

HEALTH INDICATOR SYSTEM

**SARJANA MUDA KEJURUTERAAN
(KEJURUTERAAN ELEKTRIK)**

**Disertasi ini dikemukakan kepada
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

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

Oleh

Najmuddin Salmi Bin Mat Nanyan

**Pusat Pengajian Kejuruteraan
Elektrik dan Elektronik
Universiti Sains Malaysia**

Mei 2006

ABSTRAK

Kehendak kepada keselesaan, perkhidmatan yang cekap, sistem yang boleh dipercayai dan kejituan maklumat merupakan sebahagian daripada ciri-ciri keperluan manusia dewasa ini. Mujurlah keperluan-keperluan ini dapat diselarikan dengan keupayaan teknologi masa kini agar dapat dipenuhi segala kehendak dan kemahuan manusia. Tidak dapat disangkal lagi bahawa teknologi amat penting bagi manusia. Bidang perubatan juga tidak terkecuali menerima tempias daripada kehendak manusia dan peningkatan teknologi ini. Kepentingan tentang penjagaan kesihatan telah menjadi satu isu yang sama penting dengan pembangunan infrastruktur, penyediaan keperluan asas seperti bekalan elektrik dan air, persamaan hak dalam masyarakat dan sebagainya. Tidak dapat dinafikan bahawa semakin pesat pembangunan fizikal sesebuah negara menyumbang kepada peningkatan kadar penyakit. Justeru itu, tuntutan terhadap penjagaan kesihatan perlu turut sama ditingkatkan. Di antara langkah-langkah mudah yang boleh diambil untuk mengetahui tahap kesihatan seseorang adalah dengan mengambil parameter-parameter kesihatan atau apa yang dipanggil petunjuk penting dalam istilah perubatan. Parameter-parameter yang dimaksudkan oleh petunjuk penting itu termasuklah kadar denyutan nadi, suhu badan dan tekanan darah. Daripada parameter-parameter yang diperolehi ini akan memberikan gambaran awal terhadap tahap kesihatan seseorang. Jadi projek ini adalah untuk membangunkan satu sistem yang mampu mengukur dan memaparkan parameter-parameter tersebut. Sistem ini melibatkan perkakasan dan perisian. Perkakasan adalah litar-litar untuk mendapatkan bacaan parameter-parameter dan perisian adalah untuk memaparkan keputusan bacaan. Perisian ini dibangunkan menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0.

ABSTRACT

The desire for comfort, efficient service, reliable system and precise information are among the characteristics of human needs today. Fortunately these needs can be fulfilled by using technology. This shows that technology plays a vital role in human life. Medical field is also influenced by technology. Health consciousness is becoming one of the major issue in our life today as well as other needs. There is no argument that whenever we develop our country physically, the rate of disease increases equally. Both parties standing at parity. So the health conscious attitude must be in our people mind. The simplest step that can be taken to avoid disease is by monitoring the human health parameters, for instance pulse rate, body temperature and blood pressure. The parameters may indicate our health level. In a simple word, this system developed in aiming to build a system that can collect health parameters and display it at the user interface software. This system consists of the combination of hardware and software. Hardware are the circuits that process the analog signal and software is the medium that display the result and provide a path for interaction between user and system. The software was developed using Visual Basic 6.0.

PENGHARGAAN

Pertama sekali setinggi-tinggi kesyukuran diucapkan kehadiran Allah s.w.t kerana dengan berkat keizinanNya projek ini dapat disiapkan dan laporan ini dapat disediakan seadanya.

Sebaik mendapat tajuk projek ini, sedikit kegusaran terdetik di hati jika projek ini tidak mampu dilaksanakan. Akan tetapi dengan dorongan pensyarah, ibu bapa dan rakan-rakan, alhamdulillah projek ini dapat dijalankan dengan lancar. Justeru itu, setinggi-tinggi ucapan terima kasih diucapkan kepada DR Harsa Amylia Mat Sakim yang telah banyak memberi input, rujukan, pendapat dan kadang kala kritik yang amat berguna. Ini semua banyak membantu sepanjang menjalankan kerja-kerja penyiapan projek ini. Selain itu ucapan terima kasih juga ditujukan kepada kedua-dua ibu bapa saya Mat Nayan bin Ramli dan Sofiah binti Ideris kerana berkat doa dan sumbangan mereka yang pelbagai menjadikan saya mampu menjalankan projek ini. Tidak lupa juga penghargaan yang diberikan kepada rakan-rakan yang banyak memberi idea, maklumat, pendapat, motivasi dan inspirasi yang membuatkan projek ini berjaya disiapkan seperti yang dirancang. Akhir sekali tidak dilupakan kepada semua juruteknik yang memberikan bantuan dan juga kepada semua yang telah membantu menjayakan projek ini. Diharapkan segala bantuan, tunjuk ajar daripada semua dapat digunakan pada masa depan dan jasa kalian akan diberi ganjaran oleh Allah s.w.t. Sekali lagi ucapan terima kasih diucapkan pada semua. Sekian.

ISI KANDUNGAN

	Muka Surat
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	iv
ISI KANDUNGAN	v
SENARAI RAJAH	viii
SENARAI JADUAL	ix
BAB 1 PENGENALAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	2
1.3 Metodologi	2
1.4 Panduan Laporan	4
BAB 2 KAJIAN ILMIAH	5
2.1 Pengenalan	6
2.2 Pengukuran Denyutan Nadi	7
2.3 Pengukuran Tekanan Darah	10
2.3.1 Kaedah Pengukuran Tidak Terus	14
2.3.2 Teknik yang Dipilih	16
2.4 Penykatan Suhu Badan	18
2.4.1 Diod Silikon	19
2.5 Mikropemproses/Mikropengawal	19
2.6 Penghantar sesiri RS232	20
BAB 3 PEMROSESAN ISYARAT ANALOG	23
3.1 Pengenalan	23
3.2 Bekalan Kuasa	23
3.3 Litar Pengukuran Denyutan Nadi	24
3.3.1 Fotodiod BPW34	24
3.3.2 Pembahagi Voltan	25
3.3.3 Penuras	26
3.3.4 Penguat Operasi	26

3.3.5 Keputusan Simulasi	27
3.4 Litar Pengukuran Tekanan Darah	29
3.4.1 Pegas Tekanan SX05GD2	29
3.4.2 Penguat Operasi	30
3.4.3 Keputusan Simulasi	30
3.5 Litar Penyukat Suhu Badan	31
3.5.1 Pegas Suhu LM35DZ	32
3.5.2 Penguat Operasi	32
3.5.3 Simulasi	33
3.6 Susunan Litar	33
BAB 4 PEMROSESAN ISYARAT DIGITAL	35
4.1 Pengenalan	35
4.2 PIC16F877	35
4.2.1 Pemprosesan Keluaran Litar Pengukuran Denyutan Nadi	36
4.2.2 Pemprosesan Keluaran Litar Pengukuran Tekanan Darah	37
4.2.3 Pemprosesan Keluaran Litar Penyukat Suhu Badan	39
4.2.4 LED penunjuk	41
4.3 Komunikasi Sesiri	41
4.4 Perisian Antaramuka Pengguna	42
BAB 5 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	44
5.1 Pengenalan	44
5.1.1 Perisian Interaksi Pengguna	44
5.1.2 Litar-litar Pengukuran	49
5.1.3 Litar Mikropengawal	53
5.2 Perbincangan	53
5.2.1 Masalah dan Penyelesaian	55
BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN	57
6.1 Kesimpulan	57
6.2 Cadangan	58

RUJUKAN	61
---------------	----

SENARAI RAJAH

Bil.	Nama	Penerangan	Muka Surat
1	Rajah 2.1	Mengambil kadar denyutan nadi	7
2	Rajah 2.2	Kaedah pancaran	9
3	Rajah 2.3	Kaedah pantulan	9
4	Rajah 2.4	Struktur jantung	11
5	Rajah 2.5	Mengukur tekanan darah secara konvensional	14
6	Rajah 2.6	Gelombang keluaran hasil pengukuran melalui Teknik Korotkoff dan Teknik Osilometrik	17
7	Rajah 2.7	Kaedah konvensional menyukat suhu	18
8	Rajah 2.8	Kedudukan pin	22
9	Rajah 3.1	Fotodiod BPW34	25
10	Rajah 3.2	Penguat Operasi	27
11	Rajah 3.3	Pengesan tekanan	29
12	Rajah 3.4	Pengesan suhu LM35DZ	32
13	Rajah 3.5	Susunatur litar	34
13	Rajah 4.1	Carta alir pengiraan denyutan nadi	36-37
14	Rajah 4.2	Carta alir untuk mendapatkan tekanan darah	38-39
15	Rajah 4.3	Carta alir proses mendapatkan suhu	40

		badan	
16	Rajah 5.1	Paparan utama	45
17	Rajah 5.2	Arahan untuk mencetak	47
19	Rajah 5.3	Maklumat tentang perisian	48
20	Rajah 5.4	Butang jalan pintas	48
21	Rajah 5.5	Masa operasi perisian	49
22	Rajah 5.6	Litar yang dipasang	49
23	Lampiran A1	Litar bekalan kuasa	A1
24	Lampiran A2	Litar pengukuran denyutan nadi	A2
25	Lampiran A3	Litar pengukuran tekanan darah	A3
26	Lampiran A4	Litar penyukat suhu badan	A4
	Lampiran A5	Litar mikropengawal	A5

SENARAI JADUAL

Bil.	Nama	Penerangan	Muka Surat
1	Jadual 2.1	Klasifikasi Tekanan Darah Bagi Individu yang berusia 18 tahun ke atas	11
2	Jadual 2.2	Pin-pin RS232	20
3	Jadual 3.1	Keputusan simulasi	28
4	Jadual 3.2	Keputusan simulasi	31
5	Jadual 5.1	Keterangan label dan butang yang terdapat di dalam menu utama perisian interaksi pengguna	45
6	Jadual 5.2	Keputusan ujian litar tekanan darah	50
7	Jadual 5.3	Keputusan ujian litar suhu	51

Bab 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Sepanjang suku abad yang lalu, telah disaksikan peningkatan yang menakjubkan berkenaan dengan penggunaan peralatan elektrik dan elektronik di dalam bidang perubatan sama ada untuk tujuan klinikal mahupun penyelidikan. Di dalam sistem instrumentasi perubatan, fungsi utamanya adalah untuk mengukur atau menentukan kehadiran beberapa kuantiti fizikal/parameter yang mungkin berguna untuk tujuan diagnostik. Bagi tujuan diagnostik dan penyelidikan, parameter-parameter ini perlu diketahui nilai sebenarnya dan juga corak perubahannya.

Projek ini adalah untuk menghasilkan satu sistem yang boleh mengukur dan memberikan bacaan parameter-parameter kesihatan yang penting. Parameter-parameter kesihatan yang terlibat adalah kadar denyutan nadi, tekanan darah dan suhu badan. Kesemua parameter-parameter ini disukat dan diukur menggunakan peralatan elektronik dan bacaan hasil daripada pengukuran akan dipaparkan pada komputer. Perisian antaramuka untuk paparan hasil pengukuran litar dibina menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0 (Enterprise Edition). Selain itu, perisian antaramuka yang dihasilkan adalah untuk interaksi antara pengguna dan komputer. Proses antaramuka antara litar pengukuran dan komputer melibatkan penggunaan mikropengawal. Cip mikropengawal yang digunakan adalah cip 16F877. Penghantaran data daripada litar ke komputer adalah dengan menggunakan penghantar data sesiri yang popular iaitu RS232.

1.2 Objektif

Projek Sistem Penunjuk Tahap Kesihatan ini dibangunkan dengan matlamat untuk mencapai beberapa objektif. Objektif-objektif tersebut adalah :

- 1) Mengambil bacaan parameter-parameter kesihatan (yang terlibat) secara elektronik.
- 2) Melakukan proses antaramuka antara litar dan komputer.
- 3) Memaparkan nilai bacaan litar pada komputer.
- 4) Menghasilkan satu perisian antaramuka untuk interaksi antara komputer dan pengguna.
- 5) Menghasilkan perisian yang mampu mengolah data (parameter-parameter kesihatan) seperti menyimpan dan mencetak data.

1.3 Metodologi

Keseluruhan projek ini melibatkan penggunaan perkakasan dan perisian. Bagi melaksanakan projek ini, ia memerlukan pengetahuan bukan sahaja di dalam bidang elektronik bahkan memerlukan ilmu di dalam bidang bioperubatan. Terdapat pelbagai aspek yang perlu diteliti dan dikaji secara mendalam bermula daripada sistem anatomi manusia dan fisiologi hinggalah kepada bentuk paparan data untuk menjamin hasil projek yang baik. Di antara aspek-aspek yang dimaksudkan adalah :

- 1) Sistem Tubuh Badan Manusia

Perlakuan dan sifat-sifat di dalam sistem biologi manusia perlulah difahami terlebih dahulu supaya struktur tubuh badan dan fungsinya diketahui. Selain itu

corak perubahan sesuatu anggota tubuh badan itu perlu diketahui supaya bentuk pengukuran yang sesuai boleh dilaksanakan.

2) Isyarat Bioperubatan

Isyarat bioperubatan merupakan sumber utama untuk mendapatkan maklumat berkaitan dengan sistem biologi. Isyarat bioperubatan yang hendak disukat di dalam projek ini dikaji untuk disesuaikan dengan kaedah pengukuran secara elektronik.

3) Rekabentuk Litar

Litar-litar pengukuran merupakan komponen utama yang membentuk projek ini. Litar-litar yang sesuai dan pengesanan yang terbaik perlu dipilih supaya dapat menghasilkan keluaran yang dikehendaki.

4) Pemprosesan Isyarat Digital

Keluaran litar yang berbentuk analog perlu ditukarkan ke dalam bentuk digital supaya data-data tersebut dapat dipaparkan pada komputer. Penggunaan mikropengawal PIC16F877 memerlukan pemahaman tentang memori dan langkah pengalamatan.

5) Komunikasi Data

Teknik penghantaran data menggunakan medium penghantaran RS232 perlu difahami supaya proses antaramuka antara litar dan komputer dapat dilakukan. Protokol penghantaran data perlu dipatuhi supaya data yang tepat dapat dihantar.

6) Proses Antaramuka

Proses mengambil bacaan parameter kesihatan menggunakan litar dan paparan keputusan pada perisian memerlukan proses antaramuka. Proses antaramuka melibatkan proses menukarkan isyarat analog ke digital. Selain itu, proses pengalamatan dan memori memainkan peranan yang penting dalam proses antaramuka.

7) Perisian

Perisian merupakan medan untuk interaksi antara komputer dan pengguna. Semua bacaan pada litar-litar pengukuran dipaparkan pada perisian dan pengguna boleh mengolah data yang diperolehi sama ada menyimpan data atau mencetak data.

1.4 Panduan Laporan

Di dalam bab 1 ini dimasukkan pengenalan tentang projek ini secara keseluruhannya. Selain itu, objektif projek ini juga disertakan untuk memberi gambaran dengan lebih jelas berkenaan projek ini.

Di dalam bab 2 pula dimasukkan teori-teori tentang isyarat bioperubatan , sistem tubuh badan, komunikasi data dan maklumat-maklumat berkaitan. Maklumat-maklumat dan teori-teori ini adalah hasil pembacaan dan kajian untuk menghasilkan projek ini.

Bab 3 ini membicarakan tentang litar-litar yang digunakan. Ini termasuklah mengenai peranti pengesan yang digunakan, penguat operasi, penuras dan sebagainya. Ia menerangkan operasi litar bahagian demi bahagian.

Bab 4 menumpukan perbincangan terhadap pemprosesan isyarat digital. Proses-proses di dalam mikropengawal dan perisian dibincangkan. Selain itu bentuk antaramuka perisian dan pengguna juga dibincangkan.

Hasil daripada pengujian sistem yang telah siap dibincangkan di dalam bab 5. Keperisian nilai bacaan yang diperolehi dibandingkan dengan nilai sebenar. Daripada itu, perbincangan dilakukan untuk mengenalpasti kelemahan sistem dan untuk mengetahui kekuatan sistem. Masalah-masalah berkaitan sepanjang pelaksanaan projek juga disertakan bersama.

Bab 6 merupakan bab paling akhir dan ia memuatkan kesimpulan yang dapat dibuat berkenaan projek ini. Cadangan yang sesuai untuk kajian pada masa depan juga diberikan untuk memberikan sedikit gambaran mengenai keperluan-keperluan lain projek ini.

Bab 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan

Isyarat bioperubatan merupakan isyarat (fenomena yang membawa maklumat) yang digunakan untuk mentafsir atau menterjemah maklumat berkaitan sistem biologi yang dikaji. Terdapat 7 sumber bagi isyarat bioperubatan iaitu :

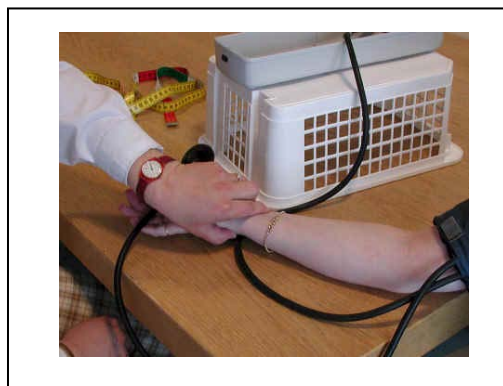
- 1) Isyarat bioelektrik
- 2) Isyarat bioakustik
- 3) Isyarat biomekanikal
- 4) Isyarat biokimia
- 5) Isyarat biomagnet
- 6) Isyarat bio-optikal
- 7) Isyarat bio-galangan

Tujuan projek ini dijalankan adalah untuk membina litar-itar untuk mengesan sebahagian daripada isyarat-isyarat ini. Sebagaimana yang telah dinyatakan isyarat-isyarat tersebut membawa maklumat berkenaan dengan tahap kesihatan seseorang. Isyarat-isyarat yang telah dikesan akan dihubungkan dengan komputer supaya isyarat-isyarat tersebut dapat ditukarkan ke dalam bentuk paparan yang boleh difahami oleh pengguna. Litar-itar pengesan isyarat bioperubatan yang terlibat di dalam projek ini adalah pengukur kadar denyutan nadi, penyukat tekanan darah dan pengukur suhu

badan. Litar-litar ini akan dihubungkan dengan komputer menggunakan sistem antaramuka yang terdiri daripada mikropengawal PIC 16F877 dan talian penghantar sesiri RS232. Manakala keluaran bagi litar-litar terbabit akan dipaparkan pada perisian antaramuka pengguna yang dibangunkan menggunakan Visual Basic. Kajian ilmiah bagi perkara-perkara terbabit dilakukan untuk menjamin kejayaan projek.

2.2 Pengukuran Denyutan Nadi

Setiap kali otot jantung mengecut, darah dipaksa keluar daripada ventrikel dan satu denyut tekanan dipindahkan melalui sistem aliran darah. Denyut tekanan ini apabila bergerak melalui urat darah akan menyebabkan dinding urat darah bergetar. Getaran ini boleh dirasai pada bahagian-bahagian tertentu tubuh badan. Getaran ini atau lebih dikenali sebagai denyutan nadi boleh dirasai dengan meletakkan jari pada pergelangan tangan atau pada sebarang bahagian badan yang terdapat arteri di bawah kulit (Rajah 2.1).



Rajah 2.1: Mengambil kadar denyutan nadi

Masa denyutan dan sifat denyutan adalah penting untuk tujuan diagnostik kerana ia akan memberikan maklumat berguna berkaitan kesihatan. Lazimnya untuk pengukuran

mudah, denyutan nadi dikira dalam tempoh seminit dan ini sudah cukup untuk memberikan data yang diperlukan doktor untuk analisis yang lebih lanjut. Bagi tujuan memudahkan pengiraan kadar denyutan nadi diambil dalam masa 15 saat dan nilai ini kemudian didarabkan dengan 4. Ini sudah cukup untuk mewakili kadar denyutan nadi bagi seminit.

Kaedah-kaedah mengesan perubahan isipadu (denyutan) terhadap aliran darah terdiri daripada :

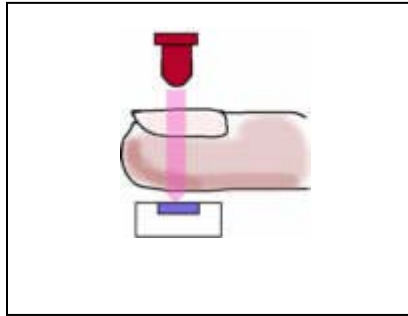
- Perubahan rintangan elektrik
- Mikrofon (mekanikal)
- Perubahan optik (perubahan ketumpatan)

Kaedah perubahan rintangan elektrik mengukur perubahan/perbezaan rintangan di antara 2 elektrod yang disebabkan perubahan isipadu. Perbezaan rintangan (0.1Ω) adalah dianggap kecil jika dibandingkan jumlah rintangan keseluruhan (sekitar ratusan Ω). Rintangan disukat dengan mengesan sumber arus ulang-alik pada kedua-dua elektrod yang diletakkan pada tubuh. Isyarat ulang-alik (10-100kHz) digunakan (selain daripada sumber arus terus) adalah untuk mengelakkan wujudnya kutub yang spesifik pada elektrod.

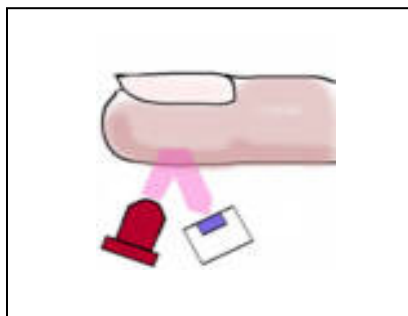
Kaedah mekanikal melibatkan penggunaan mikrofon yang disambung kepada gelang getah yang diletakkan di sekeliling lengan atau jari. Gelang getah akan mengembang bergantung kepada perubahan isipadu darah dan menyebabkan terdapatnya perubahan rintangan pada alat pengukur tekanan/ketegangan. Teknik lain yang digunakan adalah

dengan meletakkan mikrofon kristal yang sensitif pada permukaan kulit untuk mengesan denyutan.

Kaedah yang paling popular untuk mengukur perubahan isipadu darah adalah dengan menggunakan kaedah fotoelektrik. Dua kaedah yang biasa digunakan adalah kaedah pantulan (Rajah 2.2) dan kaedah pancaran (Rajah 2.3).



Rajah 2.2 : Kaedah pancaran



Rajah 2.3 : Kaedah pantulan

Melalui kaedah pancaran, LED dan fotoperintang diletakkan di dalam bekas dan bekas tersebut dimuatkan ke jari subjek. Cahaya dipancarkan ke jari subjek dan rintangan bagi fotoperintang bergantung kepada amaun cahaya yang diterimanya daripada cahaya yang dipancarkan tadi. Bagi setiap pengecutan jantung, darah dipaksa keluar dan amaun darah di dalam jari meningkat. Keadaan ini mengubah ketumpatan optikal yang mengakibatkan pancaran cahaya melalui jari berkurang dan rintangan fotoperintang

bertambah. Fotoperintang yang disambung sebagai sebahagian daripada litar pembahagi voltan dan menghasilkan voltan yang berubah-ubah mengikut kandungan darah di dalam jari. Voltan ini sangat persis dengan tekanan denyutan dan bentuk gelombang boleh dipaparkan pada osiloskop atau direkod pada perekod carta-jalur^[1].

Satu pendekatan baru pemrosesan isyarat digunakan di sini yang menggabungkan isyarat analog dan isyarat digital yang diproses dengan cara yang mudah tetapi mampu mengelakkan kesan gangguan kepada isyarat.

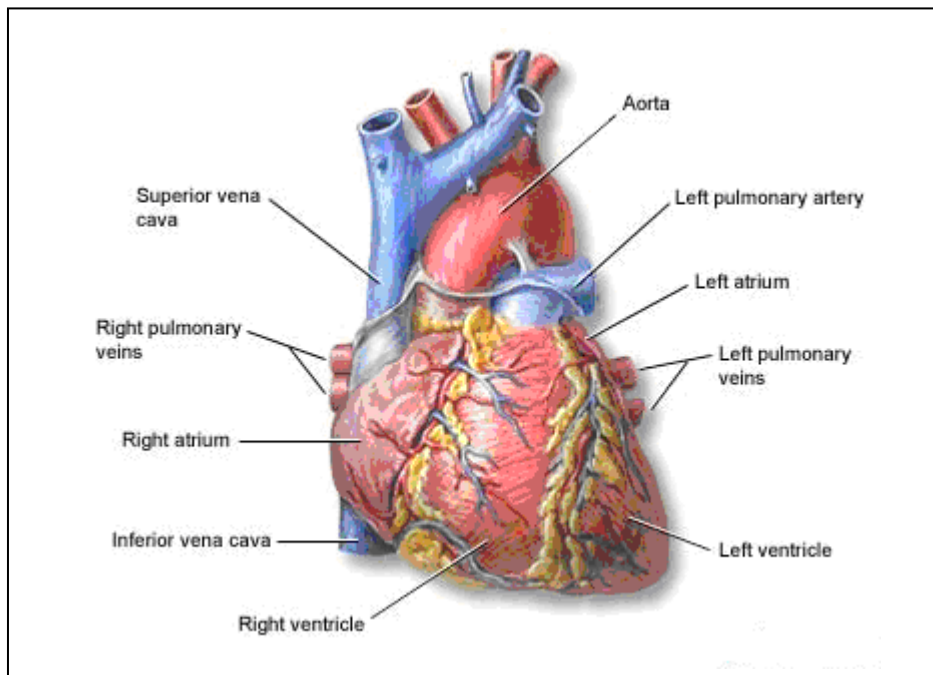
2.3 Pengukuran Tekanan Darah

Tekanan darah adalah salah satu daripada parameter yang kerap digunakan dan selalu dilakukan kajian intensif dalam bidang perubatan dan amalan fisiologikal. Penentuan tahap maksimum dan minimum bagi setiap kitar jantung memberikan maklumat tambahan kepada aspek fisiologikal dan merupakan kaedah diagnostik yang berguna untuk mengenalpasti keadaan vaskular dan aspek-aspek lain untuk menentukan keupayaan jantung. Penyukat tekanan memberikan petunjuk penting di dalam memastikan kejayaan dalam rawatan dan pengurusan pesakit jantung. Melalui Jadual 2.1, dapat diperhatikan bahawa, setiap individu dapat dikelaskan tahap kesihatannya melalui tekanan darah masing-masing. Ini memberikan maklumat berguna bagi doktor untuk menyediakan rawatan terbaik bagi pesakit.

Jadual 2.1 : Klasifikasi Tekanan Darah Bagi Individu yang berusia 18 tahun ke atas

Kategori	Sistolik	Diastolik
Optimal	< 120 dan	< 80
Normal	< 130 dan	< 85
Hi Normal	130-139 atau	85-89
Hipertensi		
Peringkat 1	140-159 atau	90-99
Peringkat 2	160-179 atau	100-109
Peringkat 3	≤ 180 atau	≤ 110

Kajian dan pembangunan untuk menyukat tekanan darah secara automatik telah berjaya menghasilkan beberapa kaedah tetapi hanya sebahagian kecil yang berjaya dikomersialkan akibat beberapa kekangan praktikal.



Rajah 2.4 : Struktur jantung

Prinsip kerja bagi jantung perlulah diketahui. Struktur jantung manusia ditunjukkan oleh Rajah 2.4. Di sini diberikan secara ringkas tentang apa yang dilakukan oleh jantung di dalam sistem manusia. Darah dipam oleh bahagian kiri jantung ke dalam urat nadi ('*aorta*') yang membekalkan darah kepada rangkaian urat darah^[1]. Perjalanan darah di dalam sistem tubuh akan dibataskan oleh halangan-halangan yang mungkin (seperti lemak) di dalam pembuluh darah. Ini menyebabkan darah kembali kepada jantung dalam keadaan tekanan rendah. Jantung bahagian kanan mengepam darah di dalam sistem pulmonari yang beroperasi pada tekanan rendah. Jantung membekalkan darah ke kedua-dua sistem (arteri dan pulmonari). Tekanan maksimum yang diperolehi ketika jantung mengepam darah keluar dikenali sebagai tekanan sistolik dan tekanan minimum yang dirasakan ketika kelegaan ventrikel dikenali sebagai tekanan diastolik^[1].

Purata tekanan arteri terhadap satu kitar jantung dianggarkan dengan menambah $\frac{1}{3}$ daripada tekanan (perbezaan tekanan sistolik dan tekanan diastolik) kepada tekanan diastolik. Kesemua tekanan diambil dengan merujuk kepada tekanan atmosfera.

Nilai nominal bagi sistem jantung adalah :

Sistem Arteri 30 – 399 mmHg

Sistem Vena 5 - 15 mmHg

Sistem Pulmonari 6 – 25 mmHg

Sistem Arteri dan Sistem Vena merupakan sistem tekanan yang selalu dipantau (mempunyai kegunaan klinikal). Terdapat dua kaedah untuk menyukat tekanan darah iaitu secara terus dan tidak terus (Di sini akan dibincangkan kaedah penyukatan tidak terus). Untuk maklumat lebih lanjut berkenaan dengan pengukuran secara terus boleh didapati dengan merujuk kepada R.S Khandpur^[1].

Kaedah Pengukuran Tidak Terus melibatkan penggunaan langkah perbandingan antara tekanan luaran dan tekanan vaskular. Jadi perbezaan tekanan antara keduanya adalah dianggap tekanan bagi darah. Berbanding dengan kaedah Pengukuran Terus, kaedah Pengukuran Terus memberikan maklumat yang lebih jitu. Akan tetapi kaedah ini memerlukan peralatan yang lebih kompleks. Bacaan tekanan darah berubah bagi setiap individu dan juga kedudukan pengesan tekanan. Jika bacaan manometrik tekanan darah diambil bukan pada kedudukan yang selari dengan jantung, bacaan perlulah dibetulkan supaya memberikan bacaan yang tepat. Sebagai contoh, jika bacaan manometer-merkuri diambil h mm di bawah paras jantung, bacaan pada alatan pengukuran adalah lebih tinggi sebanyak h mm.

Faktor pembetulan ini adalah nisbah ketumpatan:

Bagi merkuri, $\rho = 13.6\text{g/cm}^3$

Bagi darah, $\rho = 1.055\text{ g/cm}^3$

$$\text{Nisbah} = \frac{13.5}{1.055} = 12.9$$

Jadi bacaan tekanan :

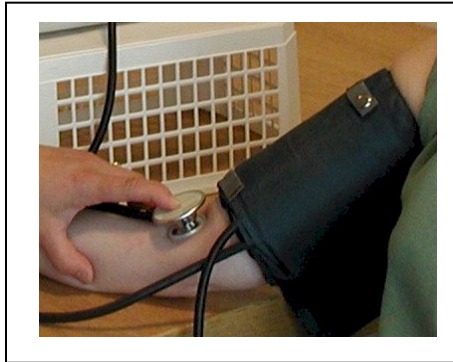
$$\text{Bacaan mmHg} = \frac{\text{mm_di_atas_@_di_bawah_paras_jantung}}{12.9}$$

Terdapat 2 keadaan pengukuran dan faktor pembetulan perlulah mengambil kira kedudukan manometer untuk mengira tekanan darah subjek. Keadaan-keadaan tentang kedudukan manometer itu adalah :

- Jika manometer di atas paras jantung, tambahkan bacaan mmHg.
- Jika manometer di bawah paras jantung, tolakkan bacaan mmHg.

2.3.1 Kaedah Pengukuran Tidak Terus

Kaedah klasik dalam menentukan tekanan darah (secara tidak terus) adalah dengan menggunakan satu manset yang dibalut di lengan yang mengandungi arteri (Rajah 2.5). Teknik ini telah diperkenalkan oleh *Riva-Rocci* untuk menentukan tekanan sistolik dan diastolik.



Rajah 2.5 : Mengukur tekanan darah secara konvensional

Pada permulaan, tekanan di dalam manset ditingkatkan pada paras yang lebih sedikit daripada tekanan sistolik jadi pengaliran darah dihentikan. Tekanan di dalam manset kemudian dilepaskan pada kadar tertentu. Apabila ia berada pada satu tahap, iaitu di bawah paras tekanan sistolik, sedikit aliran darah berlaku. Jika tekanan di dalam manset dilepaskan lagi hingga di paras diastolik, aliran darah menjadi normal dan tidak terganggu.

Masalah sekarang tertumpu kepada penentuan masa ketika arteri mula-mula dibuka dan ketika ia betul-betul dibuka. Kaedah tersebut diberikan oleh *Korotkoff* (teknik pertama) dan bergantung kepada bunyi yang dihasilkan oleh perubahan aliran. Ini sebenarnya telah digunakan alatan konvensional '*sphygmomanometer*'. Bunyi pertama dikesan ketika tekanan manset berada di bawah sedikit daripada tekanan

sistolik. Bunyi tersebut hilang atau berubah dari segi sifatnya ketika tekanan berada di bawah tekanan diastolik ketika aliran darah tidak disekat lagi. Bunyi itu boleh diambil menggunakan stetoskop ataupun mikrofon.

Teknik kedua bagi pengukuran tidak terus ini dikenali sebagai Teknik Osilometrik. Teknik Osilometrik ini tidak bergantung kepada pengesanan bunyi tetapi kepada perubahan tekanan manset. Setelah manset ditingkatkan tekanan dan tekanannya mula berkurang sehingga tahap di mana pengaliran darah mula berlaku sekali lagi, gelombang tekanan akan dihasilkan oleh denyutan jantung.

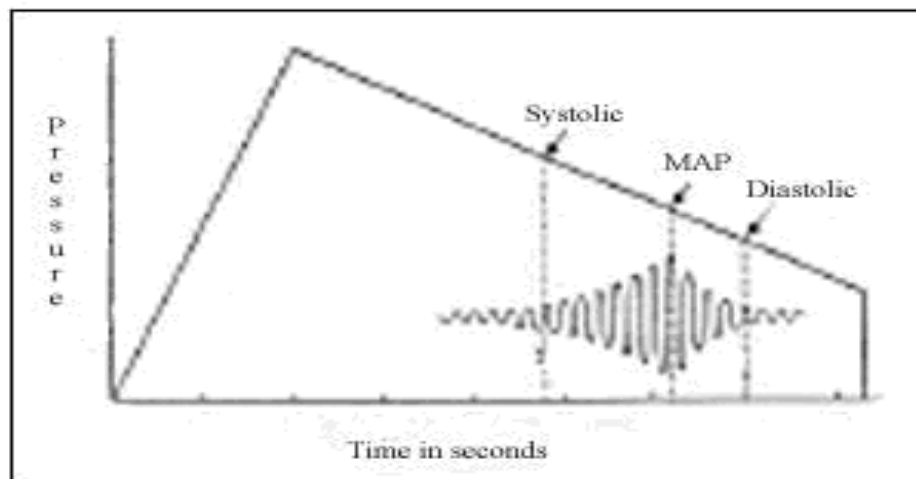
Gelombang denyutan pertama yang dikesan mengimplikasikan tekanan sistolik, manakala tekanan diastolik merupakan bacaan tekanan yang diambil semasa berakhirnya pengayunan dalam tekanan manset dan ditentukan oleh aturcara perisian. Selain itu, kejituan bacaan tekanan yang diambil bergantung kepada kualiti pengesanan tekanan yang digunakan dan keupayaan perisian untuk mengesan perubahan dalam gelombang pengayunan tekanan serta kemampuannya untuk mengesan perubahan dalam gelombang pengayunan tekanan serta kemampuannya untuk menuras hingar gelombang dari segi aturcara perisian.

Bagi kedua-dua teknik pengukuran tekanan darah yang telah dibincangkan di atas biasanya menghasilkan perbezaan bacaan sekurang-kurangnya 5 mmHg. Pakar-pakar perubatan masih belum boleh menyimpulkan yang mana antara kedua-dua teknik tersebut yang mampu memberikan bacaan yang tepat. Masing-masing teknik mempunyai kelebihan tersendiri. Walaubagaimanapun, Teknik Osilometrik adalah

satu-satunya teknik yang dapat digunakan untuk mengesan tekanan darah bagi individu tanpa mengesan bunyi.

2.3.2 Teknik yang Dipilih

Setelah dipertimbangkan, teknik yang dipilih bagi pengukuran tekanan darah ialah teknik Osilometrik. Bacaan tekanan darah sistolik dan diastolik merupakan bacaan yang diambil pada titik pengenalan parameter tertentu. Cara penyukatan tekanan darah yang lebih ringkas ini dijalankan dengan mengesan perubahan amplitud pengayunan bagi tekanan manset apabila manset diberikan tekanan melebihi nilai tekanan darah sistolik.



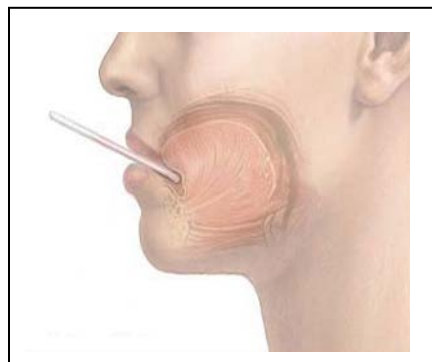
Rajah 2.6 : Gelombang keluaran hasil pengukuran melalui Teknik Korotkoff dan Teknik Osilometrik

Jika diperhatikan secara teliti pada Rajah 2.6, amplitud pengayunan tekanan akan bertambah dengan mendadak pada suatu ketika apabila tekanan darah berupaya

mengatasi rintangan tekanan yang dikenakan oleh manset lengan. Tekanan yang diambil pada ketika ini adalah amat hampir kepada tekanan sistolik. Dengan mengurangkan tekanan manset seterusnya, amplitud pengayunan yang terhasil daripada denyutan jantung didapati bertambah sehingga suatu nilai maksimum sebelum berkurang dengan kadar yang cepat. Biasanya tekanan diastolik diambil pada titik peralihan ini. Maka dapat disimpulkan bahawa tekanan darah sistolik dan tekanan darah diastolik diambil dengan mengenalpasti kawasan di mana berlakunya pertambahan dan pengurangan pantas dalam amplitud pengayunan tekanan. Tekanan Arteri Purata adalah titik di mana berlakunya pengayunan amplitud tekanan yang maksimum.

2.4 Penyukat Suhu Badan

Kaedah yang paling popular untuk menyukat suhu badan manusia adalah dengan menggunakan termometer merkuri (Rajah 2.7). Walaubagaimanapun, kaedah tersebut adalah lambat, sukar untuk membaca bacaan dan terdedah kepada jangkitan.



Rajah 2.7 : Kaedah konvensional menyukat suhu

Bacaan yang tepat juga sukar diperolehi sedangkan itu merupakan elemen penting untuk mengetahui tahap kesihatan pesakit. Dalam banyak keadaan penurunan suhu badan, pemantauan yang kerap diperlukan di dalam dewan bedah, wad kecemasan dan juga di unit rawatan rapi (ICU). Kemampuan termometer elektronik memberikan bacaan berterusan membolehkan ia digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah seperti yang disebutkan tadi.

Termometer elektronik mampu mengambil bacaan suhu dengan kebolehpercayaan yang tinggi, bacaan yang lebih tepat dan memberikan keselesaan kepada pesakit berbanding menggunakan termometer merkuri biasa. Termometer elektronik ini selalunya menggunakan 'probe' yang mengandungi pengesan suhu yang mempunyai ciri tindakbalas yang pantas.

2.4.1 Diod Silikon

Kejatuhan voltan merentasi pincang hadapan diod silikon diketahui berubah pada kadar $2 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Ini membuatkan ia sesuai digunakan sebagai pengesan suhu. Griffiths dan Hill (1969) mencadangkan teknik ini dan litar untuk menyukat suhu menggunakan diod silikon. Secara idealnya litar penyukat suhu badan adalah litar yang direkabentuk untuk menyukat suhu badan manusia di dalam julat $34 - 40^{\circ}\text{C}$. dengan kejituan 2.5 %.

2.5 Mikropemproses/mikropengawal

Mikropemproses di dalam peralatan perubatan direkabentuk apabila keperluan untuk melakukan rutin pengukuran klinikal, terutama sekali keadaan penghitungan dan pemrosesan data diambil kira di dalam pengukuran dan langkah diagnostik. Penggunaan mikropemproses di dalam peralatan membolehkan ia membuat keputusan (decision-making) bergantung kepada pengaturcaraannya. Mikropemproses berguna untuk menggantikan arahan pengaturcaraan yang rumit yang digunakan di dalam beberapa instrumentasi.

Mikropemproses lazimnya dikelaskan 'panjang perkataan'^[6]. 'Panjang perkataan' bagi satu mikropemproses mendefinisikan resolusi asas dan keupayaan memori pengalamatan. Sebagai contoh, satu mikropemproses 8-bit akan melakukan semua kiraan nombor binari dengan 8 digit. 8 digit binari memberikan nombor desimal 0 – 255.

Satu mikropengawal terdiri daripada Unit Pemrosesan Pusat (CPU), litar jam, ROM, RAM dan litar Input/Output (I/O) yang kesemuanya terdapat di dalam satu pakej litar bersepadu (IC).

2.6 Penghantar Sesiri RS232

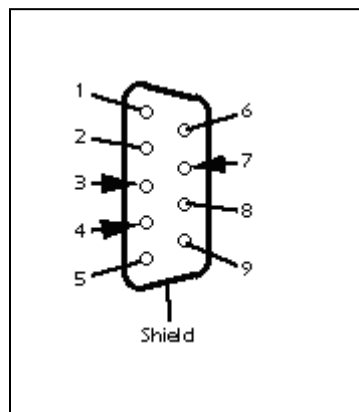
Talian penghantaran ini merupakan penghantar sesiri yang popular. Ia terbahagi kepada 2 jenis iaitu RS232 DB 25 dan RS232 DB 9. Kedua-duanya adalah sama, tetapi perbezaannya hanyalah pada bilangan pin yg digunakan. Angka dibelakang

menunjukkan bilangan pin yang ada. Jadual 2.2 menunjukkan kegunaan pin-pin yang terdapat pada peranti penghantaran ini (hanya penghantar RS232 DB9 yang dibincangkan di sini).

Jadual 2.2 : Pin-pin RS232

# Pin	Nama	Fungsi
1	Kesan pembawa	Apabila MODEM mengesan pembawa daripada MODEM yang lain, maka pin ini akan aktif.
2	Penerimaan data	Masukan data sesiri.
3	Penghantaran data sesiri	Keluaran data sesiri
4	Pangkalan data bersedia	Pini ini bertentangan dengan pin 6. Pin ini memberitahu MODEM bahawa UART bersedia untuk dipautkan.
5	Isyarat bumi	Pembumian.
6	Set data bersedia	Memberitahu UART bahawa MODEM bersedia untuk menubuhkan rangkaian .
7	Permohonan untuk penghantaran data	Memberitahu kepada modem bahawa UART

		bersedia untuk pertukaran data.
8	Bersedia untuk penghantaran data	Menunjukkan MODEM bersedia untuk pertukaran data.
9	Gelang penunjuk	Aktif apabila MODEM mengesan isyarat dering dari PSTN.



Rajah 2.8 : Kedudukan pin

Rajah 2.8 menunjukkan kedudukan pin bagi penghantar RS232. Pin-pin ini tidak boleh tersalah sambung kerana masing-masing mempunyai fungsi yang unik.

Bab 3

PEMROSESAN ISYARAT ANALOG

3.1 Pengenalan

Bahagian pertama bagi keseluruhan projek ini adalah melibatkan litar-litar pengukuran bagi parameter-parameter kesihatan yang terlibat. Isyarat bioperubatan yang diambil ditukarkan kepada bentuk isyarat elektrik menggunakan peranti pengesan isyarat berkenaan. Isyarat yang dikesan kemudiannya perlu diproses secara analog untuk mendapatkan hasil keluaran seperti yang dikehendaki. Pengesanan dan pemprosesan isyarat-isyarat tersebut akan dibincangkan di dalam bab ini.

3.2 Bekalan Kuasa

Litar-litar pengukuran perlu diberikan kuasa supaya ia dapat beroperasi. Penggunaan peranti-peranti pengesan yang amat sensitif terhadap perubahan voltan menuntut kepada penggunaan bekalan kuasa yang mampu membekalkan sumber voltan yang mantap. Ini kerana, masukan voltan yang berubah-ubah akan memberikan keluaran yang tidak tepat. Justeru itu, satu pengatur voltan MC7805 digunakan di dalam projek ini. Masukan bagi pengatur voltan ini adalah daripada sumber voltan arus terus 9V dan keluaran 5V. Bagi satu pengatur voltan, nilai input minimum yang boleh diterimanya adalah berbeza sebanyak 2V daripada keluarannya^[7]. Ini untuk memastikan kestabilan nilai voltan keluaran. Litar pengatur voltan ditunjukkan di dalam Lampiran A.1. Kapasitor masukan C_{in} digunakan untuk mengelakkan ayunan yang tidak dikehendaki apabila pengatur voltan berada pada satu jarak dengan satu penuras bekalan kuasa. Ini kerana talian

mempunyai sifat pearuh. Kapasitor keluaran, C_{out} digunakan untuk mengelakkan ketidakstabilan pada keluaran dan mengurangkan riak keluaran. Dengan kata lain, C_{out} bertindak sebagai elemen penuras untuk melicinkan keluaran harmonik arus.

3.3 Litar Pengukuran Denyutan Nadi

Litar untuk membilang denyutan nadi ini menggunakan pengesan fotodiod BPW34. Gambarajah skematik litar ini ditunjukkan di dalam Lampiran A.2. Bahagian-bahagian lain yang terdapat di dalam litar-litar ini adalah penuras, penguat operasi dan pembahagi voltan. Secara dasarnya litar ini perlu mampu untuk menukarkan arus kepada voltan, menyediakan voltan rujukan yang sesuai untuk menukarkan arus kepada voltan dan menyingkirkan komponen isyarat DC.

3.3.1 Fotodiod BPW34

Bagi litar ini pemrosesannya perlu mengambil kira penggunaan fotodiod sebagai pengesan (Rajah 3.1). Ini kerana pengesan ini perlu mengambil kira keadaan hingar yang terdapat di sekitar litar. Ini kerana fotodid sangat sensitif terhadap cahaya. Walaupun ini sangat baik untuk mengesan sebarang perubahan kecil, tetapi ciri ini memudahkan ia dipengaruhi hingar. Tambahan pula isyarat bioperubatan yang terhasil sangat kecil. Aplikasi bagi pengesan ini adalah bagi pengesan cahaya yang pantas.

Voltan masukan 5V diberikan untuk mengoperasikan litar ini. Pengesan cahaya fotodiod BPW34 akan mengesan cahaya yang dipancarkan oleh LED. Perubahan