermula. Bagi membolehkan produk kekal lama di pasaran,

beberapa penyelidikan harus dibuat. Penyelidikan mestilah melibatkan ciri-ciri produk di pasaran semasa, saranan pengguna, penentuan ciri-ciri produk baru dan juga rencana pembangunan produk.

3.2.1 Ciri-ciri Produk di Pasaran

Terdapat banyak produk yang berkaitan digunakan di pasaran bagi menghubungkan sistem VoIP dengan pengguna. Kesemua produk tersebut diimport daripada Indonesia, Taiwan, Vietnam dan India. Jadual 3.1 berikut menunjukkan nama produk, pengilang dan juga dari negara mana diimport. Hasil daripada pemerhatian peralatan-peralatan tersebut didapati berbagai-bagai konsep penggunaan bagi negara yang berbeza.

Jadual 3.1: Senarai produk dan pengeluar

Pengilang	Jenama	Negara
Intra Prestige	Intratel Adfex	Indonesia
INPC	VCOM	Kanada
CallTel	CallBox	China
Connectra	Visiontek-31T	India
Quantum	Xcess	Indonesia

Lawatan ke pusat panggilan terutama di Lembah Klang memberikan idea keseluruhan operasi sistem semasa. Sistem-sistem yang diambil perkiraan dan subjek kajian diperolehi daripada seluruh negara dan lokasi tumpuan kebanyakannya berdekatan dengan kawasan pelancongan, perindustrian dan juga asrama pekerja. Pihak pengguna yang menjadi sasaran adalah warga-warga asing.

Kebanyakan konsep operasi adalah menyamai kafe siber di mana pengguna yang mahu membuat panggilan memberitahu operator dan seterusnya diberikan bilik atau tempat panggilan yang ada. Pengguna akan membuat panggilan menggunakan telefon biasa.

Bagaimanapun sesetengah kedai mempunyai cara operasi yang berbeza berdasarkan sistem yang diguna. Terdapat berbagai sistem yang digunakan, yang paling mudah menggunakan telefon dan jam randik sahaja hinggalah yang lebih kompleks menggunakan komputer bagi mengawal operasi. Jadual 3.2 berikut menunjukkan cara operasi sesuatu produk.

Jadual 3.2: Senarai produk dan kaedah operasi

Produk	Keupayaan Produk
Inratel Adfex	Sistem berasaskan CPU 8 bit Laporan maksima 2000 panggilan Pencetak numerik Menggunakan bateri sokongan Laporan harian/mingguan/bulanan Telefon mempunyai paparan LCD Menyokong maksima 8 talian
VCOM	Sistem berasaskan PC Menyokong maksima 8 talian Menggunakan pendail berbilang talian
CallBox	Laporan maksima 1000 panggilan Paparannya alpha-numerik
Visiontek-31T	Sistem berasaskan mikropengawal Paparannya alpha-numerik 16x2 Input kekunci membran 3x6 Paparannya pengguna LED 16 digit Menggunakan bateri sokongan Laporan maksima 100 panggilan Menyokong maksima 2 talian
Xcess	Sistem berasaskan PC Menyokong maksima 2 talian Paparannya LCD 40x2 Paparannya LED 7-segment Menggunakan set telefon DTMF/denyut.

Memandangkan terdapat banyak produk yang dikaji, semestinya terdapat berbilang ciri produk. Sebagai ringkasan, keseluruhan sistem merangkumi operator yang akan mengawal penggunaan dan kewangan, set telefon, paparan panduan samada di dinding ataupun meja, kaedah memulakan cas, pembilang masa dan juga buku rekod panggilan. Jadual 3.3 berikut menunjukkan ciri-ciri yang ada pada setiap sistem yang diselidiki.