

## UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

**BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS •**

**JUDUL :** KAJIAN CORAK KEKUTUBAN  
BAGI SISTEM PEMBESAR SUARA

**SESI PENGAJIAN :** '97/98

**Saya** MUHAMMAD RASHID BIN ABD. HAMID  
**(HURUF BESAR)**

mengaku membenarkan tesis (PSM/Sarjana/Doktor Falsafah)\* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:


1. Tesis adalah hakmilik Universiti Teknologi Malaysia
2. Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi
4. \*\*Sila tandakan (✓)

**SULIT** (Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

**TERHAD** (Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

**TIDAK TERHAD**

Disahkan oleh

  
 (TANDATANGAN PENULIS)

  
 (TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap : F401, TEBUK HJ MUSA,  
TITI SERONG,

TUAN SHAIKH NASIR BIN  
SHAIKH ABD. RAHMAN

34200 PARIT BUNTAR, PERAK D.R.

Nama Penyelia

Tarikh : 15 MAC 1998

Tarikh : 19hb. Mar, 1998 .

- CATATAN :**
- \* Potong yang tidak berkenaan
  - \*\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
  - ◆ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Izajah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (PSM).

**KAJIAN CORAK KEKUTUBAN BAGI SISTEM PEMBESAR SUARA**

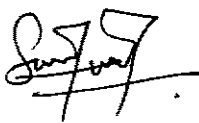
**MUHAMMAD RASHID BIN ABD HAMID**

**LAPORAN PROJEK INI DIKEMUKAKAN SEBAGAI MEMENUHI  
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT PENGANUGERAHAN IJAZAH SARJANA  
MUDA KEJURUTERAAN ELEKTRIK .**

**FAKULTI KEJURUTERAAN ELEKTRIK  
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA**

**1998**

‘Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang  
tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya’

Tandatangan : 

Nama Penulis : MUHAMMAD RASHID B. ABD. HAMID

Tarikh : 15 MAC 1998

*Buat ,*

*Mak ,Ayah , Kakak Rafidah serta adik-adikku tersayang ,sesungguhnya*

*sokongan dan galakkan dari kalian selama ini tidak ternilai harganya. Doakanku*

*agar dilindungi oleh Allah sentiasa.*

## PENGHARGAAN

Pertama sekali saya ingin merakam setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam menjayakan projek ini terutamanya kepada penyelia projek iaitu Tuan Shaikh Nasir Shaikh Abd. Rahman di atas segala tunjuk ajar, cadangan, kritikan dan penyelesaian sehingga projek ini berjaya disiapkan.

Penghargaan ini juga ditujukan kepada pihak penganjur iaitu Syarikat Telekom Malaysia Berhad yang telah menaja pengajian saya sepanjang melanjutkan pelajaran di Universiti Teknologi Malaysia.

Juga tidak lupa kepada En. Adnal Abu Bakar, juruteknik makmal akustik Universiti Teknologi Malaysia atas kerjasama yang diberikan semasa menjalankan projek serta rakan-rakan projek yang banyak membantu dalam memberi tunjuk ajar untuk menggunakan peralatan dan dan perbincangan dalam menyiapkan projek.

Akhir sekali, harapan saya semoga Allah memberkati hidup kita dan apa jua yang kita lakukan akan mendapat keredhaanNya.

## ABSTRAK

Projek ini bertujuan untuk mengkaji prestasi pembesar suara dan skop kajiannya hanya tertumpu pada sambutan frekuensi dan pola pengarahannya bagi pembesar suara tersebut. Kajian ini dibuat melibatkan dua jenis pembesar suara iaitu jenis Pengepong Tertutup dan jenis *Labyrinth*. Walaupun begitu pemilihan bilik Demonstrasi sebagai tempat kajian projek memerlukan sedikit penilaian ke atasnya seperti gema serta bahan binaan secara ringkas. Kajian ini dilakukan dalam suasana normal yang mana persekitaran yang diambil dalam bilik tersebut pada kedudukan yang berbeza dan dijalankan dengan menggunakan Penentu bunyi yang mana pengukurannya harus dibuat secara manual. Dalam ujian pola pengarahannya, kedudukan pembesar suara diubah secara manual.

## ABSTRACT

The objective of this project is to study the performance and polar pattern of loudspeakers. The scope of study limited to the frequency response and the polar pattern. Measurements were done on different types of loudspeaker in Demonstration Room. The type of loudspeaker used were just Labyrinth and Sealed Box. However we have to know what is exactly happen in the room , so that some explanation on reverbation from the materials used in that room and what is the volume of the room by some calculation.

This project was done in normal situation where I take different places in that room . A Modular Precision of Sound Analyzer 2260 was used in the measurement process and it done all manually by turned the sound Analyzer in every 15° rotation. The loudspeakers also turned manually when the measurement take different places.

**KANDUNGAN**

Judul projek	i
Pengakuan	ii
Dedikasi	iii
Penghargaan	iv
Abstrak	v
Abstract	vi
Kandungan	vii
Senarai Rajah	xii
Senarai Jadual	xiv
Glosary Senarai Istilah Dalam Akustik	xv

**BAB I : PENGENALAN SKOP PROJEK**

1.1	Skop Projek	1
1.2	Objektif	1
1.3	Latar Belakang Masalah	2



**BAB II : SISTEM PEMBESAR SUARA**

2.1	Pengenalan	3
2.2	Fungsi Utama Sistem Pembesar Suara	4
2.2.1	Meninggikan Aras Bunyi	4
2.2.2	Menyelaraskan Gerak Geri	4
2.3	Fungsi Khusus Pembesar Suara	5
2.4	Ciri-ciri Sistem Pembesar Suara	6
2.4.1	Ciri Sambutan Frekuensi	7
2.4.2	Ciri Pengarahan	7
2.4.3	Ciri Herotan Tak Linar	8
2.4.4	Ciri Galangan Elektrik	8
2.5	Komponen dan Jenis Pembesar Suara	8
2.5.1	Jenis Pembesar Suara	9
2.5.1.1	Pembesar Suara Gegendang Bergerak	10
2.6	Sistem Radiator Pembesar Suara	12
2.6.1	Sistem Radiator Terus	13
2.6.1.1	Penyekat dan Pengepong	13
2.6.1.2	Jenis-jenis Penyekat	14
2.6.2	Sistem Radiator Tidak Terus	16
2.7	Bunyi	17
2.7.1	Pembentukan Bunyi	18
2.7.2	Keamatan Bunyi	20
2.7.3	Tekanan Bunyi	21

2.7.4	Perambatan Bunyi	21
2.7.5	Penggunaan Skalar Aras ( dB )	21
2.7.6	Unit Desibel	21
2.8	Pantulan	22
2.9	Penyerapan	24
2.9.1	Bahan Penyerap Akustik	24
2.9.2	Penyebaran Keamatan Suara	25
2.9.3	Tahap Gemaan	25
2.9.4	Kejelasan bunyi	26
2.9.5	Penyebaran Bunyi	26
2.10	Akustik Ruang	26
2.10.1	Gemaan	27
2.10.2	Masa Gemaan ( RT60)	28
2.10.3	Masa Gemaan Optima	30
2.10.4	Pengukuran Masa Gemaan	31
2.10.5	Pengiraan Masa Gemaan	31

### **BAB III : KAEDAH PELAKSANAAN**

3.1	Pengenalan	34
3.2	Kawasan Pengukuran	34
3.3	Keadaan Pengukuran	35
3.3.1	Hingar Ambien	35

3.3.2	Pembesar Suara	35
3.3.3	Jarak Pengukuran	36
3.3.4	Paksi Rujukan	36
3.3.5	Suhu	37
3.4	Kriteria Pengukuran	37
3.4.1	Sambutan Frekuensi	37
3.4.2	Sambutan Pengarahan	38
3.4.3	Kepekaan	38
3.4.4	Kecekapan	39
3.4.5	Galangan	39
3.5	Pengukuran Sambutan Frekuensi dan Pola Pengarahan	40
3.5.1	Peralatan	40
3.5.2	Pengujian Pembesar Suara	41
3.6	Mengukur Masa Gemaan RT60 dengan Pengiraan	42
3.6.1	Pengukuran Aras Tekanan Bunyi	43
3.7	Kaedah Penggunaan Penentukur Jenis 2260	43
3.7.1	Kekunci Keras	43
3.7.2	Kekunci Lembut	44
3.7.3	Menyimpan dan Mengubah data	44
3.7.4	Pengukuran Pola Pengarahan	45
3.8	Kedudukan Pengukuran	46

**BAB IV : KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN**

4.1	Keputusan	48
4.1.1	Nilai RT60 yang Diperolehi Dari Pengiraan	48
4.1.2	Sambutan Frekuensi	49
4.1.3	Pola Pengarahan	51
4.2	Perbincangan	57
4.2.1	Sambutan Frekuensi	57
4.2.2	Pola Pengarahan	59

**BAB V : KESIMPULAN, MASALAH DAN CADANGAN**

5.1	Kesimpulan	62
5.2	Masalah	63
5.3	Cadangan	63

**RUJUKAN**

Lampiran A

Lampiran B

## **SENARAI RAJAH**

### **RAJAH ( sila Rujuk pada Lampiran A)**

- Rajah 2.1(a) : Pembentukan getaran pada gelombang**
- Rajah 2.1(b) : Hukum Pantulan pada permukaan bangunan**
- Rajah 2.2 : Pembesar Suara Gegeleung Bergerak**
- Rajah 2.3 : Graf Pengukuran RT60**
- Rajah 2.4(a) : Gambarajah Pengepong Tertutup**
- Rajah 2.4(b) : Gambarajah Pengepong Berliang**
- Rajah 2.4(c) : Gambarajah Pengepong Labyrinth**
- Rajah 2.5 : Hon Berlipat**
- Rajah 2.6 : Gambarajah Asas Rangkaian Lintasan**
- Rajah 3.2 : Rajah Asas Pengukuran**
- Rajah 3.4(a) : Sambutan Frekuensi**
- Rajah 3.4(c) : Pola Plot Pada Frekuensi Berlainan**
- Rajah 4.1 : Rajah Bentuk, Saiz serta Binaan Bilik Demonstrasi**
- Rajah 4.2(a) : Sambutan Frekuensi Pengepong Tertutup Dalam Bilik Demonstrasi**
- Rajah 4.2(b) : Sambutan Frekuensi Labyrinth Dalam Bilik Demonstrasi**
- Rajah 4.3(a) : Sambutan Frekuensi Pengepong Tertutup Dalam Bilik tanpa Gema**
- Rajah 4.3(b) : Sambutan Frekuensi Labyrinth Dalam Bilik tanpa Gema**
- Rajah 4.4(a) : Pola Pengarahan Pengepong Tertutup Dalam Bilik Demonstrasi**
- Rajah 4.4(b) : Pola Pengarahan Labyrinth Dalam Bilik Demonstrasi**

- Rajah 4.5(a) : Pola Pengarahan Pengepong Tertutup Dalam Bilik tanpa Gema
- Rajah 4.5(b) : Pola Pengarahan Labyrinth Dalam Bilik tanpa Gema
- Rajah 4.6(a) : Pola Pengarahan Pengepong Tertutup pada sudut  $180^\circ$  dari Dinding di sudut tengah Bilik Demonstrasi.
- Rajah 4.6(b) : Pola Pengarahan Labyrinth pada sudut  $180^\circ$  dari Dinding di sudut tengah Bilik Demonstrasi
- Rajah 4.7(a) : Pola Pengarahan Pengepong Tertutup pada sudut  $90^\circ$  dari sudut Tepi sebelah kanan Bilik Demonstrasi
- Rajah 4.7(b) : Pola Pengarahan Labyrinth pada sudut  $90^\circ$  dari sudut Tepi sebelah kanan Bilik Demonstrasi
- Rajah 4.8(a) : Pola Pengarahan Pengepong Tertutup pada sudut  $90^\circ$  dari sudut Tepi sebelah kiri Bilik Demonstrasi
- Rajah 4.8(b) : Pola Pengarahan Labyrinth pada sudut  $90^\circ$  dari sudut Tepi sebelah kiri Bilik Demonstrasi

**RAJAH ( Sila Rujuk dalam Lampiran B )**

- Rajah 1 : Rajah menunjukkan fungsi setiap kekunci Penganalisis Bunyi
- Rajah 2 : Rajah menunjukkan sekilas pandang struktur menu dalam *System Mode*.
- Rajah 3 : Rajah menunjukkan sekilas pandang struktur menu dalam *Set-up Mode*

## SENARAI JADUAL

<b>JADUAL</b>		<b>MUKASURAT</b>
Jadual 4.1	: Jumlah penyerapan bahan bagi bilik Demontrasi	49
Jadual 4.2(a)	: Sambutan frekuensi dalam bilik Demontrasi	50
Jadual 4.2(b)	: Sambutan Frekuensi dalam bilik Tanpa Gema	51
Jadual 4.3(a)	: Ujian Pola Pengarahan dalam Bilik Demontrasi	53
Jadual 4. 3(b)	: Ujian Pola Pengarahan dalam Bilik Tanpa Gema	54
Jadual 4.4	: Ujian Pola Pengarahan pada sudut 180° dari dinding Di tengah bilik Demontrasi	55
Jadual 4.5	: Ujian Pola Pengarahan pada sudut 90° dari sudut tepi dinding sebelah kanan bilik Demontrasi	56
Jadual 4.6	: Ujian Pola Pengarahan pada sudut 90° dari sudut tepi dinding sebelah kiri bilik Demontrasi	56

**GLOSARY**  
**SENARAI ISTILAH DALAM AKUSTIK**

**Amplifier (Penguat)**

Peranti elektronik yang direka untuk menukarkan isyarat yang kecil kepada isyarat yang lebih besar

**Anechoic**

Tanpa gema . *Anechoic Chamber* merupakan bilik akustik yang direka sedemikian rupa untuk mendapatkan pengukuran pembesar suara yang tepat

**Damping**

Proses dimana getaran amplitud atau salunan dikurangkan dengan meletakkan bahan penyerap pada kabinet pembesar suara.

**Diaphragm(Gegendang)**

Permukaan unit pemacu bagi pembesar suara. Biasanya berbentuk kon.

**Distortion(Herotan)**

Sebarang kekurangan atau tambahan pada isyarat audio .

**Drive unit(Unit pemacu)**



Suatu peranti yang menukarkan kuasa elektrik yang diterima dari penguat kepada kuasa akustik

### **Efficiency ( Kecekapan)**

Ukuran bagi kadar tenaga elektrik yang dimasukkan ke pembesar suara yang ditukarkan kepada tenaga akustik.

### **Frequency Response ( Sambutan Frekuensi)**

Ketepatan ukuran dalam julat dB bagi sesuatu peralatan audio. Kini pembuat pembesar suara hi-fi telah menyediakan kadar toleran ( biasanya  $\pm$  dB ) bagi sesuatu model yang beroperasi pada julat frekuensi 20 Hz - 20 kHz. Semakin rata sambutan frekuensi sesebuah pembesar suara, semakin baik mutu pembesar suara itu.

### **Sensitivity ( Kepekaan)**

Ukuran kecekapan pembesar suara. Nilai biasa kepekaan bagi pembesar suara ialah 87 dB. Nilai kepekaan yang paling tinggi ialah 94 dB atau lebih dan nilai terendah ialah kurang daripada 80 dB. Kepekaan yang rendah memerlukan keluaran penguat kuasa yang tinggi untuk mendapatkan bunyi yang baik dan sebaliknya bagi kepekaan yang tinggi.

### **Tweeter**

Unit pemacu bersaiz kecil bagi kegunaan frekuensi tinggi.

### **Midrange**

Unit pemacu bersaiz sederhana bagi kegunaan frekuensi pertengahan.

**Woofers**

Unit pemacu bersaiz besar bagi kegunaan frekuensi rendah.

# **BAB 1**

## **BAB 1**

### **PENGENALAN SKOP PROJEK**

#### **1.1 Skop Projek**

Projek ini meliputi kajian corak kekutuban ruang di bilik Demontrasi yang mengambilkira ruang, langsir, peralatan perabot serta gemaan yang terdapat di bilik tersebut. Di samping menilai sambutan frekuensi bagi satu-satu sistem pembesar suara tersebut.

- Kajian ini adalah bagi mengenalpasti kedudukan yang paling sesuai bagi suatu pembesar suara yang patut diletakkan dengan melihat kepada pola pengarahannya yang diperolehi.
- Dengan pengukuran akan dibuat dan plot pengarahannya akan dibuat pada frekuensi tertentu dan seterusnya perbandingan hasil plot pengarahannya didalam bilik tanpa gema akan dibuat.

#### **1.2 Objektif**

- Mengkaji prestasi pembesar suara dan skop tertumpu pada sambutan frekuensi ,pola pengarahannya bagi pembesar suara tersebut. Disamping itu menilai sejauh mana

- gemaan yang berlaku bagi mendapatkan keputusan yang lebih tepat dengan mengambilkira nilai RT60.
- Mengenal pasti apakah jenis pembesar suara yang terbaik digunakan berdasarkan ujikaji terhadap setiap jenis pembesar suara.
- Mengenal pasti kedudukan paling sesuai bagi suatu sistem pembesar suara yang baik dari segi sambutan frekuensi serta pola pengarahannya.

## **1.2 Latar Belakang Masalah**

Pada masa ini kita dapati pelbagai pembesar suara terdapat di pasaran. Namun begitu masih ramai lagi yang tidak dapat menentukan kedudukan sebenar atau yang paling ideal bagi suatu pembesar suara itu diletakkan.

Oleh itu, dengan adanya kajian ini akan membantu pengguna menentukan kedudukan yang paling sesuai bagi pembesar suara di dalam rumah atau pejabatnya agar bunyi yang dikeluarkan didengar dengan begitu jelas. Kajian ini juga akan membandingkan perbezaan polar pengarahannya yang terhasil di ruang tertentu seperti bilik Demonstrasi dengan polar pengarahannya yang terhasil di dalam bilik tanpa gema (sebagai perbandingan). Di samping itu kita juga akan mengkaji gemaan yang berlaku dalam suatu ruang mengikut pengiraan masa gemaan RT60 yang diberi secara teori.

# **BAB 2**

## **BAB 2**

### **SISTEM PEMBESAR SUARA**

#### **2.1 Pengenalan**

Sistem pembesar suara diperlukan dalam ruang atau kawasan yang terbuka ataupun tertutup, kerana suara semulajadi tidak cukup kuat bagi pendengar yang berada jauh dari sumber bunyi dan dalam jumlah yang ramai. Keadaan ini akan menjadi lebih teruk dan semakin ketara sekiranya terdapat gangguan atau bunyi bising persekitaran yang tinggi.

Sebagai panduan kasar, sistem pembesar suara diperlukan di tempat yang berikut:

- Bilik kuliah yang berisipadu melebihi 400 meter padu atau yang dapat menampung lebih daripada 150 orang.
- Panggung pementasan yang beerisipadu melebihi 2500 meter padu atau yang dapat menampung lebih daripada 1000 penonton.
- Semua arena, gimnasium dan dewan syarahan.

Namun dalam projek ini kita akan menekankan lebih kepada ruang bilik demonterasi yang cuma memuatkan suatu kelompok pelajar tidak melebihi 70 orang agar kesan prestasi pembesar suara dalam keadaan normal dapat dikenalpasti masalahnya serta penyelesaiannya agar bunyi yang disampaikan dapat didengar dengan jelas.

## **2.2 Fungsi Utama Sistem Pembesar Suara**

Untuk membolehkan sesuatu kawasan atau ruang berfungsi dengan baik, pembesar suara perlu mengadakan perkara seperti berikut bagi membolehkan ia mencapai objektif utama. Antara perkara yang perlu dititikberatkan itu adalah:

- Meningkatkan Aras Bunyi
- Menyelaraskan Gerak-geri

### **2.2.1 Meningkatkan Aras Bunyi**

Aras bunyi akan berkurangan secara semulajadi bila semakin jauh dari punca bunyi. Ia berkadaran terus dengan kuasa dua jarak antara pendegar dengan punca bunyi. Kesan ini akan lebih ketara apabila terdapat bunyi bising latar belakang (*noise*). Bunyi ini akan meneggelamkan bunyi ucapan yang rendah ini.

Oleh itu untuk mencapai kejelasan pendengaran, sistem harus mampu meningkatkan aras bunyi ucapan sekurang-kurangnya 10 dB lebih tinggi daripada aras kebisingan latar belakang.

### **2.2.2 Menyelaraskan Gerak-geri**

Gerak-geri sampai ke mata menerusi gelombang cahaya manakala bunyi sampai ke telinga menerusi gelombang bunyi. Oleh itu kelarasan atau keserentakan adalah perlu kerana sifat cahaya yang bergerak laju iaitu 300 juta meter per saat manakala bunyi pula cuma bergerak dengan kelajuan 330 meter per saat. Keserentakan di sini adalah perlu agar gerak-geri itu sesuai atau sama dengan bunyi atau ucapan yang disampaikan.



### **2.3 Fungsi Khusus Sistem Pembesar Suara**

Di samping fungsi utama diatas, dengan adanya sistem pembesar suara, beberapa kemudahan tambahan dapat diadakan. Di antara kemudahan –kemudahan tersebut adalah seperti berikut:

- **Kemudahan Terjemahan Serentak**

Kemudahan khusus ini penting persidangan antarabangsa. Sebagai contoh, ucapan pembukaaan persidangan Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu perlu diterjemahkan dalam pelbagai bahasa antarabangsa yang diiktiraf oleh dunia seperti bahasa Inggeris, Perancis , Arab dan beberapa bahasa lain . Di negara ini kemudahan ini terdapat di Dewan Dato' Onn, Pusat Dagangan Dunia Putra , Kuala Lumpur.

- **Pengumuman Awam**

Kemudahan seperti ini diperlukan dikawasan atau tempat yang terdapat ramai orang sebagai contoh di pusat membeli belah atau di bangunan terminal lapangan terbang. Pengumuman ini sering dibuat untuk mengumumkan anak yang tercicir dari jagaan penjaganya ataupun untuk menemukan pelawat asing dengan penyambutnya di tempat tersebut.

- **Ucapan di Sebarang Tempat**

Kemudahan ini membolehkan peserta persidangan mengemukakan ulasan atau pertanyaan tanpa terpaksa naik ke pentas terlebih dahulu.

## 2.4 Ciri-ciri Sistem Pembesar Suara yang Baik

Sistem pembesar suara yang baik akan membolehkan orang ramai mendengar 'penceramah asal'. Ini bermakna sedapat mungkin bunyi yang dikeluarkan itu hendaklah datang dari arah datangnya punca sebenar. Tanggapan pendengaran telinga dapat mengesan arah kerana keberkesanan telinga kepada sesuatu aras bunyi bergantung pada frekuensi dan arah. Sistem pembesar suara yang baik haruslah mempunyai ciri-ciri seperti berikut:

- Kewujudan sistem ini tidak disedari oleh orang yang menggunakan ruang tersebut.
- Keaslian bunyi tidak berubah sekurang-kurangnya pada frekuensi 30 hingga 30 000Hz.
- Aras bunyi 100dB dapat didengar sehingga jarak 30 meter dari punca bunyi tanpa herotan.
- Sistem pembesar suara elektronik ini haruslah mampu menghalakan bunyi dengan tepat ke sesuatu kawasan yang dikehendaki secara seragam. Maksud seragam di sini ialah perbezaan aras kekuatan disebarang sudut dalam kawasan itu, jika ada; hendaklah tidak melebihi 3 dB.
- Sistem pembesar suara itu haruslah mampu berfungsi tanpa gangguan pantulan atau gema. Sekiranya terjadi pantulan, sistem pembesar suara itu akan mengaum atau berdesing.

Terdapat beberapa ciri-ciri penting untuk menentukan prestasi sesebuah pembesar suara. Di dalam projek ini saya akan membincangkan ciri-ciri yang perlu diambilkira bagi sistem pembesar suara iaitu:

### **2.4.1 Ciri-ciri Sambutan frekuensi**

Sambutan frekuensi akan menentukan samada ianya jelas dan senang didengar ataupun tidak. Pembesar suara yang diperlukan untuk menghasilkan bunyi sebuah orkestra simfoni perlu mempunyai sambutan frekuensi yang lebih baik berbanding pembesar suara yang digunakan hanya untuk menghasilkan suara manusia.

### **2.4.2 Ciri-ciri Pengarahan**

Ciri-ciri pengarahan biasanya berubah mengikut frekuensi dimana pengarahan yang jelas didengar pada frekuensi yang tinggi dan tidak pada atau kurang berpengarahan pada frekuensi yang rendah. Pada sistem pembesar suara, pengarahan ke hadapan menyumbangkan kesemua pengarahan yang dihasilkan. Pengarahan kesan daripada isyarat termodulat dan isyarat harmonik boleh dihasilkan pada keadaan tidak linear. Pada amnya pengarahan yang kecil iaitu pada aras pendengar normal adalah pada urutan 1% atau 2% daripada rekabentuk yang baik tetapi boleh menaik kepada aras yang tinggi pada keluaran yang tinggi, terutama pada *Bass*.

### **Ciri Herotan Tak Linar (Nonlinear Distortion Characteristic)**

Pembesar suara yang disambung kepada peralatan audio seperti transduser audio, penguat dan pemprosesan isyarat akan menghasilkan keluaran yang tak linar. Ini akan menambahkan nilai galangan kepada isyarat masukan yang akan menghasilkan ketidakpadanan galangan. Kawasan herotan tak linar ini akan dibandingkan antara isyarat masukan dan keluaran yang terhasil. Kebiasaannya piawai herotan keluaran diukur pada

aras yang sederhana dan dengan aras tekanan bunyi (SPL) 80 dB pada jarak 1 meter. Namun begitu dalam projek ini saya tidak menilai herotan yang berlaku cuma mengambilkira ciri sambutan frekuensi dan ciri polar pengarahannya sahaja.

### **2.4.3 Ciri Galangan Elektrik (Electrical Impedance Characteristic)**

Kebiasaannya pembesar suara direkabentuk dan dipasang dalam keadaan nilai galangan yang terhad. Kebanyakan pembesar suara menggunakan nilai galangan antara  $4\Omega$  hingga  $16\Omega$  di mana nilai galangan ini mengambilkira nilai penguat. Galangan masukan pembesar suara inilah yang membezakan lebar frekuensi. Walau bagaimanapun pemilihan sistem pembesar suara yang sesuai adalah pada nilai galangan  $8\Omega$  yang digabungkan dengan penguat.

## **2.5 Komponen dan Jenis Pembesar Suara**

Pembesar suara merupakan transduser yang menukarkan tenaga elektrik kepada tenaga akustik. Prinsip operasinya menyerupai transduser yang melaksanakan dua tindakan iaitu, pertama mengubah tenaga mekanikal iaitu getaran dan kedua memindahkan tenaga mekanikal ini ke udara sekeliling sebagai tenaga akustik. Secara umumnya pembesar suara terdiri daripada tiga bahagian utama iaitu :

- **Transduser**

Mengubah isyarat audio kepada pergerakan mekanikal.

- **Permukaan Radiator**

Bahagian ini digandingkan dengan transduser supaya pergerakannya dipancarkan ke udara sebagai gelombang bunyi.

- **Kabinet (pengepong)**

Kotak yang menempatkan transduser dan permukaan radiator bagi mewujudkan keberarahan untuk bahagian positif sahaja (ke hadapan).

### **2.5.1 Jenis-jenis Pembesar Suara**

Di antara jenis pembesar suara :

- Pembesar Suara Gegendang Bergerak
- Pembesar Suara Elektrostatik
- Pembesar Suara Piezoelektrik

Walau bagaimanapun , pembesar suara yang biasa digunakan ialah Pembesar Suara Gegendang Bergerak .

### 2.5.1.1 Pembesar Suara Gezelung Bergerak

Kebanyakan pembesar suara pada hari ini adalah dari jenis gezelung bergerak. Bahagian utamanya terdiri dari bingkai , magnet , gezelung suara , *surround* , *spider* dan kon(gegendang). Prinsip operasinya ialah apabila arus dari keluaran penguat audio mengalir ke dalam gezelung yang terletak di dalam suatu medan magnet , ia akan menghasilkan daya dan ini akan menggerakkan gezelung tersebut mengikut frekuensi , amplitud dan fasa isyarat audio.

**Magnet** terdiri daripada gelung magnet yang terletak dibahagian belakang pembesar suara. Ia terdiri daripada dua bahagian iaitu bahagian hadapan dan belakang. Pada bahagian hadapan terdapat rod timah yang berdimensi kecil, bertujuan supaya sela udara antaranya dengan gezelung adalah kecil. Pada bahagian belakang pula terdapat satu rod yang berrbentuk U yang memanjang ke hadapan. Apabila arus dibekalkan pada sistem gezelung ini, medan magnet akan terjadi di antara hadapan dan pusat kutub melalui lilitan gezelung. Medan magnet ini seterusnya akan menghasilkan daya bagi menggerakkan gezelung tersebut.

**Gezelung suara** terletak di bahagian atas dan bawah kubah kon. Gezelung ini terdiri daripada sebilangan lilitan wayar kuprum. Namun begitu bagi mengurangkan jisim dan inersia pada frekuensi tinggi, aluminium biasanya digunakan. Untuk mendapatkan bilangan lilitan sebanyak mungkin, wayar tersebut dibentuk segiempat dan hexagonal.

Oleh itu ia akan memberikan lebih pusingan per cm panjang. Gegelung mempunyai galangan. Galangan yang biasa digunakan adalah  $8 \Omega$ . Galangan ini terdiri daripada rintangan dan peraruh yang biasanya memberikan nilai  $2/3$  daripada nilai galangan gegelung keseluruhan. Nilai galangan yang melebihi kadar keluaran penguat bermakna kuasa keluaran adalah kurang tetapi memberi herotan yang rendah. Sebaliknya nilai galangan yang rendah akan memberikan herotan yang tinggi dan berkemungkinan lebih kuasa ini akan menyebabkan kerosakan kepada penguat.

***Surround*** bertindak sebagai penyambung kon ke bingkai pembesar suara. Ia dibentuk dengan membengkokkan penghujung kon dan diletakkan bahan getah (foam) di antara kon dan kotak pembesar suara. Pada frekuensi rendah ia bertindak sebagai spring dan membekalkan daya untuk mengembalikan gegendang ke tempat asalnya selepas dipesongkan

***Spider / suspension*** pula menempatkan gegelung suara didalam sela udara dan menghadkan pergerakannya. Ia juga menghalang bahan-bahan kotoran dari memasuki sela udara.

**Kon** biasanya diperbuat dari polyster atau lapisan fiberglass. Ia memanjang dari pinggir luaran hingga ke bingkai. Bila gegelung suara bergetar, kon yang bersambung dengannya juga turut bergetar mengikut isyarat masukan . Keupayaan getaran ini bergantung secara langsung kepada kekejalan dan keringanan bahan kon yang menyebarkan getaran keluar daripada bahagian tengahnya. Apabila sampai ke

bahagian tepi, getaran ini akan dipantulkan semula ke bahagian tengah. Pantulan ini akan menghasilkan getaran kon palsu. Oleh itu herotan akan berlaku pada bunyi yang dihasilkan. Dengan itu keperluan fungsi bagi penyerapan sekeliling kon diperlukan untuk menghalang terjadinya pantulan. Rajah menunjukkan gambarajah pembesar suara gegelung bergerak. Dari gambarajah ini dapat diperhatikan bahawa gegelung suara disambung kepada penghujung kon dan diletakkan dalam sela udara. Oleh kerana gegelung ini mempunyai galangan yang rendah maka ia bergerak bebas dalam ruang sela udara. Gerakan ini seterusnya akan menjanakan tenaga akustik ke sekelilingnya.

Kecekapan pembesar suara jenis ini bergantung kepada magnet dan ketumpatan fluks magnet dalam sela udara, saiz gegelung suara dan kon. Walau bagaimanapun adalah sukar untuk merekabentuk satu pembesar suara gegelung bergerak yang mempunyai kepekaan yang sama pada semua frekuensi. Oleh itu untuk isyarat frekuensi tinggi, siaran gelombang bunyi yang lebih cekap boleh diperolehi dengan menggunakan kon bersaiz kecil, manakala isyarat yang berfrekuensi rendah pula, kon yang lebih besar akan menghasilkan sambutan frekuensi yang lebih baik.

## **2.6 Sistem Radiator Pembesar Suara**

Kabinet yang menempatkan unit pembesar suara mempengaruhi prestasi pembesar suara ; iaitu cara gelombang bunyi yang dikeluarkan oleh pembesar suara disiarkan ke ruang angkasa merupakan faktor penting dalam menentukan kepekaan sistem pembesar suara



Sistem pembesar suara boleh dibahagikan kepada dua jenis mengikut cara gelombang bunyi disiarkan ke ruang angkasa :

- Sistem Radiator Terus
- Sistem Radiator Tidak Terus

### **2.6.1 Sistem Radiator Terus (Direct Radiator)**

Sistem ini memancarkan gelombang bunyi terus ke ruang angkasa. Kepekaan sistem ini adalah kurang dari 5%. Di bawah akan diterangkan tentang pengepong dan jenis- jenisnya.

#### **2.6.1.1 Penyekat dan Pengepong (baffle and enclosure)**

Bagi setiap ayunan isyarat masukan, kon akan bergetar dan mengeluarkan dua gelombang yang berlawanan fasa  $180^\circ$  di bahagian hadapan dan belakang kon. Jika sela udara bahagian hadapan renggang maka udara di belakang pula mampat. Keadaan tekanan udara yang berbeza ini mengakibatkan udar bahagian tekanan tinggi beredar masuk ke bahagian rendah. Percampuran kedua-dua gelombang ini akan menyebabkan berlakunya penghapusan gelombang bunyi.

Pada frekuensi tinggi, kesan ini boleh diabaikan, namun begitu pada frekuensi rendah kesan ini amat ketara sekali. Keadaan ini menjadikan sambutan frekuensi rendah kurang memuaskan. Penyekat (Baffle) dan pengepong (enclosure) direka untuk memperbaiki keadaan ini.

Penyekat bertindak dengan memperlambatkan pergerakan gelombang bunyi dengan memanjangkan perjalanannya dari pembesar suara ke bahagian tengah kon dan menghalangnya dari mematikan penyiaran bunyi dari arah hadapan.

### **2.6.1.2 Jenis-jenis Penyekat dan Pengepong**

Terdapat beberapa jenis pengepong yang biasa digunakan diantaranya:

#### **a) Pengepong Tertutup**

Bahagian belakang pembesar suara ini tertutup, yang mana saluran akustik boleh dihapuskan. Ia digambarkan dalam Rajah 2.2 (a). Udara yang terperangkap bertindak sebagai penebat akustik bagi bahagian belakang kon pembesar suara. Pengepong ini juga dikenali sebagai penyekat tak terhingga kerana sistem ini menghalang pergerakan bunyi dari belakang ke bahagian hadapan pembesar suara. Keberkesanan penyekat ini boleh ditambah dengan memasukkan bahan-bahan penyerap ke dalam pengepong. Penyerapan gelombang bunyi yang terperangkap mengurangkan kadar kepekaan kerana kemerosotan kuasa keluaran.

#### **b) Pengepong Berliang (bass reflex /vented box)**

Sistem ini membolehkan gelombang bunyi yang terperangkap dalam pengepong bergerak ke hadapan melalui lubang kedua dan dipancarkan keluar. Gelombang tersebut adalah sefasa dengan gelombang yang datang dari bahagian hadapan kon. Ia ditunjukkan dalam Rajah 2.2 (b). Udara dalam pengepong bertindak sebagai pemuat akustik dan udara pada liang bertindak sebagai peraruh. Kedua-dua faktor ini

menyebabkan pengepong berliang ini bertindak sebagai salur akustik. Jika frekuensi salun akustik ini sama dengan frekuensi salun pembesar suara, amplitud salun sistem ini akan menurun.

Bagi sistem ini terdapat dua frekuensi salunan iaitu ; satu frekuensi lebih tinggi daripada frekuensi pembesar suara dan satu lagi yang lebih rendah daripada frekuensi pembesar suara. Akibatnya sambutan frekuensi rendah dipanjangkan ke frekuensi yang lebih rendah. Penurunan sambutan frekuensi yang lebih rendah adalah lebih curam daripada sistem pengepong tertutup.

Udara pada liang juga bertindak sebagai gendang maya, menyekat udara dari luar masuk ke dalam pengepong. Untuk mengurangkan salunan kon, bahagian dalam pengepong dilapiskan dengan bahan-bahan penyerap seperti *felat* dan *wool*.

### c) Pengepong ‘Labyrinth’

Pengepong jenis ini mempunyai beberapa bahagian yang disekat bagi laluan paip akustik; ini bermakna masukan tidak disambung secara terus dengan pembesar suara. Prinsipnya ialah gelombang bunyi akan sampai ke pembesar suara melalui paip akustik ini . Binaan yang sedemikian akan melengahkan gelombang bunyi yang sampai ke pembesar suara. Bahagian dalam pengepong ini juga diletakkan dengan bahan-bahan penyerap dan pemantul seperti konkrit, simen dan span untuk menghasilkan bunyi yang baik. Pengepong ini ditunjukkan dalam Rajah 2.2 (c) .

### 2.6.2 Sistem Radiator Tidak Terus

Dalam sistem ini gegendang pembesar suara digandingkan ke udara dengan beban hon yang disambungkan dengan gegendang pembesar suara. Permukaan masukan yang sempit dan keluaran yang luas menyebabkan tekanan yang tinggi wujud di bahagian masukan hon. Tindakan beban ini menyebabkan aras bunyi sistem ini lebih tinggi dari sistem radiator terus. Bahagian masukan dan bentuk permukaan hon menyebabkan gelombang bunyi berfrekuensi tinggi dipancarkan ke kawasan yang lebih sempit tetapi menumpu pada jarak yang lebih jauh. Di antara jenis-jenis hon :

- **Hon *Exponential***

Bentuk hon akan berubah mengikut kadar eksponen.

- **Hon *Multicellular***

Terdiri daripada beberapa hon eksponen yang disatukan untuk mengagihkan pemancaran gelombang bunyi frekuensi tinggi ke kawasan yang lebih luas.

Kebanyakannya digunakan untuk sistem siaraya dan pawagam sebagai unit pembesar suara frekuensi tinggi.

- c) **Hon Berlipat (*Re-entrant Horn*)**

Hon ini direkabentuk dengan melipatkan hon eksponen untuk mengurangkan saiznya. Bentuk ini membolehkannya beroperasi pada frekuensi tinggi dan rendah. Hon berlipat ini ditunjukkan dalam Rajah 2.5.

Oleh kerana pemilihan tempat untuk projek ini dilakukan dalam keadaan bilik yang biasa, maka kita harus mengetahui sedikit sebanyak tentang bahan binaan, penyerapan bunyi serta gema yang berlaku.

## **2.7 Bunyi**

Bunyi adalah merupakan hasil ayunan atau perubahan udara rancak yang sampai ke telinga, kemudian dikesan serta diproses dan seterusnya dihantar kepada otak dan dikenali sebagai bunyi.

Gelombang bunyi boleh merambat dalam hampir semua jenis bahan perantaraan seperti udara, pepejal, cecair dan sebagainya. Bunyi tidak dapat merambat di dalam ruang vakum. Bunyi hanya boleh merambat dalam bahan-bahan yang mempunyai molekul-molekul yang bergerak bebas.

Gelombang bunyi yang merambat dalam udara akan merambat mengikut cara mampatan udara. Gelombang bunyi bersifat tiga dimensi. Gelombang ini akan menghilang semakin jauh ia bergerak dari sumber bunyi. Ini adalah kerana gelombang bunyi tadi terpaksa meliputi permukaan udara yang semakin meluas, maka tenaga bunyi tadi akan semakin mengurang.

Bagaimanapun bagi gelombang bunyi yang merambat dalam bahan satu dimensi seperti tiub, maka kehilangan tenaganya hampir tidak berlaku langsung. Contoh pergerakan bunyi seperti ini ialah di dalam terowong. Oleh itu bunyi masih dapat didengar dari jarak yang jauh dari sumber.

### 2.7.1 Pembentukan bunyi

Kebanyakan bahan binaan dari bahan pepejal. Semua bahan pepejal akan kemik apabila ditekan. Kedalaman kemik itu pula bergantung kepada kekuatan daya yang dikenakan dan jenis bahan yang menerima daya tersebut. Jika daya yang amat besar dikenakan pada bahan tersebut maka bahan itu akan kemik secara kekal. Daya yang amat besar ialah daya yang melebihi tegasan pecah atau takat kemik bahan tersebut, lihat Rajah 2.1 (a).

Sebaliknya pula jika daya yang digunakan adalah kecil, sebaik sahaja tindakan daya tersebut dihentikan maka permukaan bahan tersebut akan kembali kepada keadaan asal. Disebabkan oleh pemulihan bentuk itu berlaku dengan cepat, maka permukaan yang laju tersebut akan terlajak dan inilah yang menyebabkan pembentukan gelembung. Gelembung tadi pula dalam prosesnya untuk memulihkan kepada bentuk asal akan terlajak juga dan membentuk kemik semula. Pembentukan kemik dan gelombang secara silih berganti inilah yang akan dikenali sebagai getaran.

Getaran pula menjalar dari satu tempat lain dengan pembentukan gelombang. Melalui proses pembentukan gelombang ini tenaga akustik di sebarkan ke seluruh persekitaran akustik.

### 2.7.2 Keamatan bunyi

Keamatan bunyi bolehlah dianggap sama dengan kekuatan bunyi. Keamatan bunyi ditakrifkan sebagai jumlah ketumpatan tenaga bagi sesuatu bunyi. Keamatan bunyi ialah jumlah tenaga bunyi yang melintasi unit keluasan per unit masa yang disebut dalam unit Watt / meter<sup>2</sup>. Keamatan bunyi dalam atmosfera boleh di terbitkan seperti persamaan berikut:

$$I = P^2 / \rho \cdot c$$

$P$  = tekanan PMKD ( $P_a$ )

$\rho$  = ketumpatan udara ( $\text{Kgm}^{-2}$ )

$c$  = Halaju suara ( $\text{m}^{-2}$ )

$I$  = Keamatan bunyi ( $\text{Wm}^{-2}$ )

Dalam pengukuran bunyi, nilai ukuran yang didapati biasanya akan dibandingkan dengan nilai bunyi piawai. Oleh sebab itu, kita menggunakan skala perbandingan tekanan, iaitu  $\log (p_a^2 / p_o^2)$ , dengan  $p_a$  ialah aras bunyi yang diukur dan  $p_o$  adalah tekanan bunyi perbandingan. Persamaan ini dikenali sebagai *aras tekanan bunyi* (SPL) - *sound pressure level* yang diberikan sebagai:

$$\text{SPL} = 10 \log p_a^2 / p_o^2$$

dengan,  $p_o = 2 \times 10^{-5} p_a$

Dalam perbandingan bentuk elektrik, persamaan akustik tadi akan dikenali sebagai *Aras kuasa Bunyi* yang diberikan oleh persamaan:

$$SWL = 10 \log [(kuasa bunyi)/(kuasa bandingan)]$$

$$\text{Kuasa bandingan} = 1 \times 10^{-12} \text{ Watt}$$

### 2.7.3 Tekanan bunyi

Tekanan bunyi di dalam udara adalah terlalu kecil berbanding dengan tekanan semulajadi di dalam atmosfera. Manusia yang normal dapat mendengar tekanan bunyi yang paling minima ialah  $0.00002 \text{ Pa}$  dimana  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ newton / meter}^2$ . Biasanya tekanan bunyi yang mencapai  $20 \text{ Pa}$  sudah membinggitkan telinga.

Semua tekanan bersih yang dihasilkan oleh sumber bunyi dalam udara bebas mesti ditindih dengan tekanan udara yang sudah sedia wujud iaitu  $10^5 \text{ Pa}$ . Tekanan bunyi yang paling kuat pun jika berbanding dengan tekanan atmosfera adalah masih kecil. Tekanan bunyi adalah merupakan satu komponen bunyi yang biasanya dijadikan sebagai bahan rujukan dalam pengukuran sesuatu kekuatan bunyi.

### 2.7.4 Perambatan bunyi

Aras kekuatan tekanan di suatu kawasan persekitaran sumber bunyi akan mendatangkan kesan kepada sumber bunyi tersebut. Tekanan bunyi biasanya lebih senang diukur daripada dikira. Ini kerana sumber bunyi itu sendiri merupakan sesuatu yang abstrak. Sebelum kerja pengukuran sesuatu bunyi itu dilakukan, kita perlulah memastikan dahulu bahawa tiada gangguan yang boleh mencacatkan pengukuran itu. Bagi mendapatkan pengukuran yang tepat, maka perlulah :



- Mengetahui paras tekanan bunyi di tempat yang berhampiran dengan kawasan yang hendak dilakukan pengukuran.
- Mengetahui aras tekanan bunyi dari sumber yang sama tetapi di tempat pengukuran yang berbeza

### 2.7.5 Penggunaan skala aras (dB)

Nilai mutlak bagi kuantiti bunyi jarang diperlukan dalam kajian akustik senibina. Kuantiti bunyi yang diperlukan adalah memadai dinyatakan dalam nilai perbandingan sahaja. Dalam pengukuran kekuatan bunyi, ukuran yang biasa digunakan adalah Aras Tekanan Bunyi (SPL). Nilai sifar diberikan kepada kekuatan yang paling lemah yang dapat dikesan oleh telinga manusia yang normal. Kekuatan bunyi yang berada diatas aras piawai ini sahaja yang diambil kira dalam pengukuran akustik. Ini di sebabkan oleh, bunyi yang berada dalam tahap ini adalah penting dalam perhubungan manusia. Penggunaan skala ini membolehkan kuantiti akustik seperti kuasa, keamatan dan ketumpatan tenaga dibandingkan dengan satu nilai piawai.

### 2.7.6 Unit desibel(dB)

Bagi mengukur yang mutlak kita berpandukan kepada tekanan atmosfera. Tekanan bunyi bandingan yang biasanya didengar adalah 0.00002 paskal.

$$\text{SPL} = 10 \log P_b^2/P_o^2 \text{ dB}$$

$$P_o = 0.00002 \text{ Paskal}$$

$$\text{SPL} = 20 \log P_b/P_o \text{ Db}$$

## **2.8 Pantulan**

Menurut hukum pantulan asas mengatakan bahawa sudut tuju adalah sama dengan sudut pantulan. Dengan menggunakan hukum ini, bunyi yang dipantulkan dari permukaan yang cekung akan menumpu dan bunyi yang dipantulkan dari permukaan yang cembung akan berselerak. Manakala, pada permukaan yang rata pantulan akan terjadi secara selari. Ini dapat dilihat pada gambarajah 2.1(b) di lampiran A.

## 2.9 Penyerapan

Penyerapan adalah merupakan salah satu parameter yang penting dan sentiasa dijadikan rujukan apabila kita membicarakan tentang akustik ruang. Kadar penyerapan bergantung kepada jenis bahan yang digunakan dalam merekabentuk bangunan tersebut. Hasil kombinasi yang baik antara penyerapan, pantulan dan penerusan akan menjadikan sesebuah bilik atau ruang itu cukup selesa untuk digunakan.

Tujuan penyerapan adalah digunakan untuk menurunkan aras tekanan bunyi dalam sesuatu ruang akustik dan bagi membuang komponen bunyi yang tidak diperlukan.

Permukaan yang dapat menyerap tenaga bunyi akan dapat mengelakkan dari berlakunya pantulan pada permukaan tertentu dan dapat mengawal kadar gemaan sesuatu ruang. Pemilihan bahan binaan yang sesuai adalah penting bagi memastikan ruang tersebut mempunyai ciri-ciri akustik yang tinggi.

### 2.9.1 Bahan penyerap akustik

Penyerap akustik atau nama dalam istilah fiziknya lebih dikenali sebagai *transducer* adalah merupakan bahan yang dapat mengubah tenaga daripada sesuatu bentuk kepada bentuk yang lain. Dalam hal ini penyerap akustik mengubah tenaga bunyi kepada tenaga haba.

Penyerap akustik dapat dibahagikan kepada tiga jenis iaitu:

- Penyerap berliang
- Panel difragma

- Penyalun rongga

Keberkesanan penyerapan dan julat frekuensi yang diserap pula bergantung kepada jenis bahan penyerap. Penyerap panel lebih berkesan pada frekuensi yang rendah.

Penyerap berliang berkesan pada frekuensi yang tinggi dan julat frekuensi penyerapannya yang lebih lebar. Julat frekuensi yang boleh diserap oleh penyalun rongga adalah lebih kecil dan frekuensinya ditentukan oleh saiz rongga.

Pemilihan bahan penyerap akustik bukan sahaja berdasarkan kepada keberkesanan penyerapan dan julat frekuensi yang dapat diserap, tetapi juga mengambil kira kos daripada pemilihan bahan penyerap tersebut. Faktor-faktor lain yang juga diambil kira ialah ketumpatan bahan, ketahanan terhadap api dan air, tahan lama, kebersihan kemudahan untuk diselenggarakan dan estetikanya

### **2.9.2 Penyebaran keamatan suara**

Keadaan ini memerlukan penyebaran bunyi yang menyeluruh yang akan terhasil melalui pembalikkan yang berkesan oleh permukaan dewan berkenaan. Tahap keamatan bunyi yang betul diperlukan bagi mendapatkan kejelasan percakapan yang maksima.

### **2.9.3 Tahap gema**

Tahap gema bunyi sepatutnya sama pada keseluruhan kawasan ruang berkenaan dan ini bergantung kepada kuasa punca bunyi dan masa gema

#### **2.9.4 Kejelasan bunyi**

Kekuatan bunyi asal mestilah lebih tinggi daripada kekuatan bunyi gema pada semua tempat dalam dewan kuliah tersebut. Ini untuk menghasilkan tahap kejelasan suara yang maksima.

#### **2.9.5 Penyebaran bunyi**

Penyebaran dan pembahagian bunyi yang baik diperolehi sekiranya permukaan pantulan adalah tidak sekata dan elakkan daripada terdapatnya pemfokusan bunyi serta bayangan bunyi. Ia bergantung kepada keadaan awal bunyi yang terhasil daripada pantulan daripada dinding dan siling

#### **2.10 Akustik ruang**

Tenaga bunyi yang merambat di dalam ruang tertutup seperti dewan kuliah, masjid, dewan syarahan dan lain-lain lagi akan bertemu dengan sempadan yang mengelilingi ruang tersebut. Beberapa parameter yang berkait dengan akustik ruang adalah seperti pantulan, penyerapan dan penerusan. Sebahagian dari tenaga bunyi yang bertemu dengan sempadan(dinding) mungkin akan diserap, sebahagian lagi akan dirambat melalui bahan dan selebihnya akan dipantulkan kembali ke dalam ruang oleh sempadan berkenaan.

Biasanya bunyi akan merambat ke semua arah, tenaganya akan diserap oleh persekitaran jika sumber bunyi itu berada di kawasan lapang. Bagi sumber bunyi yang berada di ruang tertutup, tentunya pantulan-pantulan dari permukaan sempadan yang

tidak terhingga banyaknya akan menghasilkan satu medan bunyi yang kompleks di dalam ruang berkenaan.

Tenaga bunyi akan naik dan pupus secara berturutan. Ini akan menimbulkan banyak masalah kepada pengguna ruang tersebut. Kajian tentang fenomena bunyi dan juga ciri-ciri ruang adalah merupakan perkara yang berkaitan dengan bidang akustik ruang.

Bila bunyi dirambatkan dari satu sumber bunyi dalam udara, siri gelombang bunyi tersebut keluar dan membesar dalam bentuk sfera dan tenaga pada mana-mana titik akan menjadi semakin lemah bila ia semakin jauh dari sumber.

### **2.10.1 Gemaan**

Setiap kali gelombang bunyi bertemu dengan sempadan permukaan ruang, maka sebahagian daripadanya akan terserap manakala sebahagian yang lain pula akan dipantulkan dari permukaan. Gelombang yang akan dipantulkan akan diserap dan sebahagian yang lain akan terpantul semula dan proses ini akan terus berulang sehingga gelombang bunyi tadi pupus.

Apabila sumber bunyi dihidupkan, tekanan bunyi akan naik meninggi dengan penambahan-penambahan kecil. Ini terhasil dari pantulan-pantulan dinding, lantai, siling dan sebagainya sehingga sampai ke suatu aras perimbangan di antara bunyi dari sumber dan akibat dari serapan bahan-bahan dalam ruang. Kemudian apabila sumber bunyi tadi dimatikan tekanan bunyi tidak hilang dengan serta merta tetapi akan pupus secara beransur-ansur bergantung kepada jenis permukaan sempadan ruang berkenaan. Kelewatan pupusnya tekanan bunyi ini dipanggil gemaan.

### 2.10.2 Masa gemaan (RT60)

Masa gemaan telah diperkenalkan oleh *W.c Sabine* iaitu masa bagi bunyi dalam sesebuah ruang tertutup itu pupus sebanyak 60 dB apabila sumbernya tiba-tiba dihentikan. Masa gemaan ini juga ditulis sebagai RT60.

Dalam kajiannya Sabine membuat pengukuran menggunakan paip-paip organ yang dibunyikan dengan mesin peniup yang mudah alih sebagai sumber bunyi dan mengukur kepupusan bunyi dengan pengamatannya sendiri dan juga menggunakan jam randik.

Penurunan bunyi sebanyak 60dB adalah cukup besar dan 20 kali ganda mengikut ukuran telinga. Aras bunyi yang sekitar 30dB pun susah untuk dicari.

Sekiranya bunyi adalah sekitar aras ini maka, aras sumber bunyi mestilah sekurang-kurangnya 90dB. Pada aras ini adalah sudah cukup kuat. Aras bunyi sekitar biasanya melebihi 45dB. Ini bermakna sumber bunyi yang perlu dikeluarkan adalah 105dB. Pada aras ini ianya tentu boleh menyakitkan telinga.

Bagi ukuran yang terperinci, banyak cara yang boleh digunakan, secara amnya memerlukan alat-alat yang berikut:

- Sumber bunyi yang kuat dan meliputi semua oktaf yang diperlukan.
- Meter aras bunyi
- Penapis oktaf untuk membolehkan ukuran bunyi tiap-tiap oktaf di buat. Alat ini biasanya akan digabungkan dengan meter aras bunyi.

Rajah 2.3 menunjukkan graf pengukuran masa gemaan.



### 2.10.3 Masa gemaan optima

Nilai masa gemaan adalah sangat penting dalam menentukan kesesuaian ruang untuk satu-satu kegunaan. Nilai kesesuaian ini adalah sangat subjektif dan ianya bergantung kepada masyarakat untuk menilainya. Jadi tidak adalah nilai angka yang mutlak bagi RT60 untuk sesuatu kegunaan. Pada gambarajah di sebelah adalah angka-angka yang disebut sebagai sesuai bagi kebanyakan orang dan mempunyai had terima yang besar juga.

Umum juga berpendapat bahawa luas isipadu ruang ada pengaruhnya pada pendengaran kita. Dengan ini nilai bagi RT60 bagi fungsi yang sama adalah seeloknya ditingkatkan sedikit bagi ruang yang lebih luas.

Bagi dewan syarahan yang tidak menggunakan alat pembesar suara, RT 60 yang dianggap sesuai ialah antara 0.7 hingga 1.0 saat. Nilai ini ialah untuk ruang yang penuh dengan pendengar. Ruang biasanya kosong semasa dibuat pengukuran. Jadi kita mestilah mengambil kira penyerapan tambahan daripada jumlah orang yang selalunya memenuhi ruang tersebut.

Masa gemaan yang dicadangkan ini umumnya sama bagi jalur-jalur 500Hz hingga 4000Hz. Bagi 250 Hz eloknya ditinggikan sebanyak 15%, bagi 125Hz ditinggikan kira-kira 50% dan bagi 63Hz ditinggikan lagi supaya nada kedengaran penuh. Bagi jalur oktaf 8000 Hz pula elok direndahkan sedikit.

#### 2.10.4 Pengukuran masa gemaan (RT60)

Dalam membuat pengukuran masa gemaan RT(60) dalam ruang tertutup pelbagai kaedah yang dapat digunakan dan berbagai alat moden di pasara yang boleh didapati.

Peralatan yang biasa digunakan dalam pengukuran RT60 ini ialah :

- Sumber bunyi yang mengeluarkan bunyi yang kuat dan meliputi semua oktaf yang diperlukan. Contohnya, sumber dari alat elektronik, pengayun dengan 'warbled' dan lain-lain.
- Meter aras bunyi
- Penapis oktaf - membolehkan pengukuran bunyi tiap-tiap oktaf dan digunakan bersama meter aras bunyi.

#### 2.10.5 Pengiraan masa gemaan

Persamaan bagi masa gemaan adalah seperti berikut:

$$RT60 = \frac{0.16V}{A}$$

A

RT60 - Masa gemaan atau masa aras tekanan bunyi pupus 60dB

V - Isipadu ruang dalam m<sup>3</sup>

A - Jumlah penyerapan dalam meter<sup>3</sup>

Jumlah penyerapan (A) ialah jumlah hasil luas permukaan didarab dengan pekali penyerapan bagi tiap-tiap permukaan:

$$A = S_1a_1 + S_2a_2 + \dots + S_n a_n$$

Dengan ;

$S_1, S_2, \dots, S_n$  - Keluasan permukaan ( $m^3$ )

$a_1, a_2, \dots, a_n$  - Pekali penyerapan bahan-bahan.

Bagi ruang yang luas, penyerapan oleh udara terutamanya bagi frekuensi tinggi boleh juga diambil kira walaupun angkanya kecil dan biasanya diabaikan. Oleh itu ungkapan yang asal menjadi:

$$RT60 = \frac{0.16}{A + xV} \text{ V saat}$$

$$A + xV$$

$x$  - Penyerapan udara

$V$  - Isipadu ruang

$A$  - Jumlah penyerapan permukaan

Ungkapan ini sudah memadai untuk kegunaan kejuruteraan kecuali untuk ruang-ruang tanpa gema atau hampir tanpa gema. Ungkapan Sabine ini tidak mungkin mempunyai nilai kosong tetapi ruang tanpa gema mempunyai RT60 melebihi kosong.

Untuk mengatasi masalah ini, maka biasanya digunakan Ungkapan Eyring:

$$RT60 = \frac{0.16V}{S[-\ln(1-a)] + xV} \text{ saat}$$

Dengan :

$$a = ( S_1a_1 + S_2a_2 + \dots + S_n a_n ) / S$$

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_n$$

Ungkapan Eyring hanya digunakan jika 'a' melebihi 0.25 kecuali bagi ruang yang besar xV patut diabaikan.

# **BAB 3**

## **BAB 3**

### **KAEDAH PERLAKSANAAN**

#### **3.1 Pengenalan**

Pengukuran pembesar suara adalah perlu untuk mengkaji serta melihat sejauh mana prestasi sesebuah pembesar suara. Pengukuran akan membolehkan pengeluar pembesar suara membuat spesifikasi bagi pembesar suara tersebut. Pengukuran yang dibuat haruslah menggunakan peralatan-peralatan yang berkualiti tinggi dan mengikut prosedur yang piawai kerana ini adalah perlu bagi mendapatkan pengukuran yang tepat dan mengelakkan dari berlakunya ralat. Jika pengukuran yang dibuat menggunakan alat yang mempunyai ketepatan  $\pm 0.01$  dB dan mendapatkan keputusan antara  $\pm 1.0$  dB, pengukuran ini adalah dikira baik dan boleh diterima ketepatan keputusannya.

Oleh itu dalam ujikaji ini pengukuran hanya dibuat keatas pembesar suara dari segi pola pengarah dan sambutan frekuensi disamping melihat dari segi kepekaan dan kecekapan secara tidak langsung.

#### **3.2 Kawasan Pengukuran**

Peralatan yang asas bagi pengukuran sesebuah pembesar suara ditunjukkan dalam Rajah . Pembesar suara diletakkan di dalam kawasan pengukuran (measuring environment) dan isyarat dikenakan menggunakan penguat kuasa yang sesuai. Kemudian isyarat yang dikeluarkan oleh pembesar suara tadi akan dikesan oleh pengukur aras bunyi dan data yang diperolehi akan dimasukkan ke penangkap data (data capture), dan pemproses yang lain untuk dipaparkan dan disimpan. Dalam projek ini penangkap data

atau pemrosesan yang digunakan adalah Modular Percision Jenis 2260 sejenis penentu ukur aras bunyi.

Secara ideal, ujikaji ini dibuat dipersekitaran yang mempunyai hingar, halangan serta terdapat sempadan pembalikan iaitu di bilik biasa yang mana mempunyai semi penyerapan. Pengukuran biasanya diukur didalam bilik tanpa gema kerana keputusan yang diperolehi mempunyai hingar ambien yang terlalu rendah, tiada halangan serta tiada sempadan pembalikan (*free field*).

### **3.3 Keadaan Pengukuran**

Pengukuran yang dijalankan haruslah mengikut keadaan atau syarat-syarat tertentu diantaranya:

#### **3.3.1 Hingar Ambien**

Purata SPL ambien hendaklah dicatatkan . Jika ralat pengukuran tidak melebihi 1 dB, maka kadar signal-to-noise mestilah sekurang-kurangnya 20 dB pada sebarang frekuensi.

#### **3.3.2 Pembesar Suara**

Jenis pembesar suara boleh mempengaruhi kemasukan akustik (*acoustic loading*) dan keputusan yang diperolehi juga berbeza. Oleh itu keadaan pembesar suara hendaklah dinyatakan dengan jelas . Terdapat beberapa kemungkinan iaitu:

- Penyekat yang *standard* atau pengepong yang tertentu.
- Di dalam udara bebas tanpa penyekat atau pengepong.

Sistem pembesar suara yang baik adalah yang tidak mempunyai penyekat atau pengepong tambahan .

### **3.3.3 Jarak Pengukuran**

Pengukuran boleh dibuat di antara *near-field* dan *far-field*. Bunyi didalam *near-field* yang datang dari sumber bunyi yang kompleks mempunyai elemen yang tersebar dan dibalikkan. Oleh itu perubahan kecil pada kedudukan pengukur aras bunyi akan menghasilkan perbezaan keputusan semasa pengukuran dan ini dapat diatasi dengan menambahkan jarak pengukur tersebut.

Keadaan *far-field* pula berlaku apabila jarak digandakan daripada kedudukan punca sumber pada pengurangan sebanyak 6 dB dalam aras bunyi (hukum kuasa dua songsang). Keadaan ini berlaku bila jarak antara pengukur aras bunyi dan sumber adalah tiga kali ganda jaraknya. Walau bagaimanapun, pengukuran dalam near-field selalu digunakan.

### **3.3.4 Paksi Rujukan**

Pengukuran dibuat dengan menganggap data yang diperolehi dari bacaan alat pengukur yang betul ; titik rujukan digunakan sebagai paksi sifar untuk pengukuran sambutan frekuensi dan sambutan pengarah. Paksi rujukan biasanya normal dengan penyekat hadapan bagi sesebuah pembesar suara.



### 3.3.5 Suhu

Suhu boleh mempengaruhi prestasi pembesar suara , contohnya bahan yang dibuat daripada plastik boleh rosak jika dikenakan suhu yang tinggi. Oleh itu pengukuran haruslah dibuat pada suhu bilik iaitu  $25 \pm 5^\circ\text{C}$ .

## 3.4 Kriteria Pengukuran

Berbagai pengukuran diperlukan untuk menentukan prestasi sesebuah pembesar suara. Dalam projek ini hanya kriteria pengukuran terhadap sambutan frekuensi dan sambutan pengarah diambill kira.

### 3.4.1 Sambutan Frekuensi

Pengukuran sambutan frekuensi amat penting dalam mengkaji prestasi pembesar suara. Sambutan yang rata dari frekuensi rendah ke frekuensi tinggi merupakan sambutan yang paling ideal. Domain masa mewakili sambutan bagi denyut ideal yang dikenali sebagai sambutan denyut  $h(t)$ , manakala rangkap pindah bagi domain frekuensi ialah  $H(f)$ . Sambutan denyut dan sambutan frekuensi mempunyai kaitan secara matematik di dalam jelmamaan *fourier*; jika salah satu dari domain diketahui , maka keluaran boleh diramalkan bagi sebarang isyarat masukan keadaan mantap atau fana .Secara matematik ia dapat ditunjukkan

#### 3.4.4 Kecekapan

Kecekapan pembesar suara biasanya digambarkan dengan kadar jumlah kuasa akustik dalam *free field*. Biasanya kecekapan diungkap dalam peratusan. Lebihan kuasa masukan akan menjadi haba.

#### 3.4.5 Galangan

Pembesar suara biasanya direka hanya mempunyai beberapa nilai galangan dan biasanya galangan yang digunakan adalah  $16\Omega$ ,  $8\Omega$  dan  $4\Omega$  sahaja . Namun begitu terdapat juga pembesar suara yang mempunyai galangan  $6\Omega$ .

Galangan masukan bagi pembesar suara akan berubah dengan frekuensi. Rajah menunjukkan galangan bagi pembesar suara *two-way* pengepong tertutup. Jika dilihat pada graf galangan, curam akan terbentuk pada frekuensi rendah; ini melambangkan salunan sistem tersebut. Alunan yang lain pula melambangkan regangan bagi pembesar suara yang disebabkan oleh elemen pemuat dan peraruh di dalam komponen lintasan dan juga unit pemacu bagi pembesar suara tersebut.

Cara pengukuran asas dilakukan dengan menggunakan sama ada voltan tetap ataupun arus tetap. Biasanya galangan pembesar suara diukur dengan menggunakan kaedah arus tetap iaitu penjana voltan disambungkan ke pembesar suara melalui perintang yang bergalangan yang lebih tinggi daripada pembesar suara yang diuji; biasanya 3 hingga 4kHz bagi pembesar suara  $8\Omega$  . Tetapi dalam projek ini nilai galangan tidak diambilkira semasa proses pengukuran.

### 3.5 Pengukuran Sambutan Frekuensi dan Polar Pengarahan

Ujikaji ini dijalankan bertujuan untuk mengkaji corak kekutuban bagi sistem sesebuah pembesar suara disamping melihat dari sambutan frekuensinya. Ujikaji ini dilakukan ke atas dua jenis pembesar suara iaitu Pengepong Tertutup dan Labyrinth serta dijalankan di bilik demonstrasi Fakulti Kejuruteraan Elektrik sebagai bilik ujikaji yang mengambilkira bagaimana corak kekutuban dalam keadaan bilik biasa. Kita akan mengetahui kedudukan terbaik sesebuah pembesar suara harus diletakkan dan manakah satu pembesar suara yang terbaik dengan membandingkan keputusan yang diperolehi .

#### 3.5.1 Peralatan

Di antara peralatan -peralatan yang digunakan untuk menjalankan ujikaji ini ialah:

- a) Penjana Audio
- b) Perisian Analisis Bunyi Jenis BZ 7201
- c) Penguat Kuasa (AP - 6060)
- d) Penentukur / Penganalisis Aras Bunyi Jenis 2260 (Bruel & Kjaer)
- e) Pembesar Suara dan Kabel
  1. Pembesar suara jenis pengepong tertutup SONY, APM- 078
  2. Pembesar suara jenis *Labyrinth*
- f) Pemegang penentukur serta meja bagi meletakkan pembesar suara.

### 3.5.2 Pengujian Pembesar Suara

Pengukuran terhadap pembesar suara ini dilakukan di ruang bilik Demotransi dimana kita akan mengambilkira segala aspek seperti binaan ruang , langsir serta perkakas dalam bilik tersebut. Pengukuran dilakukan di beberapa sudut dalam bilik tersebut seperti di tengah-tengah ruang serta di bucu-bucu bilik tersebut.

Pengukuran atau pengujian ke atas dua jenis pembesar suara iaitu pengepong tertutup (SONY, APM-078) dan Laybrinth akan melalui cara kerja yang sama .

Bagi pengukuran didalam Bilik Demontrasi Fakulti Kejuruteraan Elektrik kaedah pendekatan yang digunakan adalah berbeza sedikit kerana penganalisis audio hanya boleh digunakan untuk kegunaan makmal sahaja. Oleh itu kaedah yang digunakan dalam mengukur polar pengarah dan sambutan frekuensi bagi sistem pembesar suara adalah seperti berikut.

Sebelum pengujian keatas sesebuah pembesar suara dijalankan , beberapa kaedah menggunakan alat penentukur haruslah diketahui. Di samping itu penilaian ke atas masa gema secara pengiraan juga perlu bagi mengetahui sama ada ia memberikan kesan yang ketara ke atas keputusan polar pengarah nanti ataupun tidak.

### 3.6 Mengukur Masa Gemaan RT60 dengan Pengiraan

Bagi mengukur nilai RT 60 bagi bilik Demonstrasi Fakulti Kejuruteraan Elektrik saya cuma menggunakan formula yang diberikan:

$$RT60 = \frac{0.16V}{A}$$

RT60 - Masa gemaan atau masa aras tekanan bunyi pupus 60dB

V - Isipadu ruang dalam m<sup>3</sup>

A - Jumlah penyerapan dalam meter<sup>3</sup>

Jumlah penyerapan (A) ialah jumlah hasil luas permukaan didarab dengan pekali penyerapan bagi tiap-tiap permukaan:

$$A = S_1a_1 + S_2a_2 + \dots + S_n a_n$$

Dengan ;

$S_1, S_2, \dots, S_n$  - Keluasan permukaan (m<sup>2</sup>)

$a_1, a_2, \dots, a_n$  - Pekali penyerapan bahan-bahan.

Dari persamaan diatas saya cuma perlu mencari luas permukaan serta mengetahui jenis bahan binaan yang digunakan untuk bilik tersebut. Frekuensi rujukan adalah 1 kHz dan RT60 yang diambil adalah pada tanpa pendengar. Panjang, lebar serta ketinggian bilik tersebut dinyatakan melalui Gambarajah 4.1. Jadual 4.1 pula menerangkan jenis bahan binaan, keluasan, pekali penyerapan bahan dalam bilik tersebut serta pekali

keseluruhan yang melibatkan semua jenis bahan. Sila rujuk di bab 4; keputusan serta analisis.

### **3.6.1 Pengukuran aras tekanan bunyi**

Aras tekanan bunyi atau *sound pressure level* (SPL) adalah merupakan satu kuantiti fizik yang boleh diukur. Tekanan bunyi yang boleh di kesan oleh telinga manusia pada aras pendengaran biasa ialah  $2 \times 10^{-5}$  Pa (pascal). Tekanan bunyi 0 dB diambil sebagai rujukan. Tekanan bunyi lebih praktikal diukur daripada di kira. Bacaan SPL ini di gunakan untuk melakarkan polar pengarahannya bagi sistem pembesar suara.

## **3.7 Kaedah Penggunaan Penentukur Aras Bunyi Jenis 2260**

Untuk menggunakan penentukur ini terdapat dua jenis kunci iaitu

- a) Kekunci keras (*Hard keys*)
- b) Kekunci lembut (*Soft keys*)

### **3.7.1 Kekunci keras (*Hard keys*)**

Kekunci ini dapat dilihat pada panel hadapan penentukur di sebelah atas dan penunjuk atau fungsi bagi setiap kekunci ini akan ditunjukkan dalam Rajah berserta penunjuknya sekali. Kekunci ini terdiri dari 4 *mode* iaitu :

- a) Sistem
- b) *Set-up*
- c) Pengukuran (*Measure*)
- d) *Calibrate*

### 3.7.2 Kekunci lembut (Soft keys)

Kekunci ini terdapat pada sebelah kanan monitor penentukur. Fungsi setiap kekunci ini akan diterangkan dalam Rajah 6 (dalam Lampiran A).

Bagi menghidupkan penentukur ini terdapat dua pilihan sama ada menggunakan salah satu dari berikut:

- Enam biji bateri 1.5V LR14/ saiz C bateri alkaline
- Bekalan kuasa 12 V DC

Tetapi dalam projek ini penentukur hanya boleh menggunakan bateri kerana tiada bekalan kuasa atau Adapter yang sesuai dengan masukan pada penentukur tersebut. Bateri ini boleh diuji statusnya dengan menekankan kekunci keras *System, Battery* di mana takat lemah bateri dapat ditetapkan.

### 3.7.3 Menyimpan dan mengubah data

Penentukur Modular Precision Jenis 2260 ini mestilah mempunyai perisian yang telah disediakan beserta aksesori yang bersesuaian. Untuk mengetahui apakah perisian yang terdapat dalam penentukur ini; ikuti langkah berikut:

1. Masukkan perisian yang diberi iaitu BZ 7201 dalam PCMCIA slot yang terletak pada bahagian bawah penentukur. Bahagian yang berlogo Bruel & Kjaer hendaklah pada bahagian atas ketika memasukkan perisian tersebut.
2. Tekan kekunci keras bagi *Sistem* untuk memilih *System Menu*
3. Kemudian tekan < *Application* > kekunci lembut. *Application menu* akan dipaparkan.

4. Tekan <About > kekunci lembut untuk mendapatkan senarai data perisian dan maklumat lanjut tentang perisian tersebut.
5. Tekan < OK > kekunci lembut untuk kembali kepada *Application menu*.

### 3.7.4 Pengukuran Polar Pengarahan

#### Carakerja

Selepas melihat kepada *System* serta perisian yang terdapat dalam BZ 7202 kita akan mula membuat pengukuran. Berikut adalah carakerja menggunakan penentukur jenis 2260 bagi mendapatkan bacaan.

1. Pastikan pembesar suara sudah disambungkan dengan penguat bunyi dan penguat bunyi dengan penjana audio. Ambil kedudukan tengah sebagai permulaan.
2. Letakkan pembesar suara tersebut pada kedudukan 0° dengan penentukur aras bunyi dengan jarak 1 meter seperti yang ditunjukkan dalam Rajah .
3. Hidupkan sumber bunyi bagi mendapatkan gemaan sebenar yang berlaku dalam bilik berkenaan. Hidupkan juga penguat bagi mendapatkan isyarat bagi pembesar suara tersebut.
4. Setelah penentukur dihidupkan, pastikan segala pengukuran yang dilakukan sebelum ini dihapuskan dengan menekan < Reset/Start > bagi memastikan internal buffer dalam keadaan kosong.
5. Tekan < Measure > kekunci keras bagi memulakan pengukuran.
6. Tetapkan bacaan pengukuran pada SPL dengan menekan <Edit Field> kekunci lembut .



7. Bacaan yang diperolehi akan disimpan. Untuk menyimpan data yang diperolehi tekan < *Store* > kekunci keras.
8. Dengan mengubah kedudukan penentukur aras bunyi pada sudut tertentu (penambahan setiap  $15^\circ$ ) terhadap kedudukan pembesar suara tersebut, tentukan nilai gandaan seterusnya dengan langkah 6 dan seterusnya diikuti dengan langkah 7.
9. Ujikan pembesar suara ini pada kedudukan yang berbeza dalam bilik tersebut. Ulangi langkah 1 hingga 7. (Ulangi langkah ini untuk kedua-dua pembesar suara.).
10. Untuk mendapatkan semula data bacaan yang diperolehi, tekan < *Recall* > kekunci keras; di mana semua data yang diambil akan dipaparkan di skrin penentukur.

Perhatian: Tetapkan frekuensi pada tiga julat iaitu 200 Hz , 1kHz dan 10kHz bagi kedua-dua jenis pembesar suara

### **3.8 Kedudukan Pengukuran**

Bagi pengukuran pembesar ini ,perlu dilihat dari empat elemen asas iaitu:

- a) kanan / kiri bahagian depan pembesar suara
- b) tengah bahagian hadapan di mana terletak antara kanan dan kiri pembesar suara
- c) kanan / kiri tepi (surround -sound ) pembesar suara.
- d) subwoofer

Walau bagaimanapun kajian ini cuma mengambil kira tiga elemen utama di atas.

Bagi elemen pertama yang melibatkan kanan dan kiri bahagian depan pembesar suara parameter yang paling penting perlu ditekankan ialah ketinggian. Sudut yang sesuai untuk imej yang baik adalah  $60^\circ$ . Namun begitu sudut kedudukan yang paling baik untuk membentuk imej kebiasaannya adalah  $45^\circ$ . Kedudukan bahagian tengah mungkin merupakan bahagian terpenting kerana ia dapat menghantar hampir  $2/3$  daripada keseluruhan sistem tenaga akustik. Manakala bahagian tepi merupakan pelengkap sekiranya ingin mewujudkan suatu sistem penuh bagi *Home Theater*. Oleh itu dari projek ini kita akan cuba mencari kedudukan yang paling sesuai serta sudut yang terbaik bagi sesebuah pembesar suara diletakkan.

Ujikaji ini dijalankan bertujuan untuk mengkaji prestasi bagi pembesar suara dari segi sambutan frekuensi dan pola pengarahannya. Ujikaji ini dilakukan ke atas beberapa pembesar suara yang berbeza di dalam bilik tanpa gema (rujuk keputusan dari kajian yang lepas) dan juga di ruang bilik demonstrasi yang berbeza. Oleh demikian, kita boleh membandingkan keputusan yang diperolehi untuk mengetahui pembesar suara yang mana yang lebih baik dan kedudukan yang paling sesuai bagi sesebuah pembesar suara diletakkan.

# **BAB 4**

## **BAB 4**

### **KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN**

#### **4.1 Keputusan**

Segala keputusan yang diperolehi telah dicatatkan dan pengiraan untuk mendapatkan RT60 bagi bilik Demontrasi didapatkan. Manakala keputusan mengenai pola pengarahannya serta sambutan frekuensi di dalam bilik Demontrasi serta keputusan pola pengarahannya serta sambutan frekuensi di dalam bilik tanpa Gema (*Anechoic Chamber*) yang diambil data bacaannya daripada tesis yang lepas yang ditulis oleh Zabidah binti Hj. Muda dilakukan perbandingan.

##### **4.1.1 Nilai RT60 yang diperolehi melalui pengiraan**

Nilai RT60 yang diperolehi melalui pengiraan boleh dilihat pada jadual 4.1 ; di mana pengiraan mengambil kira panjang sisi setiap sudut bilik Demontrasi tersebut serta bahan-bahan binaannya dinyatakan. Di samping itu disertai ukuran panjang sisi bilik tersebut di dalam lampiran A (Rajah 4.1).

Jadual 4.1 : Jumlah penyerapan bahan bagi bilik Demontrasi

Jenis Bahan Binaan	Luas Permukaan	Pekali Penyerapan	Pekali x Luas
Konkrit	137.8	0.08	11.02
Cermin	13.5	0.09	0.95
Siling gantung Berliang	124.25	0.10	99.4
Linoliem	41.7	0.11	2.08
Kayu papan	82.56	0.12	8.25

Jumlah Penyerapan Keseluruhan , S

121.7

Isipadu Ruang Bilik , V = 406.33

Menurut formula;

$$\begin{aligned}
 RT60 &= (0.16)(V) / S \\
 &= 0.16 ( 406.33 ) / 121.7 \\
 &= 0.534 \text{ saat}
 \end{aligned}$$

Merujuk pada graf Masa Gemaan sebagai fungsi isipadu pada Rajah 3.5

mendapati bahawa masa gemaan dalam bilik tersebut menurut teori adalah 0.6 saat. Oleh itu pengukuran dapat dibuat dengan mengabaikan kesan gemaan dalam bilik tersebut.

#### 4.1.2 Sambutan frekuensi

Sambutan frekuensi yang diperolehi dalam bilik Demontrasi boleh dilihat pada Jadual 4.2 (a). Bagi kedua-dua jenis pembesar suara, di mana frekuensi rujukannya

adalah pada 1kHz. Langkah seterusnya adalah data bacaan yang diperolehi dalam bilik tanpa Gema yang diambil dari tesis yang lepas boleh dilihat pada Jadual 4.2 (b) dilakukan sebagai perbandingan. Rajah sambutan yang diperolehi boleh dilihat pada Rajah 4.2 (a) dan (b) bagi bilik Demontrasi dan Rajah 4.3 (a) dan (b) bagi bilik Tanpa Gema untuk kedua-dua jenis pembesar suara (dalam Lampiran A).

**Jadual 4.2(a) : Sambutan frekuensi dalam bilik Demontrasi**

Frekuensi (Hz)	Gandaan ( dB )	
	Pengepong Tertutup	Labyrinth
200	83	73
300	84	75
400	83	76
500	82	77
600	85	79
700	86	80
800	88	81
900	89	82
1000	90	81
2000	89	83
3000	87	80
4000	86	77
5000	86	76
6000	86	74
7000	84	76
8000	89	75
9000	93	72
10000	89	64
20000	80	60

Jadual 4.2(b) : Sambutan Frekuensi dalam bilik Tanpa Gema [8]

Frekuensi (Hz)	Gandaan (dB)	
	Pengepong Tertutup	Labyrinth
200	80	74
300	81	76
400	80	77
500	80	77
600	82	78
700	83	79
800	84	80
900	86	81
1000	88	81
2000	86	80
3000	86	78
4000	86	72
5000	86	80
6000	82	80
7000	89	78
8000	92	76
9000	88	74
10000	89	74
20000	78	63

#### 4.1.3 Pola Pengarahan

Pola pengarahan yang diperolehi dapat dipecahkan kepada empat pola yang mana ia berdasarkan kedudukan pembesar suara tersebut diletakkan. Kedudukan pembesar suara boleh dikatakan seperti berikut:

- Tengah ruang bilik tersebut (dipusing pada sudut 360° keseluruhannya). Bacaan yang diperolehi boleh dilihat pada Jadual 4.3(a), manakala pola pengarahan yang

diperolehi pada Rajah 4.4 (a) dan (b); (dalam Lampiran A). Sebagai perbandingan pola yang didapati dalam bilik Tanpa Gema ditunjukkan pada Rajah 4.5 (a) dan (b) dibandingkan.

- Tengah bersentuhan dengan dinding hadapan bilik (dipusing pada  $90^\circ$  dari kiri dan kanan). Bacaan yang diperolehi didapati pada Jadual 4.4, manakala pola pengarahannya pada Rajah 4.6(a) dan (b); (dalam Lampiran A).
- Sisi sebelah kanan bilik (dipusing pada  $90^\circ$  dari pusat ke sebelah kiri). Bacaan pola pengarahannya didapati pada Jadual 4.5, manakala pola yang diperolehi pada Rajah 4.7 (a) dan (b); (dalam Lampiran A) .
- Sisi sebelah kiri bilik (dipusing pada  $90^\circ$  dari pusat ke sebelah kanan). Bacaan pola pengarahannya didapati pada Jadual 4.6, manakala pola yang diperolehi pada Rajah 4.8 (a) dan (b); (dalam Lampiran A).



Jadual 4.3(a) : Ujian Pola Pengarahan dalam Bilik Demonstrasi

Darjah	Pengepong Tertutup			Labyrinth		
	200	1k	10k	200	1k	10k
0	82.0	89.0	94.2	77.1	86.8	74.4
15	81.2	88.0	91.2	77.1	86.8	73.2
30	81.2	87.0	85.4	77.0	86.6	71.7
45	80.0	86.0	80.6	76.8	86.6	68.2
60	80.0	85.4	79.4	76.8	79.0	65.4
75	79.8	84.2	78.2	76.8	78.6	61.3
90	78.9	81.2	74.5	76.2	76.0	56.4
105	78.0	81.2	69.6	75.4	73.2	51.2
120	77.1	81.2	67.8	76.0	69.4	49.0
135	77.1	78.6	67.8	72.4	68.2	49.0
150	77.1	76.2	65.6	72.4	68.2	50.2
165	77.1	74.4	63.2	74.2	66.0	47.2
180	78.0	71.7	65.6	72.0	61.2	42.0
195	77.2	73.0	59.8	72.0	59.6	49.0
210	77.2	74.2	62.4	73.7	58.6	48.0
225	77.2	71.2	66.4	69.0	64.2	50.7
240	78.0	70.4	68.7	73.2	69.8	56.7
255	77.0	76.4	71.4	73.2	74.0	60.2
270	79.0	80.2	75.2	74.0	78.4	66.4
285	79.0	81.2	77.2	76.8	82.2	67.8
300	79.0	82.4	84.8	76.8	86.6	68.2
315	81.0	86.2	86.4	77.1	86.8	73.4
330	81.2	86.8	89.2	77.1	86.8	73.4
345	82.0	87.8	93.4	77.1	86.8	74.2

Jadual 4. 3(b) : Ujian Pola Pengarahan dalam Bilik Tanpa Gema [8]

Darjah	Gandaan (dB)					
	Pengepong Tertutup			Labyrinth		
	200	1k	10k	200	1k	10k
0	82	88	93	78	81	74
15	81	87	90	78	81	73
30	81	86	84	78	79	70
45	81	84	79	77	78	68
60	80	82	78	75	75	65
75	80	81	74	75	72	61
90	79	81	69	75	69	56
105	78	81	67	76	68	50
120	77	78	67	72	68	48
135	77	74	65	72	66	48
150	77	70	63	73	58	49
165	77	73	65	74	61	46
180	78	74	62	72	64	41
195	77	71	65	72	66	48
210	77	70	59	73	63	47
225	77	76	62	69	68	46
240	78	80	66	72	69	45
255	71	81	68	74	69	49
270	79	81	71	74	71	54
285	79	82	75	74	74	60
300	79	83	77	76	76	66
315	81	85	80	78	78	67
330	81	86	85	78	80	68
345	81	87	90	78	81	72

Jadual 4.4 : Ujian Pola Pengarahan pada sudut 180° dari dinding

Di tengah bilik Demonstrasi

Darjah	Gandaan (dB)		
	200	1k	10k
0	75.4	73.2	59.4
15	76.2	75.4	64.2
30	76.8	78.6	68.2
45	76.8	79.1	71.0
60	77.1	79.8	73.4
75	77.1	81.0	76.6
90	78.4	81.0	78.6
105	78.0	81.0	76.4
120	78.0	80.2	72.8
135	77.8	78.6	71.6
150	76.2	76.4	70.2
165	74.6	74.4	65.6
180	74.6	72.6	60.2

Darjah	Gandaan (dB)		
	200	1k	10k
0	79.4	85.6	79.8
15	80.4	86.8	80.4
30	81.2	86.8	81.6
45	81.2	87.2	86.4
60	84.6	88.0	91.2
75	85.4	88.4	94.2
90	86.6	90.6	96.2
105	85.2	88.6	94.8
120	84.8	87.8	91.2
135	84.4	86.6	85.4
150	82.6	86.6	84.2
165	82.6	85.4	81.2
180	80.2	83.2	76.6

Jadual 4.5 Ujian Pola Pengarahan pada sudut 90° dari sudut  
tepi dinding sebelah kanan bilik Demonstrasi

Darjah	Gandaan (dB)			Darjah	Gandaan (dB)		
	Pengepong Tertutup				Labyrinth		
	200	1k	10k		200	1k	10k
0	86.6	90.6	96.2	0	78.4	81.2	78.6
15	85.4	88.4	94.2	15	77.1	81.0	76.4
30	84.6	88.0	91.2	30	77.1	79.8	73.6
45	81.2	87.2	86.4	45	76.8	79.0	71.2
60	81.2	86.8	80.4	60	76.8	78.4	68.0
75	80.4	86.0	79.8	75	76.4	75.2	65.2
90	79.4	85.6	78.6	90	75.6	73.4	60.2

Jadual 4.6 Ujian Pola Pengarahan pada sudut 90° dari sudut  
tepi dinding sebelah kiri bilik Demonstrasi

Darjah	Gandaan (dB)			Darjah	Gandaan (dB)		
	Pengepong Tertutup				Labyrinth		
	200	1k	10k		200	1k	10k
0	87.6	91.8	97.8	0	80.2	84.6	87.6
15	86.7	89.6	96.2	15	79.4	83.6	84.4
30	85.4	88.6	90.2	30	79.4	83.2	80.4
45	83.4	88.2	87.6	45	78.4	82.8	79.4
60	83.2	84.6	83.4	60	77.2	78.6	79.4
75	82.0	83.2	79.8	75	77.2	73.8	74.8
90	80.2	82.8	77.2	90	75.0	70.2	73.2

## 4.2 Perbincangan

Di dalam ujikaji ini terdapat dua jenis pembesar suara yang digunakan iaitu pengepong tertutup dan Labyrinth . Ujikaji ini tertumpu kepada sambutan pengarah dan sambutan frekuensi serta mencari apakah kedudukan terbaik bagi sesebuah pembesar suara untuk diletakkan di dalam bilik demonstrasi yang boleh memuatkan kira-kira 100 hingga 150 orang pelajar didalamnya. Julat frekuensi yang diambil dan digunakan dalam ujikaji ini adalah antara 200 Hz hingga 10 kHz . Ini adalah kerana untuk memudahkan membuat perbandingan dibuat antara plot pengarah yang diperolehi daripada bilik tanpa gema dengan plot pengarah yang diperolehi dari keadaan normal iaitu di dalam bilik Demonstrasi.

### 4.2.1 Sambutan Frekuensi

Ujikaji ini adalah untuk melihat sambutan frekuensi pada jarak tertentu dari pengukur aras bunyi pada *On Axis*. Sambutan frekuensi digambarkan pada graf keluaran (dB) melawan frekuensi (Hz). Sambutan frekuensi dilihat dari segi sama rata atau tidaknya sambutan tersebut. Sambutan frekuensi yang ideal adalah yang sama pada semua frekuensi tidak kira rendah hinggalah yang tinggi. Namun adalah sukar secara praktikalnya untuk memperolehi keputusan yang sedemikian . Dari graf keputusan

sambutan frekuensi bagi pembesar suara pengepong tertutup (ditunjukkan dalam Rajah 4.3(a) ) dan pembesar suara Labyrinth (ditunjukkan dalam Rajah 4.3 (b) ) yang dibuat di dalam bilik tanpa gema dilihat dari julat 1kHz – 10 kHz dan frekuensi 1kHz diambil sebagai rujukan , sambutan frekuensi bagi pembesar suara Pengepong Tertutup dalam bilik tanpa gema ialah + 4 dB (88 dB) – 10 dB . Perbezaan maksimum dengan nilai minimum adalah 14 dB. Bagi sambutan frekuensi Pengepong Tertutup dalam bilik demonstrasi; ialah + 3 dB (90 dB) - 10 dB . Perbezaan antara nilai maksimum dan minimum adalah 13 dB.

Manakala bagi pembesar suara Labyrinth pula, pengukuran sambutan frekuensinya bagi bilik tanpa gema adalah (81 dB) – 18 dB dan perbezaan maksimum dengan minimum adalah 18 dB. Dalam bilik Demonstrasi pula sambutan frekuensinya adalah (81 dB) – 21 dB dan perbezaan antara nilai maksimum dan minimum adalah 23 dB .

Dari ujikaji ini didapati , pembesar suara Pengepong Tertutup mempunyai sambutan yang baik kerana sambutannya agak rata walaupun di dalam bilik Demonstrasi sambutannya tinggi sedikit. Namun jika dibandingkan dengan sambutan oleh dengan pembesar suara Labyrinth dalam kedua-dua keadaan sama ada dalam bilik tanpa gema mahupun dalam bilik Demonstrasi; sambutan Pengepong Tertutup lebih sekata. Bacaan ujikaji terhadap sambutan frekuensi ditunjukkan dalam jadual 4.2 (a) dan (b) dalam kedua-dua keadaan .

#### 4.2.2 Pola Pengarahan

Dari pola pengarahan boleh diketahui dimanakah kedudukan pembesar suara boleh diletakkan sama ada di tepi, tengah, depan atau belakang sesuatu ruang. Jika pola pengarahannya sekata, ini bermakna pendengar akan mendengar dari semua arah dengan jelas.

Pembesar suara yang telah diuji pada 200 Hz, 1 kHz dan 10 kHz pada jarak 1 meter dari mikrofon penentukur bunyi. Graf polar pengarahan pembesar suara pengepong Tertutup yang diuji dalam bilik Demonstrasi ditunjukkan dalam Rajah 4.4 (a) . Manakala pola pengarahan yang dijalankan dalam bilik tanpa gema ditunjukkan dalam Rajah 4.5 (a) .

Dari keputusan serta graf pola yang diperolehi mendapati bahawa dalam keadaan normal pembesar suara pengepong Tertutup nilai SPLnya tinggi sedikit pada bahagian hadapan berbanding nilai SPL yang diperolehi dari bilik tanpa gema. Walau bagaimanapun nilai ini masih sekata pada frekuensi 200 Hz dan 1 kHz untuk bahagian hadapan, tepi dan belakang sama berbanding dengan nilai SPL yang diperolehi dalam bilik tanpa gema.

Namun begitu pada frekuensi 10 kHz, nilai SPLnya memberikan perbezaan yang ketara pada bahagian hadapan, tepi dan belakang. Bagi frekuensi 10 kHz dalam bilik tanpa gema, nilai SPLnya ialah 90 dB di bahagian hadapan dan berkurangan kepada 70 dB di bahagian tepi dan semakin berkurangan kepada 60 dB di bahagian belakang.

Manakala dalam bilik Demonstrasi bagi frekuensi 10 kHz pula, nilai SPL Pengepong Tertutup ialah 92 dB di bahagian hadapan dan berkurangan hampir 70 dB di bahagian tepi dan terus berkurangan kepada hampir 60 dB pada bahagian belakang.

Walaupun hampir sama pola pengarahannya di antara kedua-dua keadaan namun perbezaan pada nilai yang diperolehi memberikan sedikit perubahan pada polanya. Secara keseluruhan pembesar suara Pengepong Tertutup amat sesuai digunakan pada frekuensi rendah dan pertengahan kerana ia memberi kejelasan pendengaran yang baik kepada pendengar tetapi agak kurang jelas didengar pada frekuensi tinggi terutama bagi mereka yang berada di tepi dan belakang pembesar suara.

Bagi pola pengarahannya pembesar suara *Labyrinth* pula, pada frekuensi 200 Hz dalam bilik Demonstrasi ianya sekata dengan nilai SPLnya ialah hampir 80 dB pada bahagian hadapan dan berkurangan 75 dB pada bahagian tepinya dan menurun lagi kepada 70 dB pada bahagian belakangnya. Pada 1 kHz pula, nilai SPLnya adalah 90 dB di bahagian hadapan berkurangan kepada 75 dB pada bahagian tepi dan terus berkurangan kepada 65 dB pada bahagian belakangnya. Pada frekuensi 10 kHz, nilai SPL di bahagian hadapan adalah 70 dB dan makin berkurangan dari bahagian tepi ke bahagian belakang hingga 45 dB.

Manakala dalam bilik tanpa Gema pula, nilai SPLnya agak sekata pada 80 dB pada 200 Hz dan 1 kHz di bahagian hadapan, dan menurun kepada 70 dB di bahagian tepi. Manakala di bahagian belakang nilai SPLnya adalah 70 dB pada 200 Hz dan 60 dB



pada 1kHz. Pada frekuensi 10 kHz, nilai SPL dibagian hadapan ialah 70 dB dan terus berkurangan kepada 50 dB dari bahagian tepi ke bahagian belakang. Ini menunjukkan pengarahannya pembesar suara ini lebih tertumpu pada bahagian hadapan dan pendengar di bahagian belakang akan menghadapi masalah kejelasan walaupun masih boleh mendengar. Segala pola yang diperolehi boleh dirujuk pada Rajah-rajah di Lampiran A.

# **BAB 5**

## BAB 5

### KESIMPULAN, MASALAH DAN CADANGAN

#### 5.1 Kesimpulan

Pada amnya projek ini memenuhi objektif-objektifnya iaitu mengkaji corak kekutuban bagi sistem pembesar suara serta sambutan frekuensi dalam keadaan normal iaitu dalam bilik Demontrasi. Di samping itu, masa gemaan juga diambilkira untuk mendapatkan nilai sebenar sambutan dan pola pengarahannya. Dalam projek ini, gemaan yang berlaku boleh diabaikan kerana masa gemaan yang diperolehi dari pengiraan hampir sama dengan nilai teorinya.

Dari kedua-dua jenis pembesar suara yang diuji dan dalam kedua-dua keadaan didapati Pembesar suara Pengepong Tertutup adalah pembesar suara yang terbaik dan paling sesuai digunakan dalam keadaan normal kerana sambutan frekuensinya agak sekata berbanding dengan sambutan bagi Labyrinth.

Dari segi pola pengarahannya juga, pembesar suara Pengepong Tertutup adalah yang terbaik kerana polanya juga agak sekata berbanding pola pembesar suara Labyrinth. Ianya cukup sesuai digunakan dalam bilik yang kecil memadai hanya menggunakan satu pembesar suara sahaja.

Dari segi kedudukan pula, kedudukan yang paling sesuai diletakkan suatu pembesar suara adalah pada bahagian tengah hadapan bersentuhan dengan dinding yang memberikan sudut  $180^\circ$  kerana pada kedudukan ini pantulan di belakang akan kembali ke hadapan. Kedudukan tepi kanan dan kiri tidak berapa sesuai kerana pantulannya agak berselerak dan tidak sekata walaupun terdapat penambahan dalam gandaan dB .

## 5.2 Masalah

1. Sepatutnya kajian ini dilakukan di dalam rumah tetapi kerana masalah kenderaan untuk mengangkat peralatan yang digunakan serta sebab-sebab tertentu maka kajian ini terpaksa diubah tempatnya kepada Bilik Demonstrasi.
2. Pengukuran yang dilakukan terpaksa dijalankan secara manual kerana Penganalisa Audio yang terdapat di makmal hanya boleh digunakan untuk kegunaan makmal Akustik sahaja dan tidak dapat dibawa keluar.
3. Keputusan juga diambil secara manual dan graf dilukis berdasarkan bacaan yang diambil.
4. Manual penggunaan penentukur / penganalisis bunyi jenis 2260 tidak lengkap, dan memerlukan masa untuk mengetahui fungsi setiap kekunci dan nilai yang sepatut digunakan kerana nilai yang sepatut diberi tiada dalam manual.

## 5.3 Cadangan

1. Kajian ini sepatutnya diteruskan dalam keadaan di ruang rumah yang lebih praktikal digunakan pembesar suara bagi mengetahui kesan sambutan frekuensi dan pola pengarahannya; dan seterusnya merekacipta suatu sistem pembesar suara seperti *Home Theater* yang terbaik.
2. Pelajar hendaklah benar-benar mengetahui dan faham cara untuk mengendalikan peralatan dari awal semester lagi.

3. Pengujian dijalankan ke atas pembesar suara yang sama tetapi dari jenama yang berlainan. Sebagai contoh pengujian ke atas pembesar suara Pengepong Tertutup tetapi dari jenama yang lain.
4. Pengujian pola pengarahannya dibuat pada beberapa jarak yang berbeza. Dalam projek ini jaraknya cuma 1 meter dari mikrofon penentukur / penganalisis bunyi.

# **RUJUKAN**

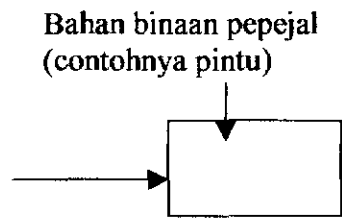
## RUJUKAN

- [1] Alec Nisbett (1995). **The Sound Studio**. 6 th. Ed. Jordan Hill, Oxford : Focal Press.
- [2] Bruel & Kjaer (Sept.1994). **Technical Documentation : Modular Precision Sound Analyzer Type 2260 And Software Type BZ7201**.
- [3] Gordon McComb, Alvis J.Evans And Eric J.Evans (1991). **Building Speaker Systems**. 2 nd ed. Texas : Master Publishing.
- [4] Ir. Hj. Ahmad Khan B. Hj. Said (1990). **Pengenalan Akustik – Asas Rekabentuk Akustik Dewan**. Johor Bahru : Unit Penerbitan Akademik UTM
- [5] John Borwick (1988). **Loudspeaker And Handphone Handbook**. Butterworth And Co. Ltd.
- [6] Md Najib Ibrahim (1991). **Akustik Seni Bina**. Kuala Lumpur : Dewan Bahasa dan Pustaka.
- [7] Vance Dickason (1995). **The Loudspeaker Design Cookbook**. 5 th. ed. New Hampshire : Audio Amateur Press
- [8] Zabidah Binti Muda (1997). **Kajian Prestasi Pembesar Suara**. Tesis Sarjana Muda, Fakulti Kejuruteraan Elektrik UTM .

# Lampiran A



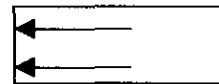
1. Tekanan



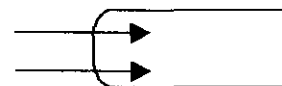
2. Bingkai Kemik



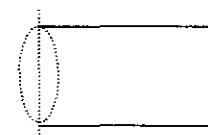
3. Kemik dipulihkan



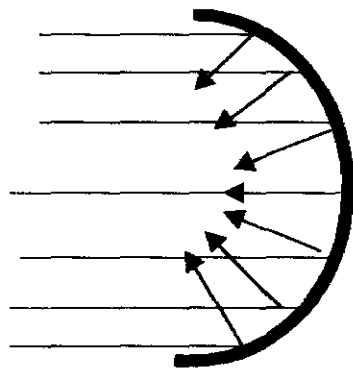
4. Bingkai Menggelembung



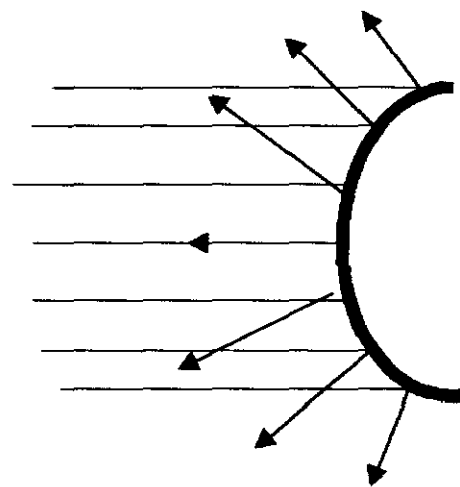
5. Getaran terjadi bila proses  
2-4 berulang



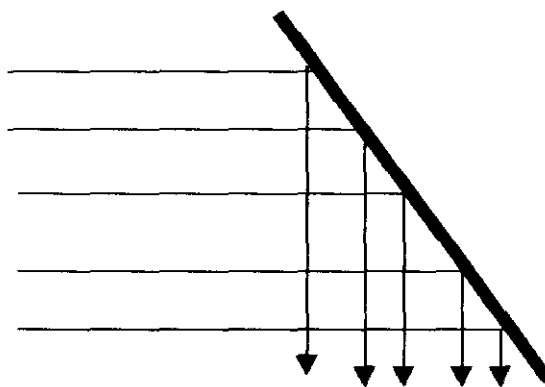
**Rajah 2.1 (a) : Pembentukan getaran pada gelombang**



Permukaan cekung

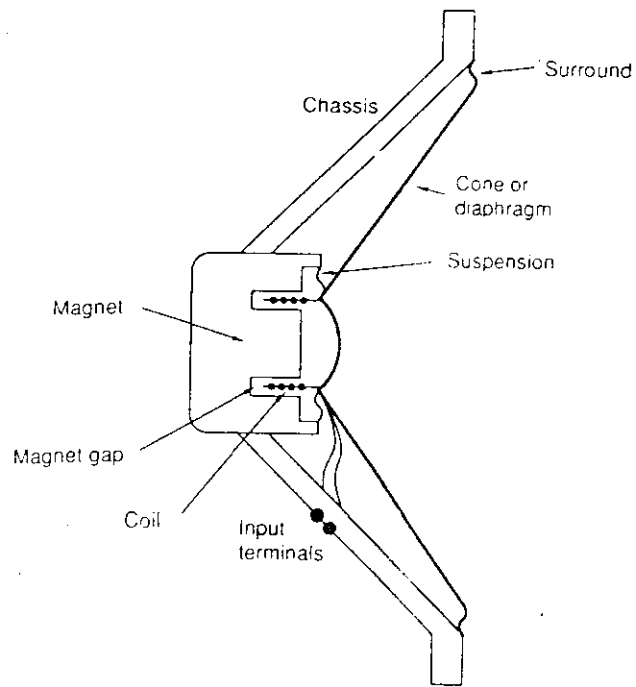


Permukaan cembung

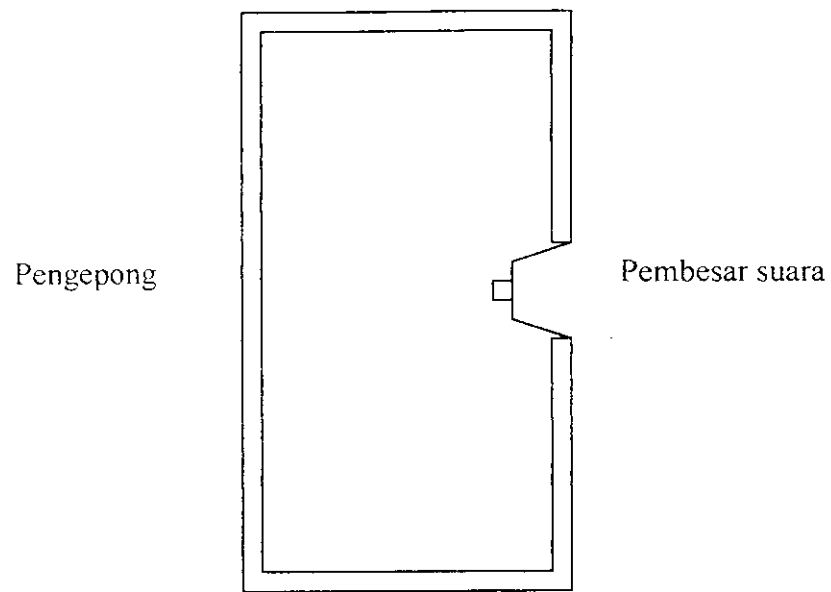


Permukaan Rata

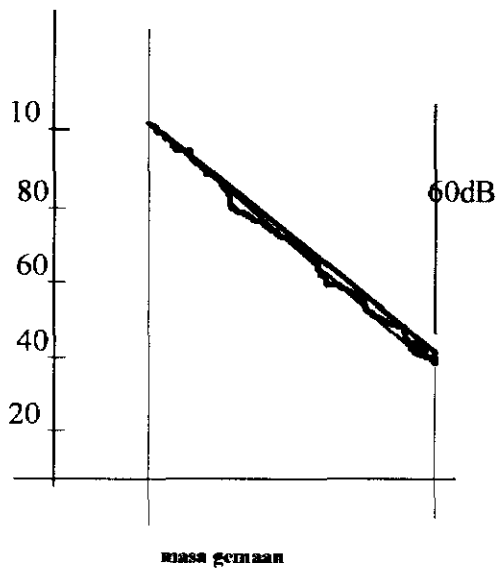
**Gambarajah 2.1 (b) : Hukum pantulan pada permukaan bangunan.**



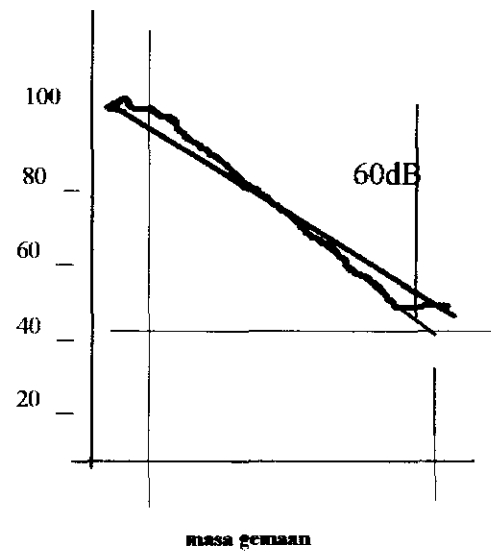
Rajah 2.2 : Pembesar Suara Gegendang Bergerak



Rajah 2.4 (a) : Gambarajah Pengepong Tertutup

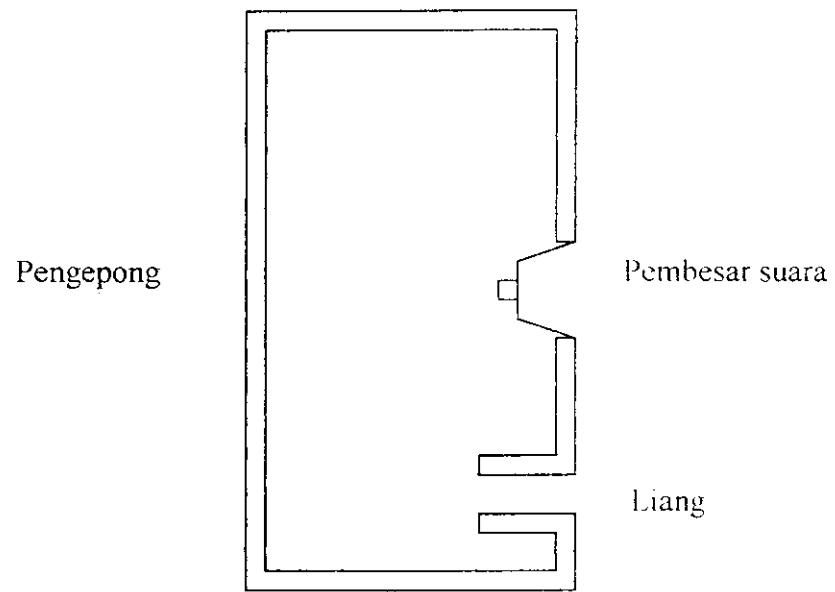


a) ukuran teori

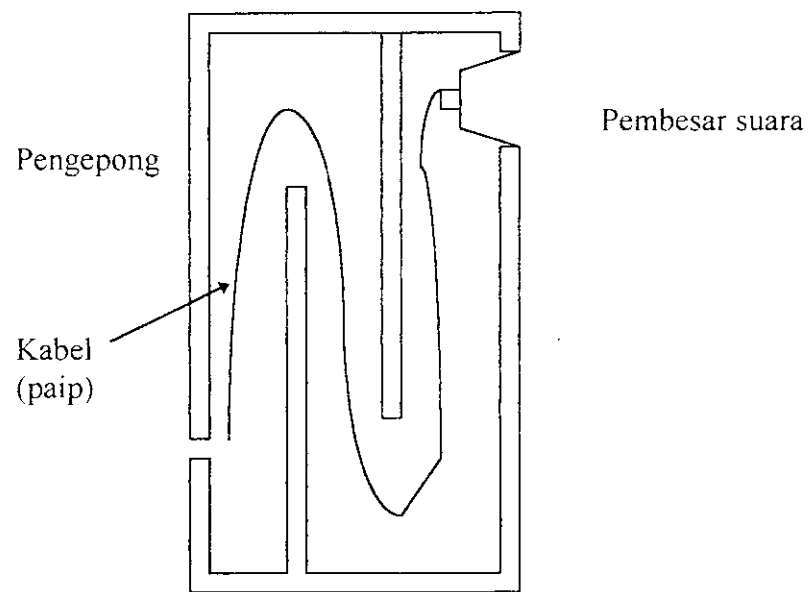


b) Ukuran praktikal

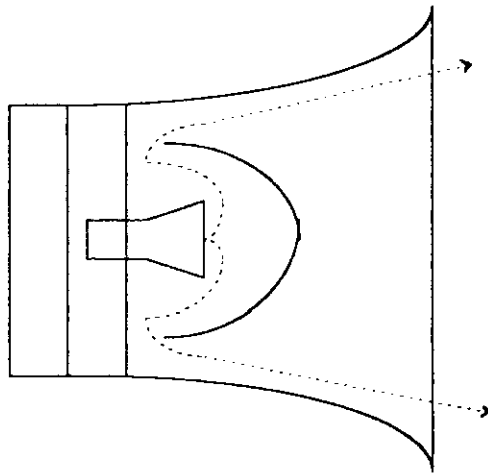
**Rajah 2.3 : Graf pengukuran RT60**



Rajah 2.4 (b) : Gambarajah Pengepong Berliang

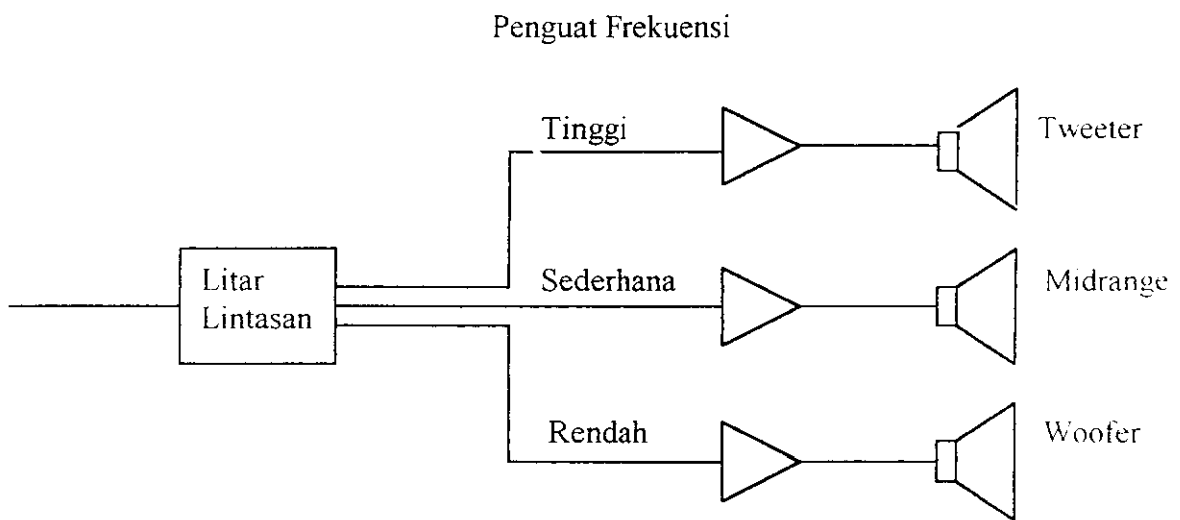


Rajah 2.4 (c) : Gambarajah Pengepong *Labyrinth*

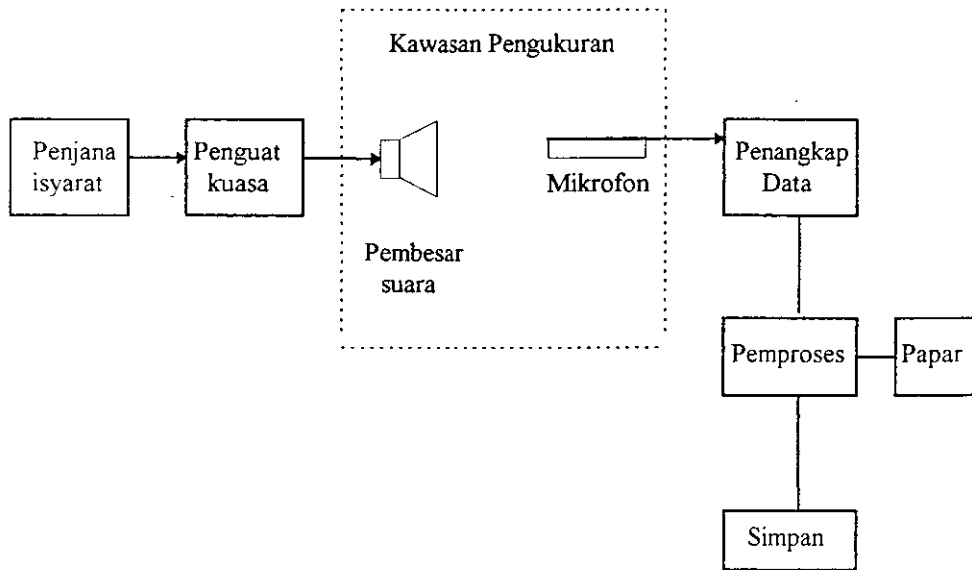


Rajah 2.5 : Hon Berlipat

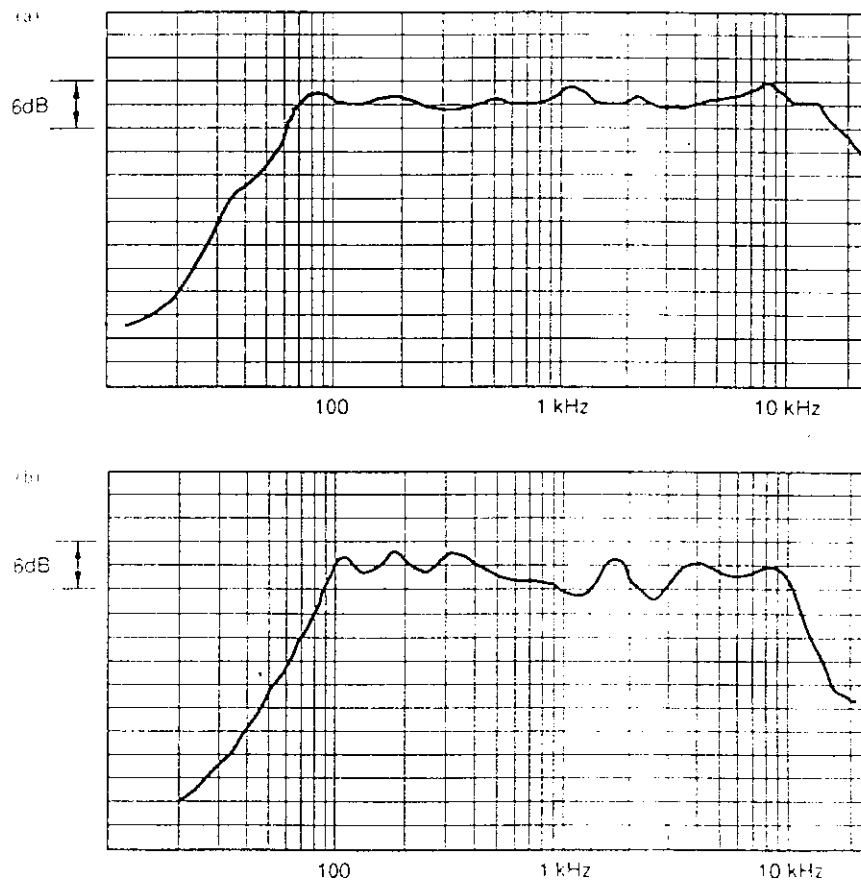




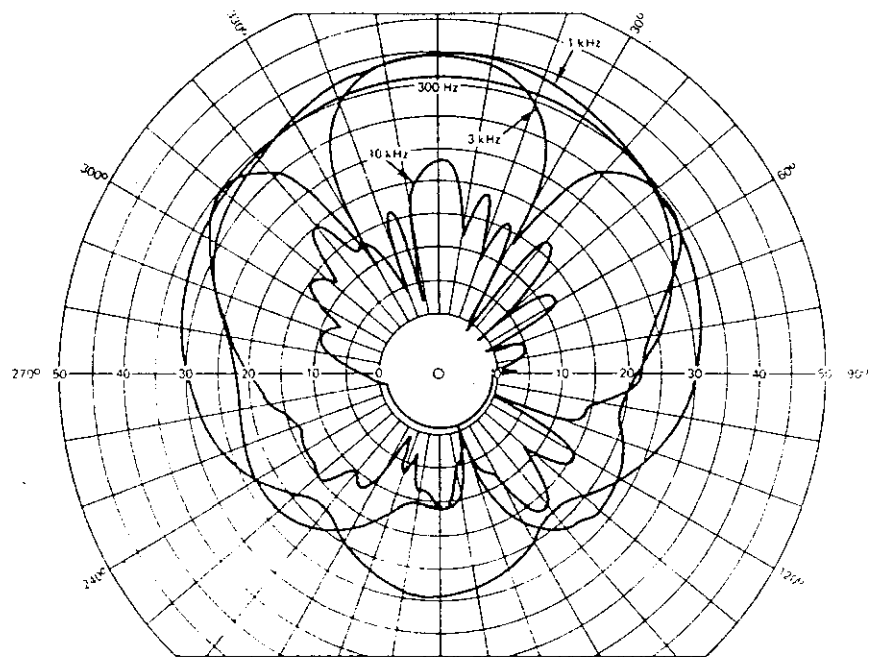
Rajah 2.6 : Gambarajah asas Rangkaian Lintasan



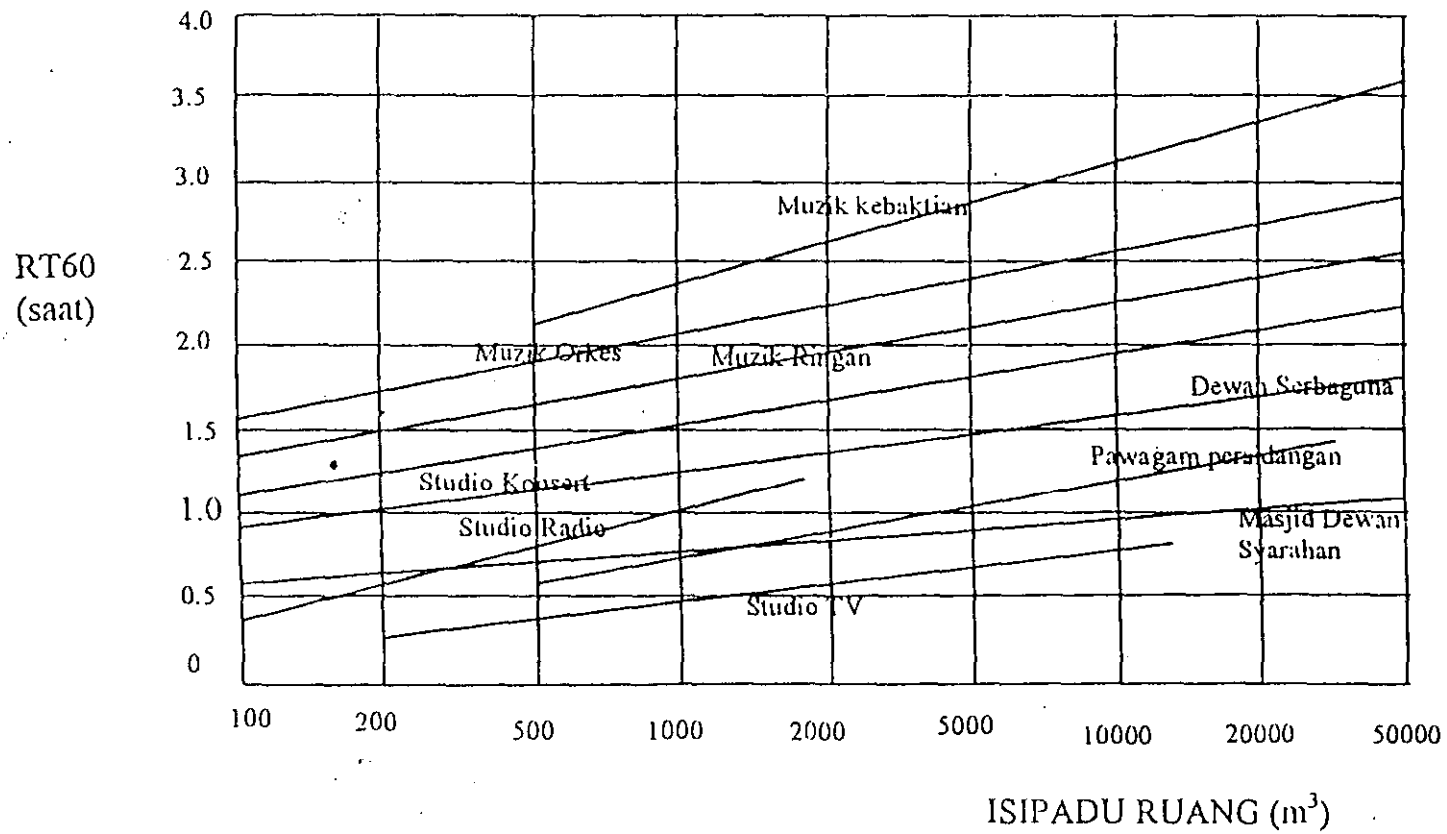
Rajah 3.2 : Rajah Asas Pengukuran



Rajah 3.4 (a) : Sambutan Frekuensi (a) Pembesar suara berkualiti baik.  
 (b) Pembesar suara kurang berkualiti.

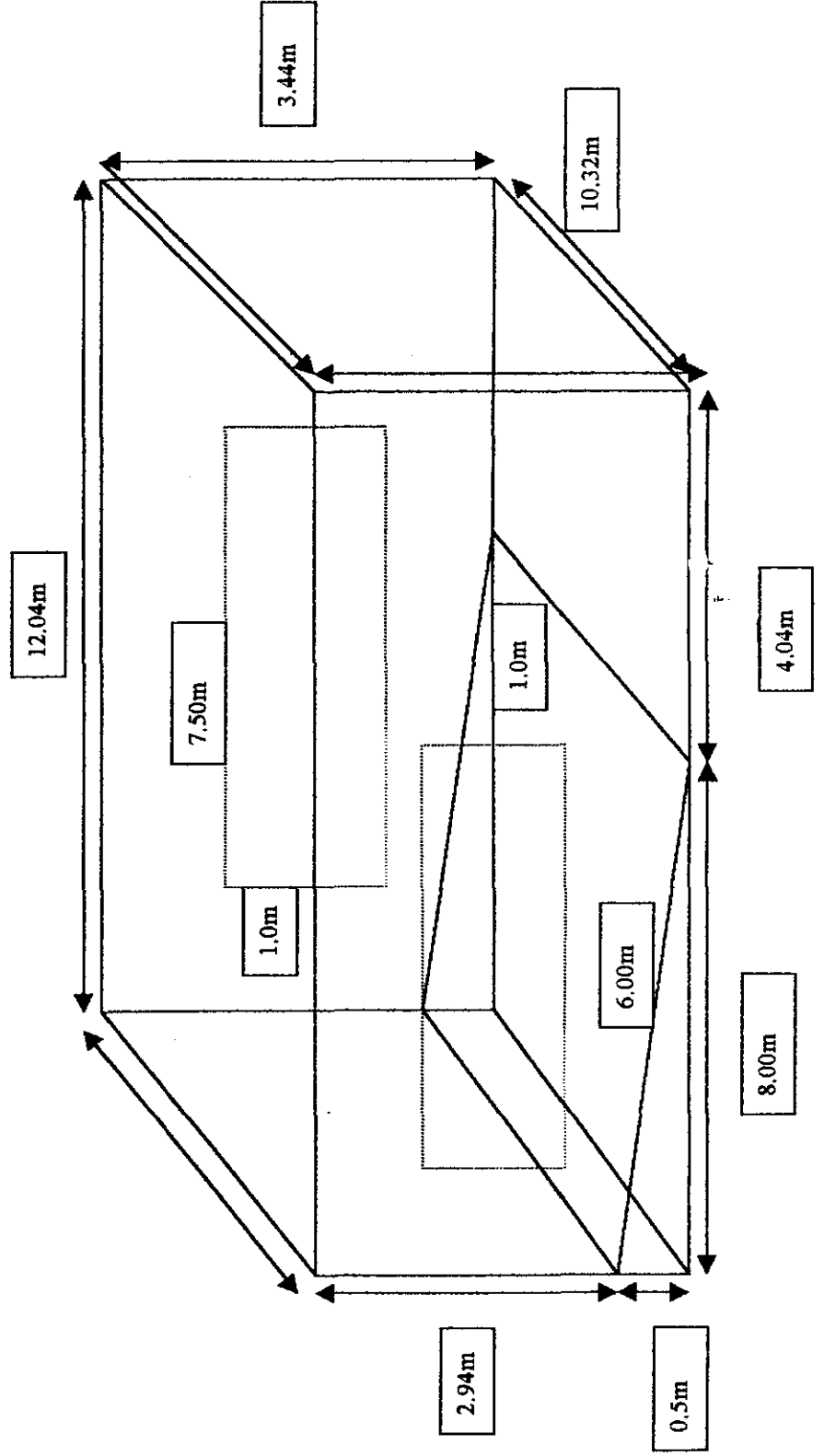


Rajah 3.4 (c) : Polar Plot Pada Frekuensi Berlainan.

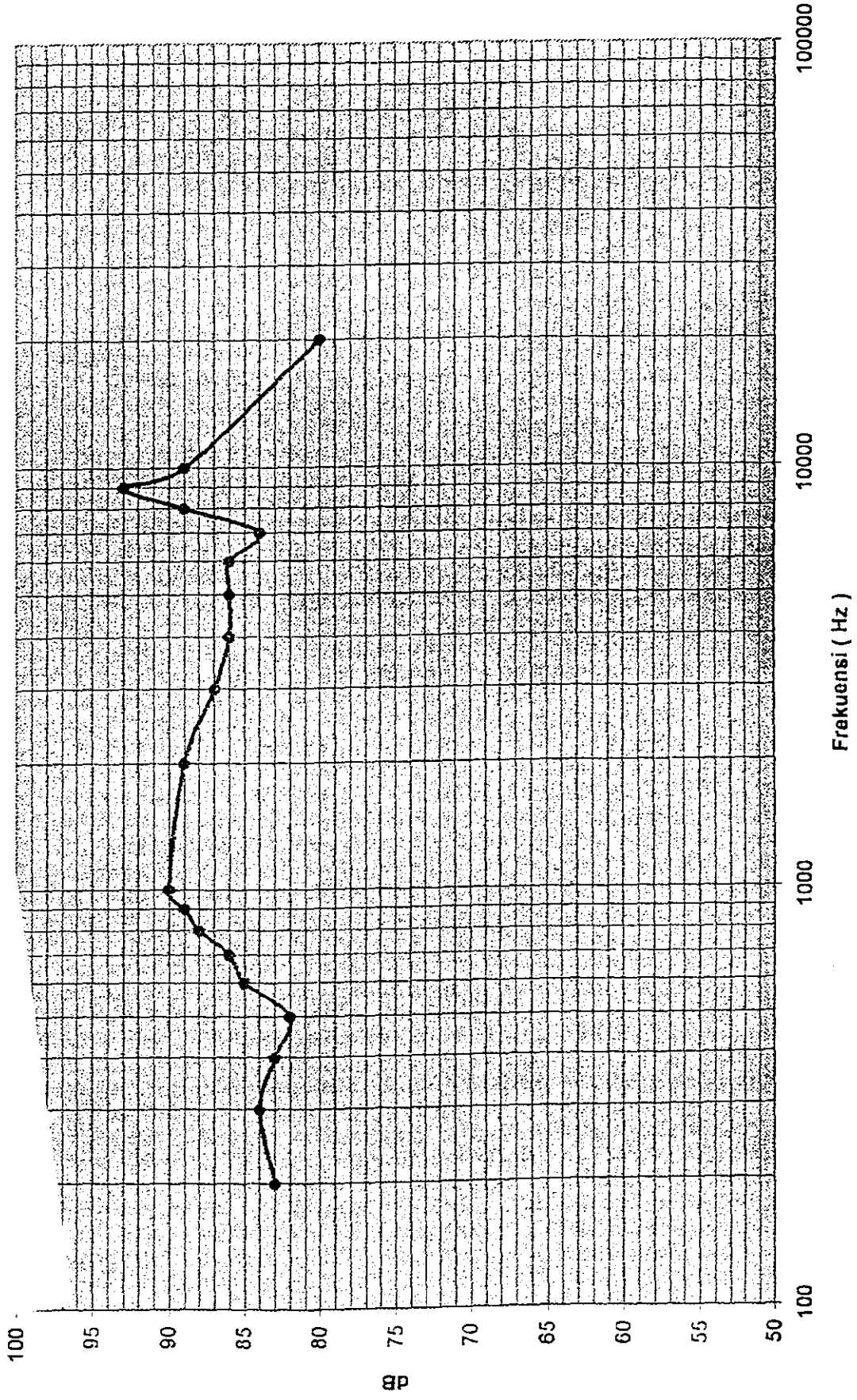


Rajah 3.5 : Masa Gemaan sebagai fungsi isipadu ruang yang dianggap sesuai untuk kegunaan tertentu. [4]

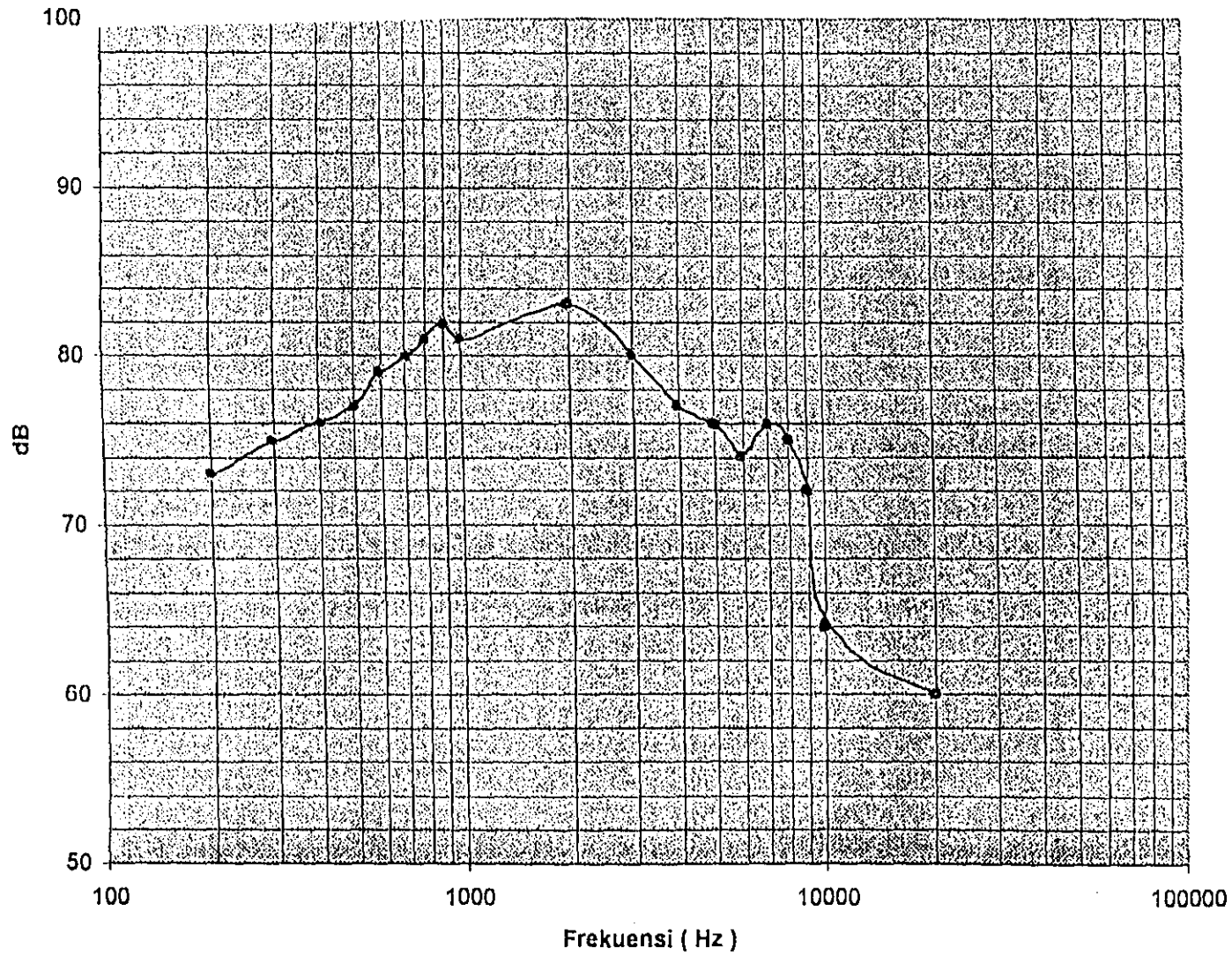
Rajah 4.1 : Menunjukkan Bentuk, Saiz dan Binaan Bilik Demontrasi FKE



1-1

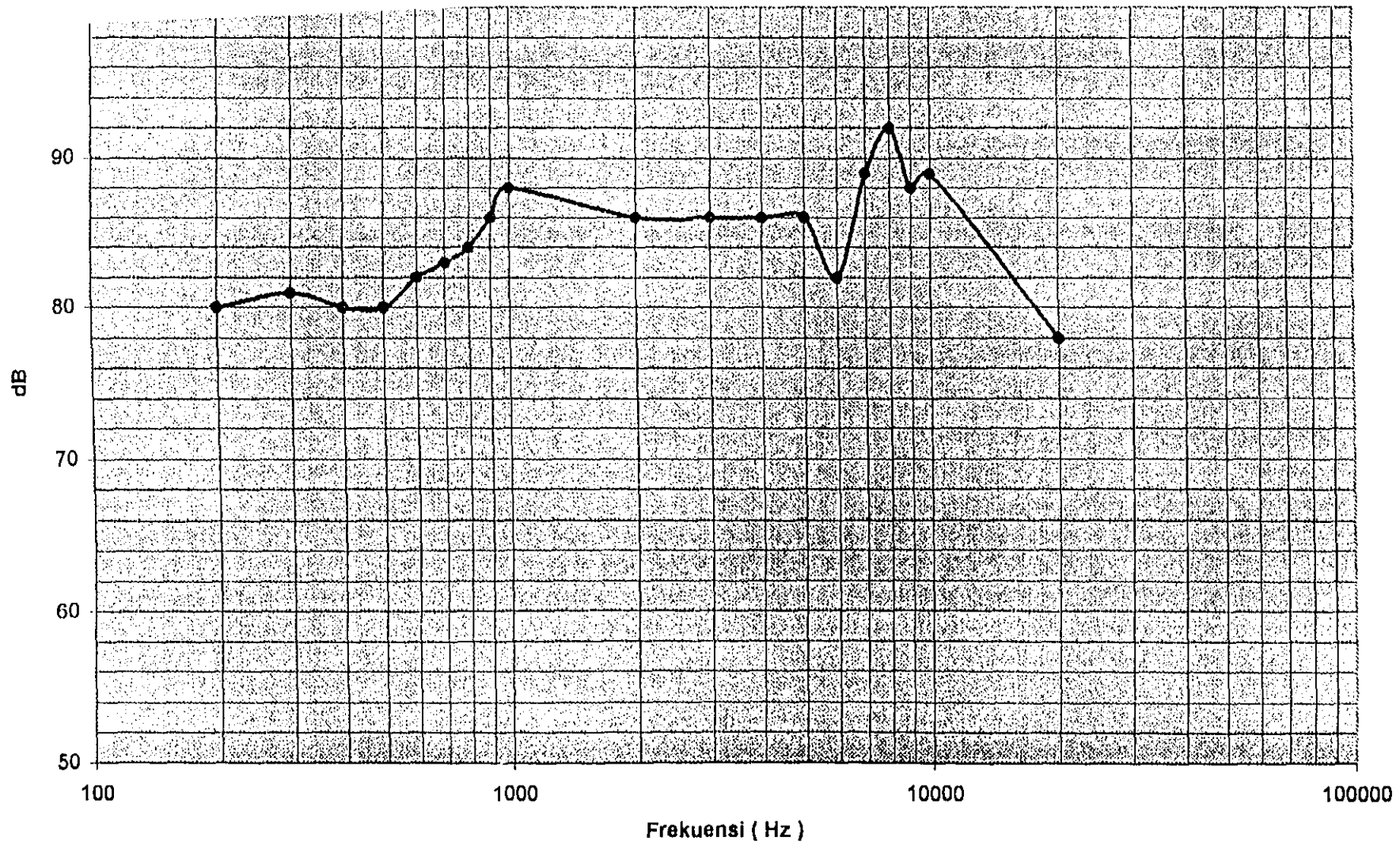


Rajah 4.2(a) : Sambutan Frekuensi Pengepong Tertutup Dalam Bilik Demontrasi

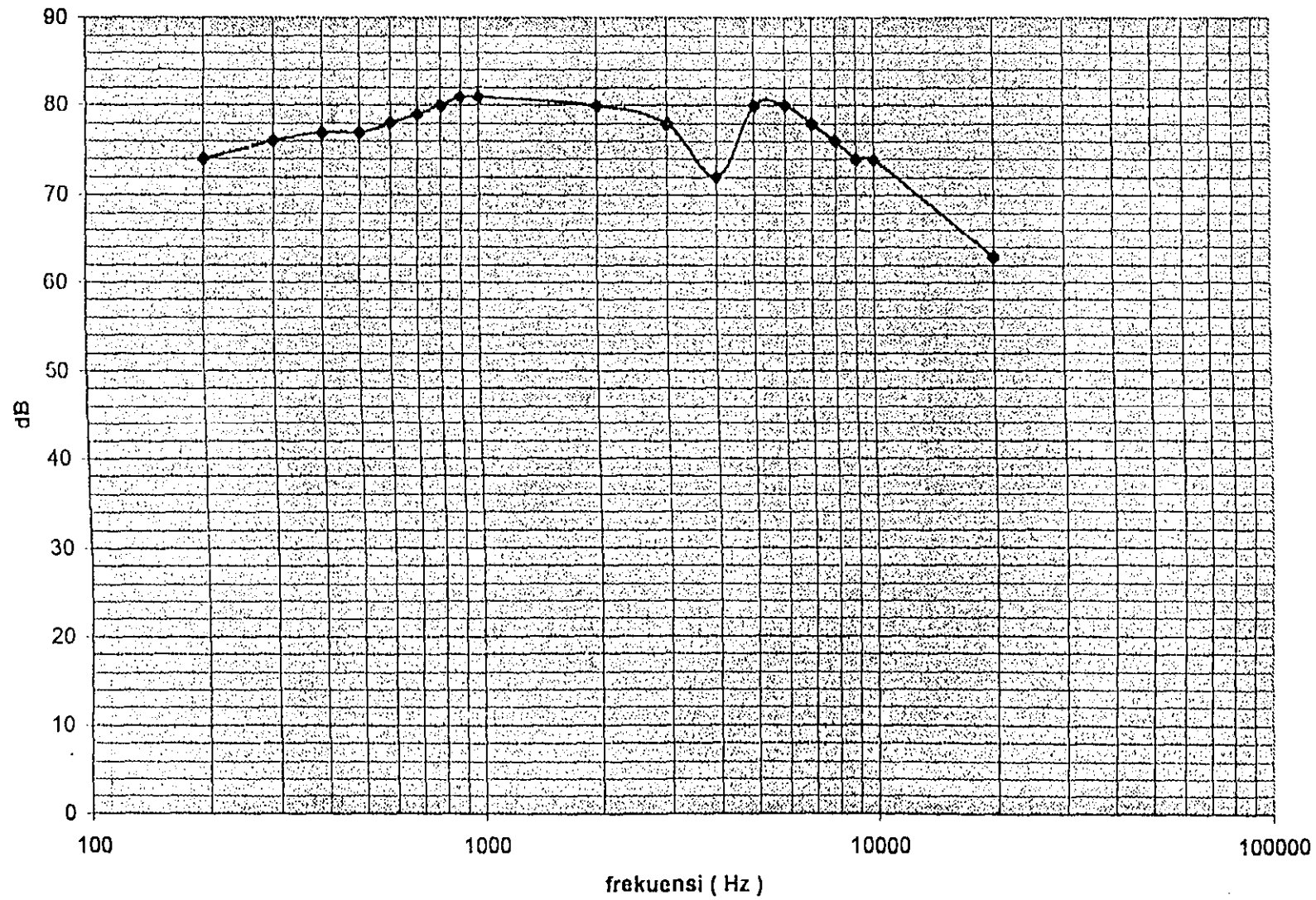


Rajah 4.2(b) : Sambutan Frekuensi Labyrinth Dalam Bilik Demontrasi

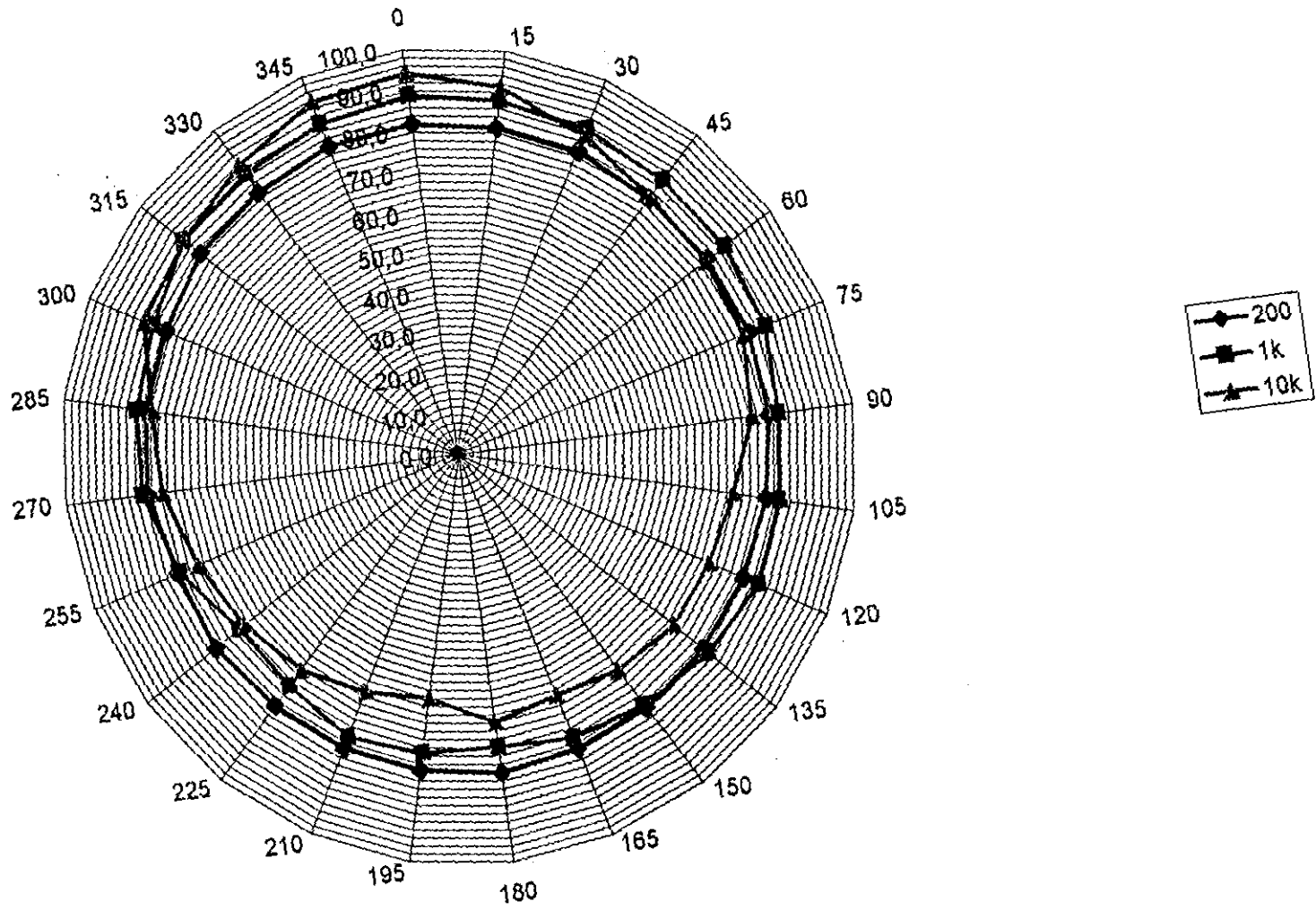




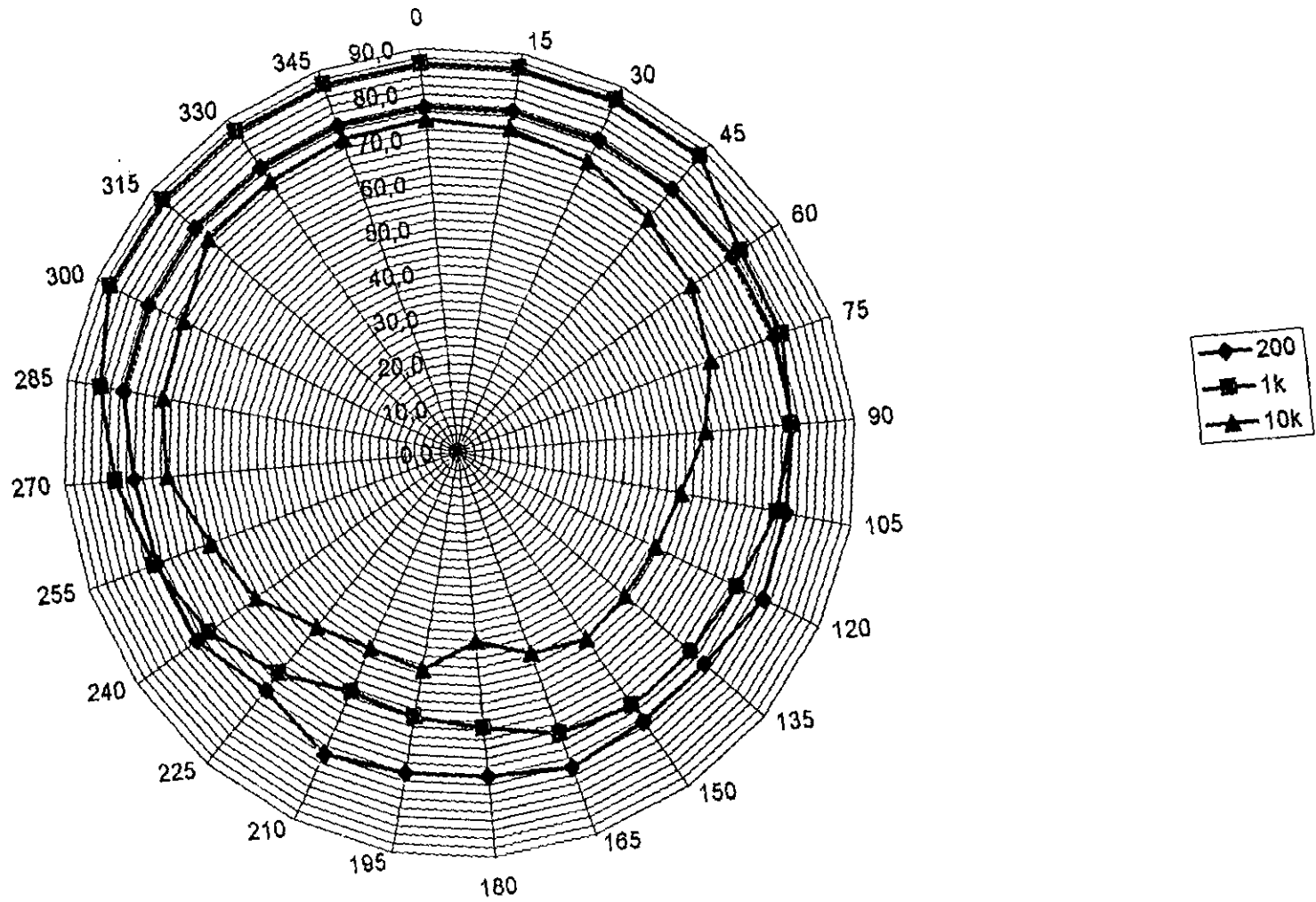
Rajah 4.3(a) : Sambutan Frekuensi Pengepong Tertutup Dalam Bilik tanpa Gema



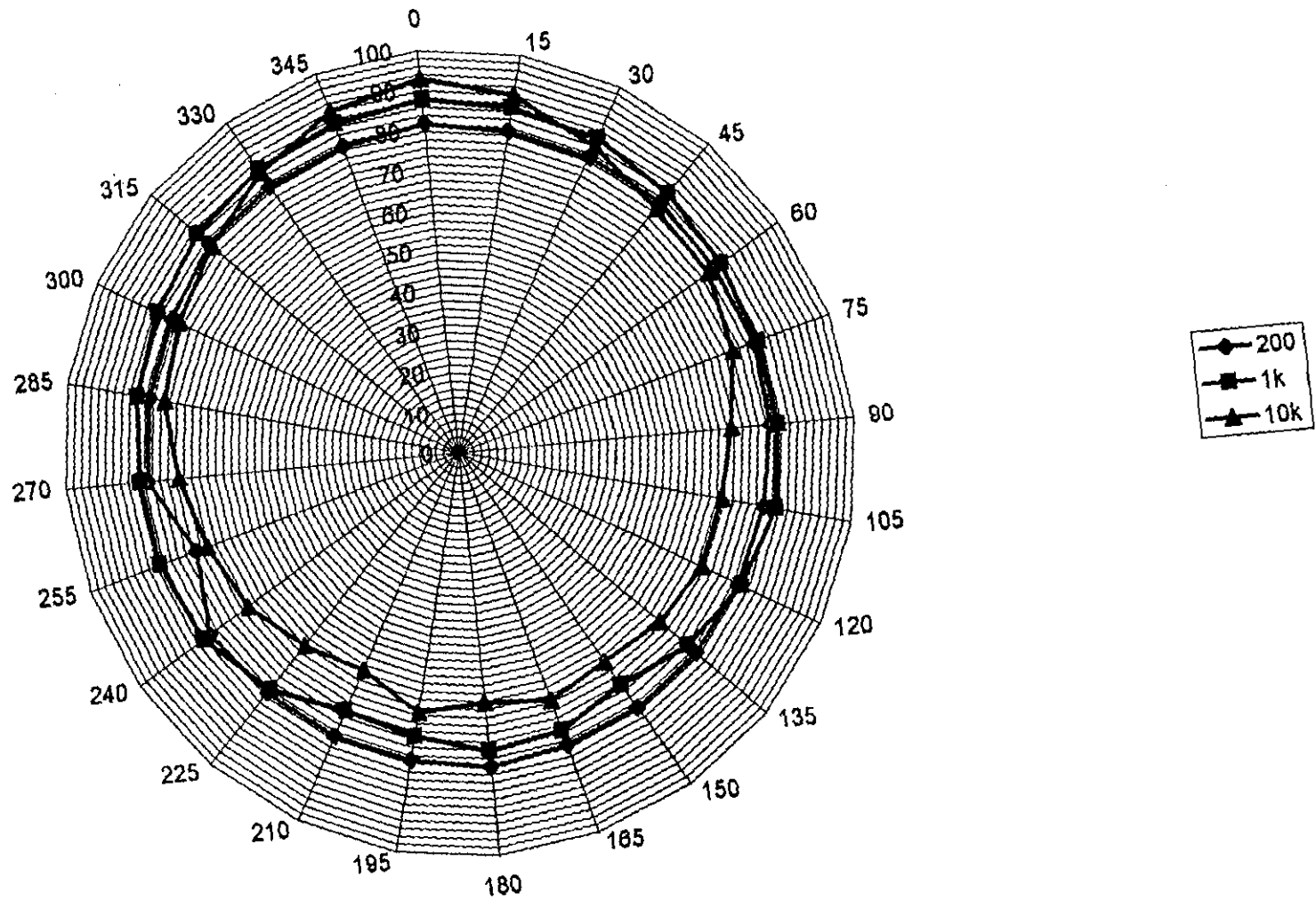
Rajah 4.3(b) : Sambutan Frekuensi Labyrinth Dalam Bilik tanpa Gema



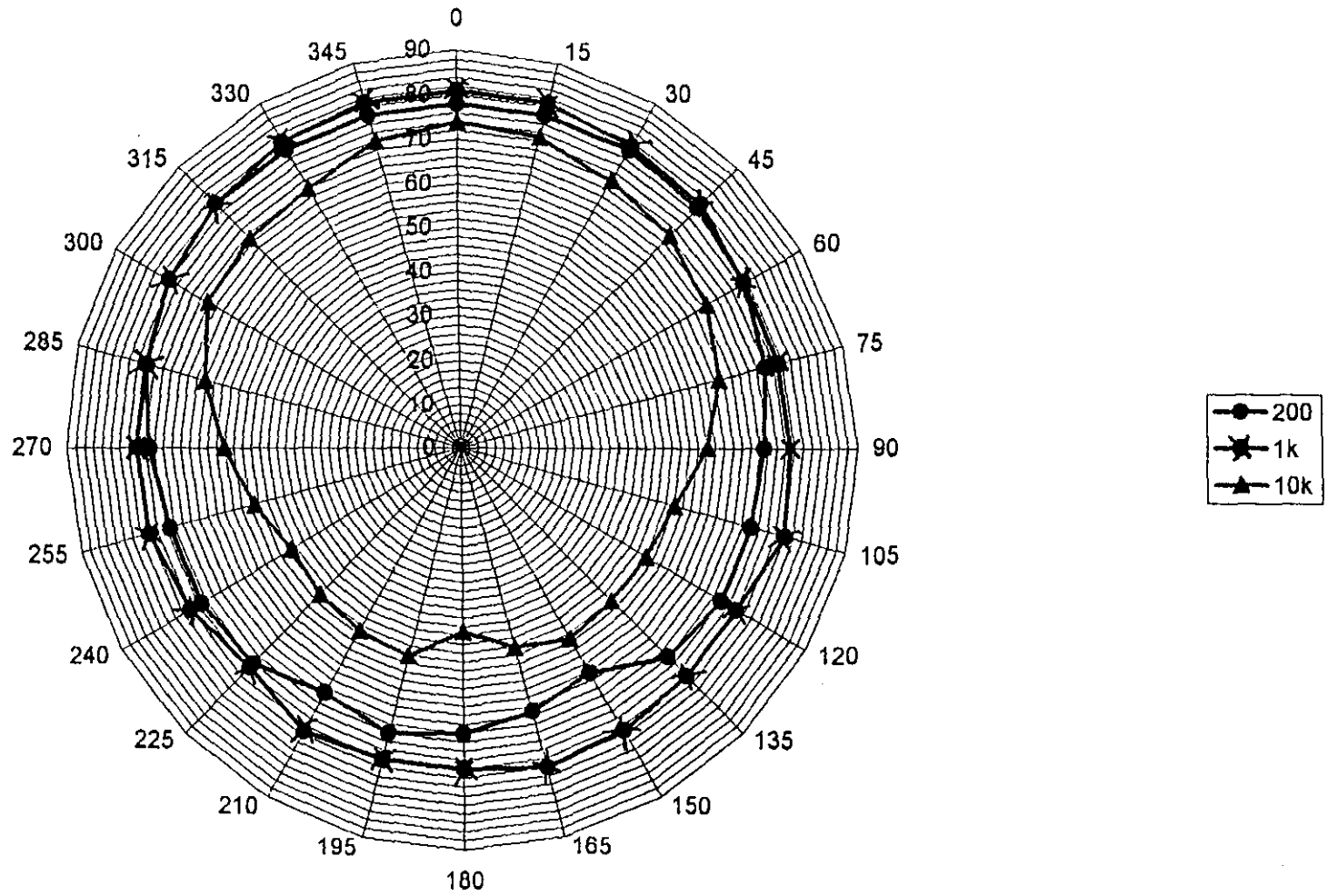
Rajah 4.4(a) : Pola Pengarahan Pengepong Tertutup Dalam Bilik Demonstrasi



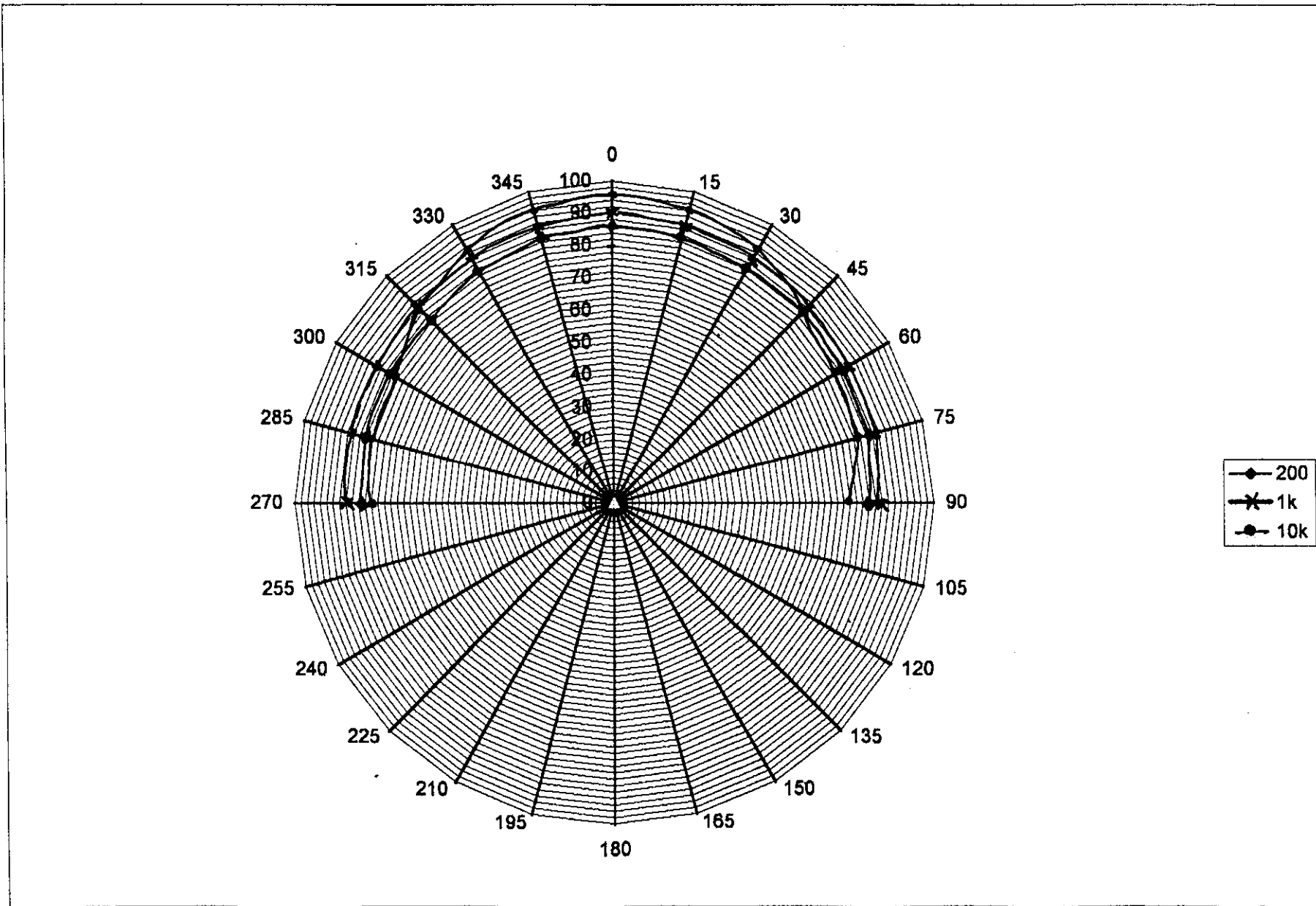
Rajah 4.4(b) : Pola Pengarahan Labyrinth Dalam Bilik Demonstrasi



Rajah 4.5(a) : Pola Pengarahan Pengepong Tertutup Dalam Bilik tanpa Gema

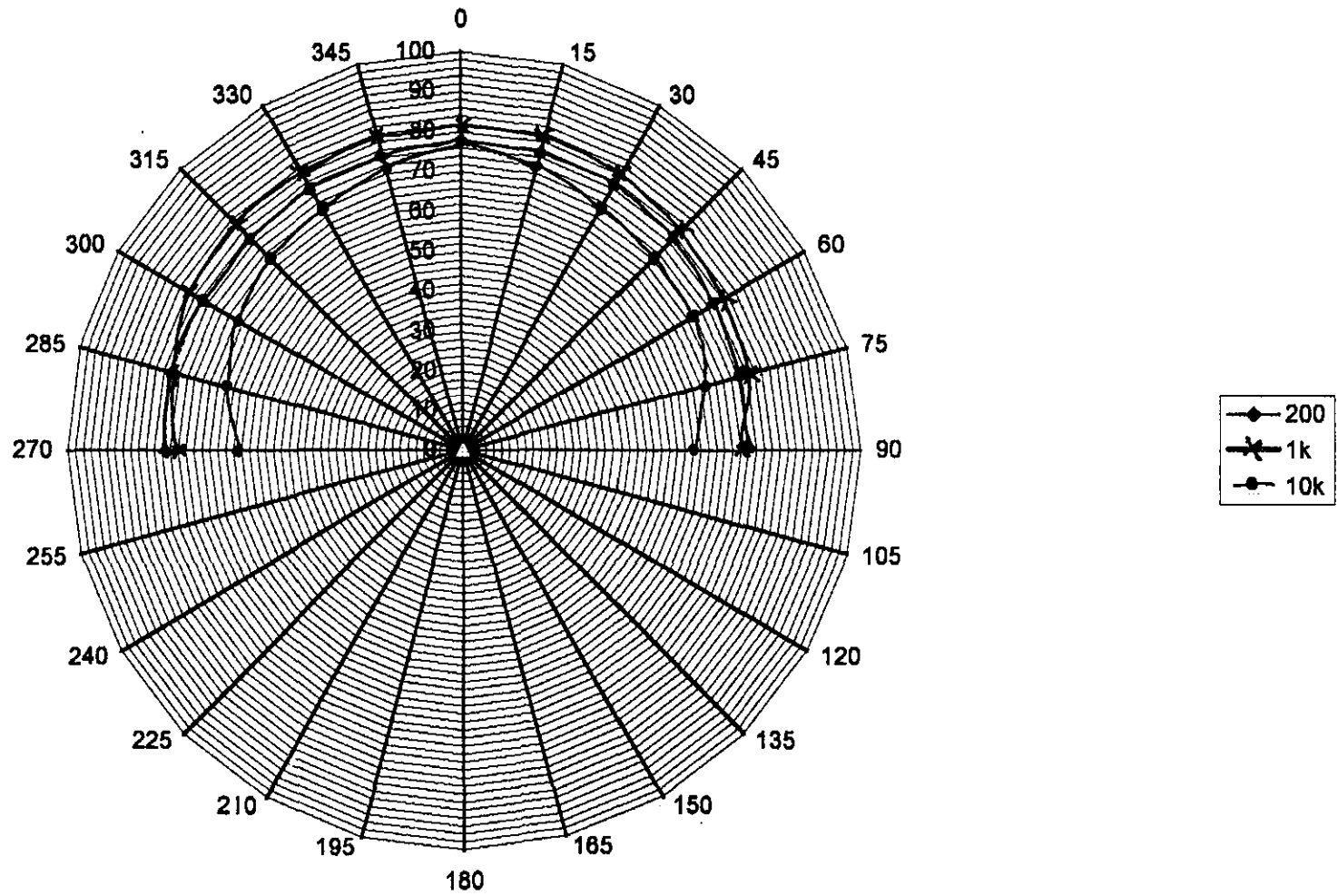


Rajah 4.5(b) : Pola Pengarahan Labyrinth Dalam Bilik tanpa Gema



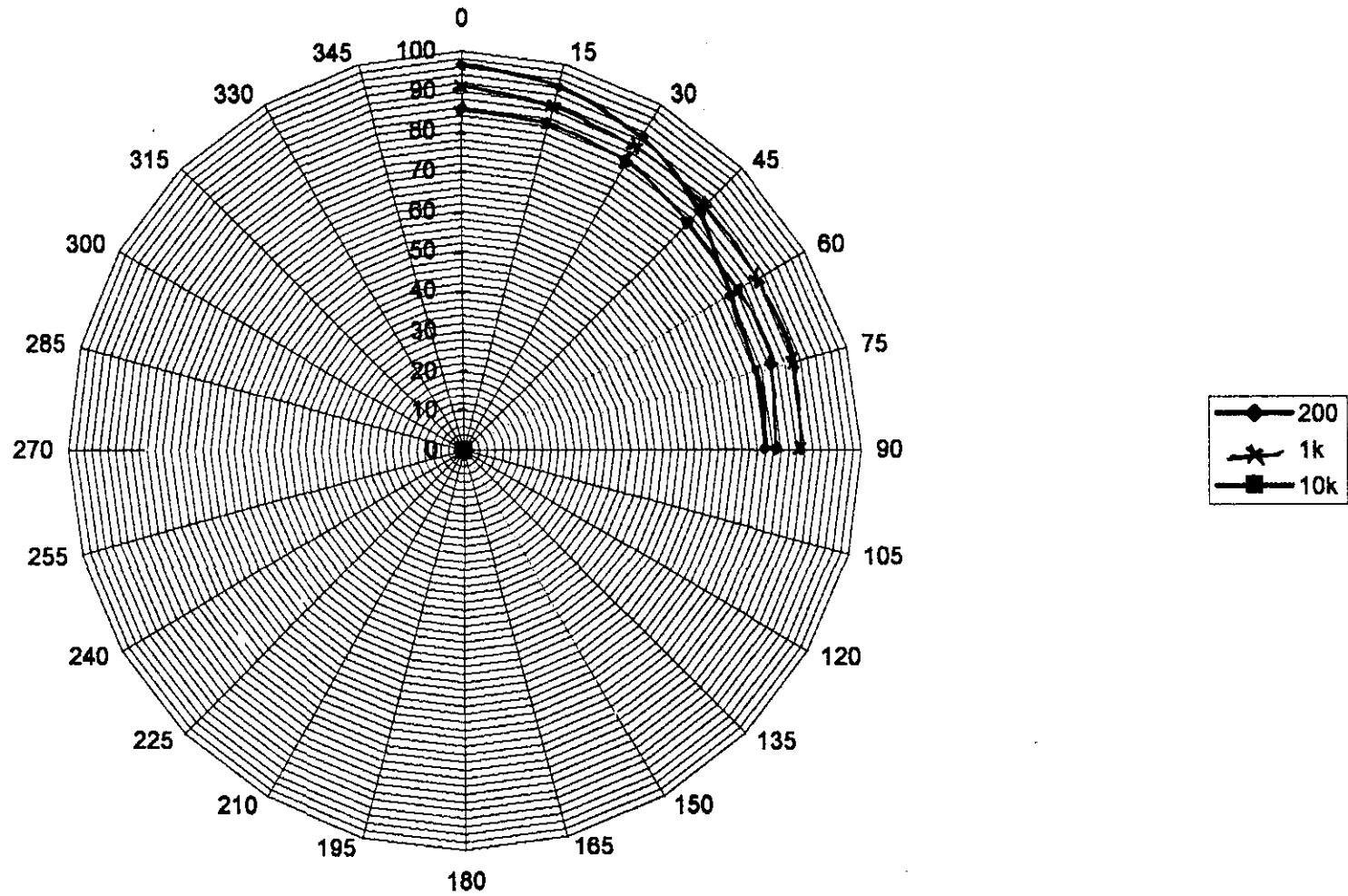
Rajah 4.6(a) : Pola Pengarahan Pengepong Tertutup pada sudut 180° dari

Dinding di sudut tengah Bilik Demonstrasi.

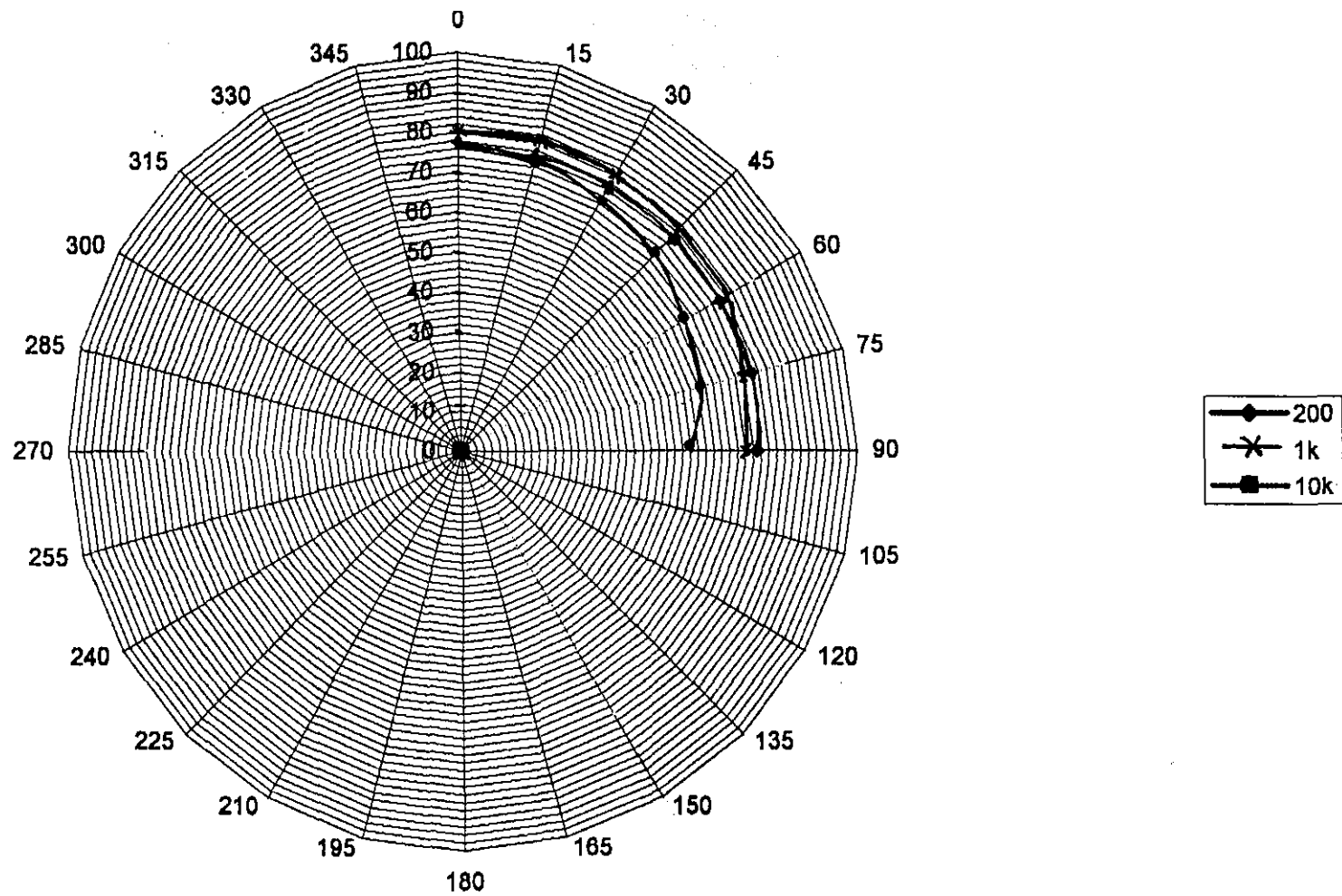


Rajah 4.6(b) : Pola Pengarahan Labyrinth pada sudut  $180^\circ$  dari Dinding di sudut tengah Bilik Demonstrasi

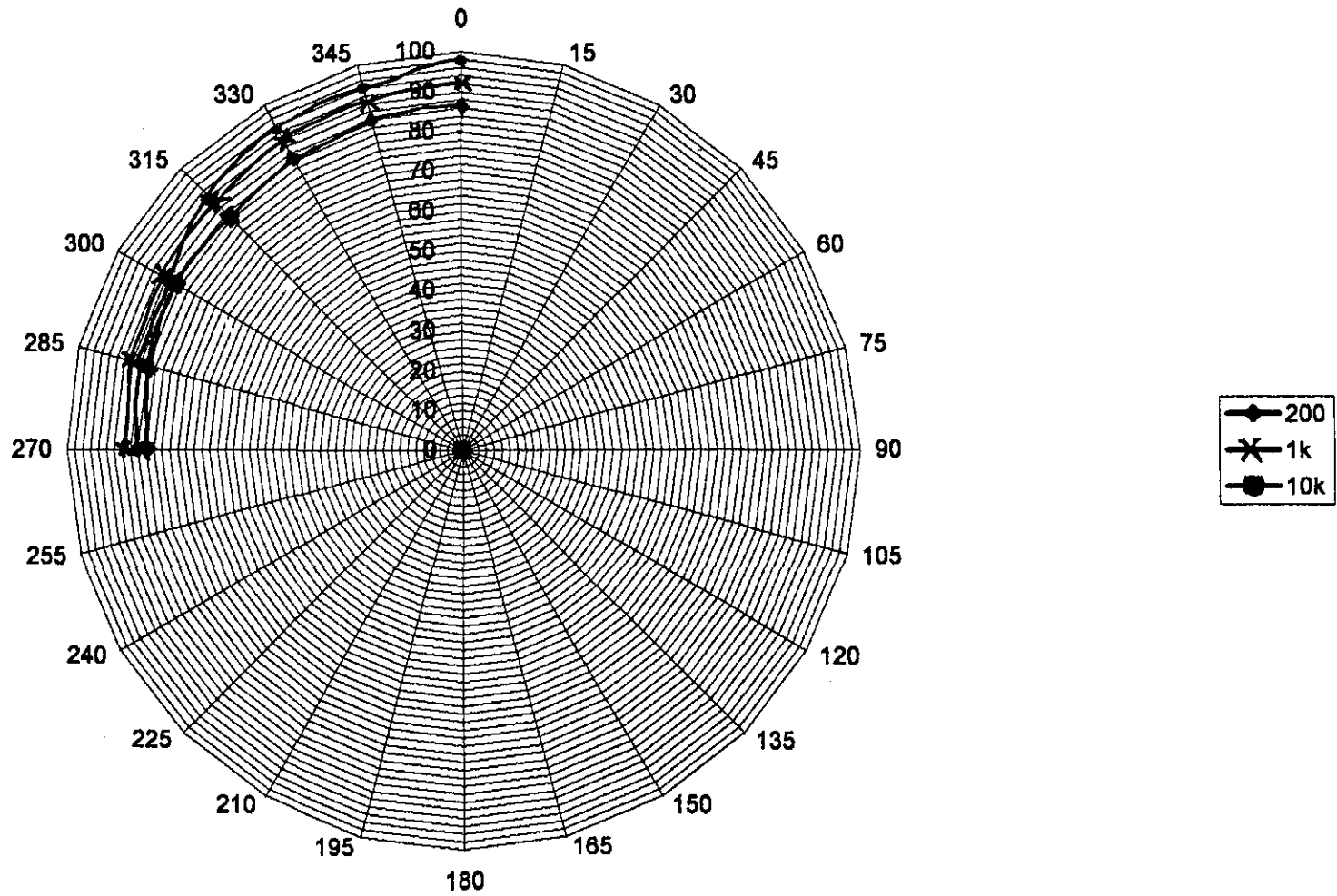




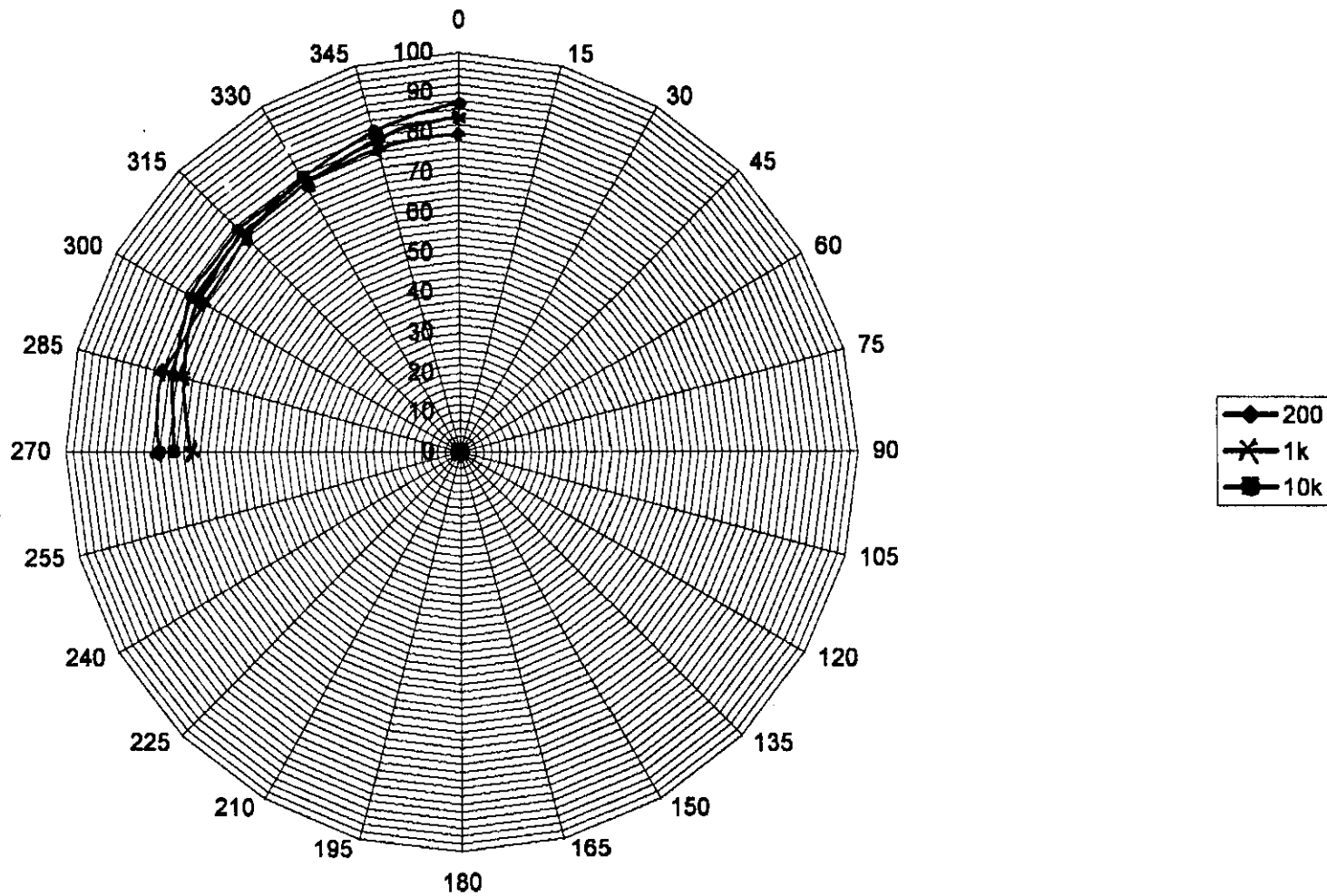
Rajah 4.7(a) : Pola Pengarahan Pengepong Tertutup pada sudut 90° dari sudut  
Tepi sebelah kanan Bilik Demontrasi



Rajah 4.7(b) : Pola Pengarahan Labyrinth pada sudut 90° dari sudut  
Tepi sebelah kanan Bilik Demontrasi



Rajah 4.8(a) : Pola Pengarahan Pengepong Tertutup pada sudut  $90^\circ$  dari sudut  
Tepi sebelah kiri Bilik Demonstrasi



Rajah 4.8(b) : Pola Pengarahan Labyrinth pada sudut 90° dari sudut

Tepi sebelah kiri Bilik Demonstrasi

# Lampiran B

- 2 **Battery**  
Displays the Battery Voltage screen to check the status of the batteries
- 3 **Calibrate**  
Displays the Calibration menu for calibrating the analyzer
- 4 **System**  
Displays the System menu for configuring the analyzer and installing application software
- 5 **Recall**  
Displays the Recall menu for recalling data from the analyzer's internal disk or a memory card in the Memory Card slot (28)
- 6 **Transfer**  
Transfers the selected data to the connected device (printer or computer)
- 7 **Store**  
Displays the Store menu for storing data on the analyzer's internal disk or a memory card in the Memory Card slot (28)
- 8 **Range**  
Displays the Range menu for changing the analyzer's measuring range
- 9 **Set-up**  
Displays the Set-up menu for changing the analyzer's set-up parameters
- 10 **Pause/Continue**  
Pauses the current measurement or, if the analyzer is in Pause mode, continues it without resetting
- 11 **Arrow Keys**  
Moves the field selector around the screen and selects parameters and fields for editing. Also scrolls menus or long lists of items
- 12 **Measurement Results**  
Displays the installed application's Display menu for displaying measurement data
- 13 **Reset/Start**  
Deletes the current measurement data, sets the analyzer's internal buffer to zero and, restarts the measurement
- 14 **Help**  
Displays a help screen for the area of the application you are using. Help is also available for the hard keys
- 15 **Back-light**  
Turns the screen's back-light on and off. The

long form

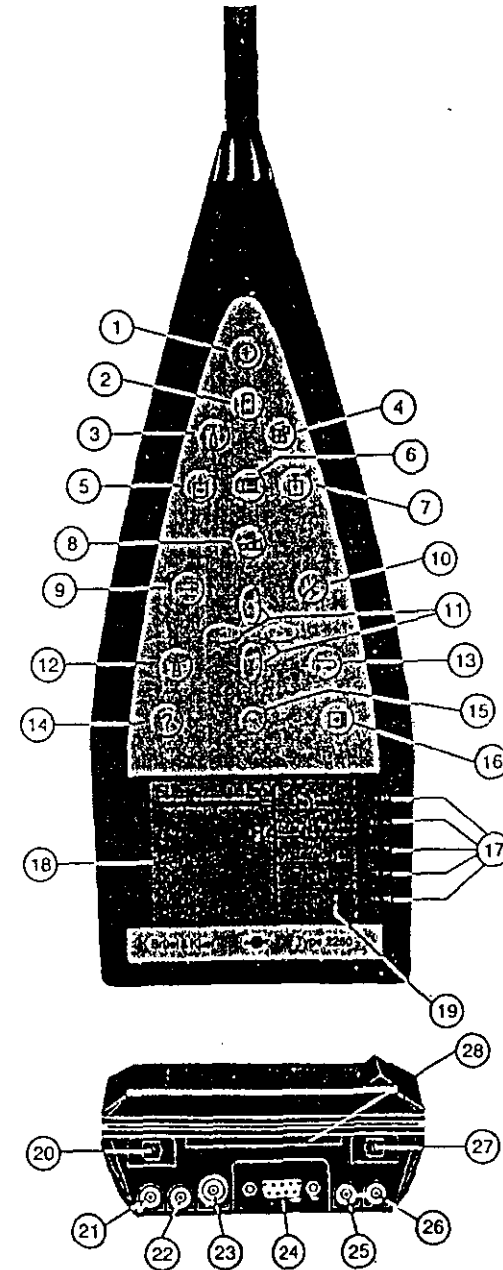
17 **Soft Keys**  
Activate application menus and options

## Display

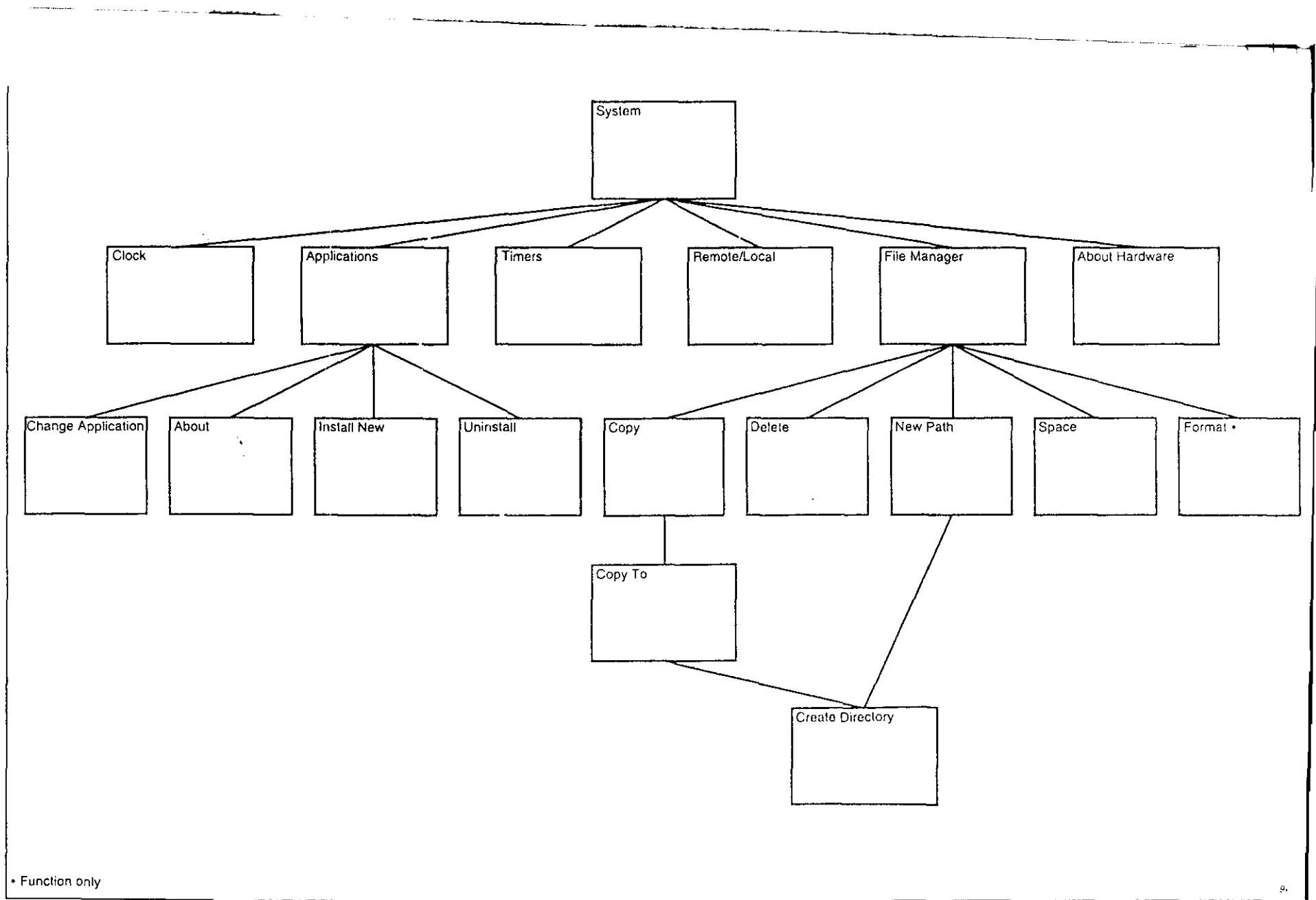
- 18 **Display**  
Shows application, set-up screens and measurement results
- 19 **Soft Menus**  
Show the effect of pressing the soft keys

## Sockets

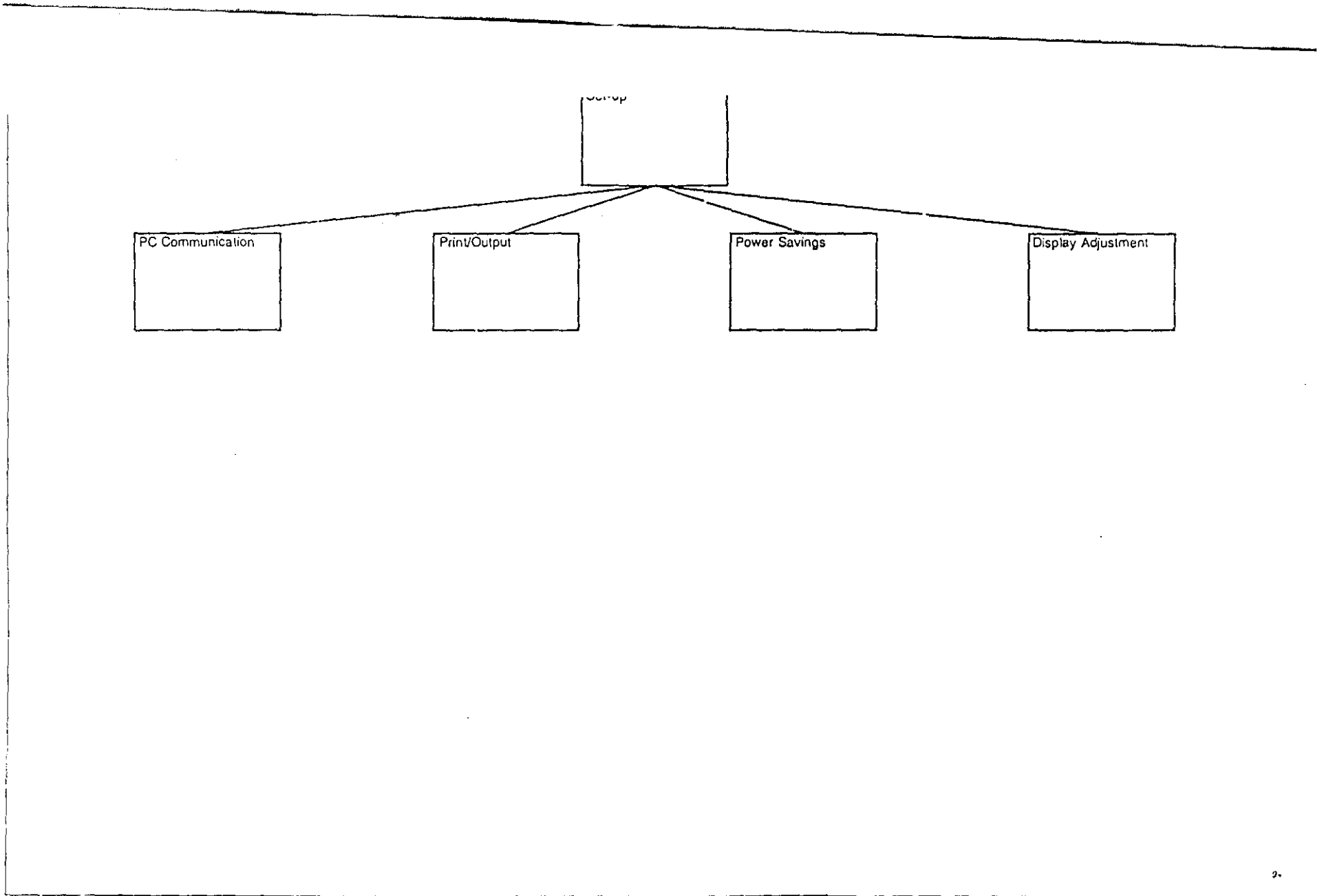
- 20 **Digital Audio Input**  
TOSLINK optical input for signals from a DAT recorder or CD player
- 21 **Auxiliary Output 1**  
00-series 3-pole LEMO socket for output of software-determined signals. Can be used, for example, as a signal generator or for recording signals on a level recorder
- 22 **Auxiliary Output 2**  
Second Auxiliary Output socket
- 23 **External Power**  
Input socket for external 10 to 14V power supply
- 24 **Serial Interface**  
9-pole male serial interface socket for transferring data to printers and computers and for remote-controlling the analyzer from a computer
- 25 **AC Input/Output 1**  
00-series 3-pole LEMO socket for input or output of AC signal. In output mode, can be used for recording signals on a DAT recorder or analyzer, or with headphones. In input mode, can be used when analysing electrical signals, for example recordings from a DAT recorder
- 26 **AC Input/Output 2**  
Second AC Input/Output socket
- 27 **Digital Audio Output**  
TOSLINK optical output for signals to a DAT recorder
- 28 **Memory Card**  
PCMCIA card slot for installing and uninstalling programs and copying data to and from a memory card



Rajah 1 : Rajah menunjukkan fungsi setiap kekunci Penganalisis Bunyi



Rajah 2 : Rajah menunjukkan sekilas pandang struktur menu dalam *System*



Rajah 3 : Rajah menunjukkan sekilas pandang struktur menu dalam *Set-up*

*Mode*