

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS*

JUDUL: KAJIAN KESAN KEDUDUKAN PEMBESAR
SUARA TALIAN PENGHANTARAN KE ATAS
CORAK KUTUBNYA

SESI PENGAJIAN: 1998/99

Saya MOHD RAZALI BIN MOHD KHOTOB

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Teknologi Malaysia.
2. Naskah salinan di dalam bentuk kertas atau mikro hanya boleh dibuat dengan kebenaran bertulis daripada penulis.
3. Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
4. Tesis hanya boleh diterbitkan dengan kebenaran penulis. Bayaran royalti adalah mengikut kadar yang dipersetujui kelak.
5. Saya membenarkan Perpustakaan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran di antara institusi pengajian tinggi.
6. **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

[Signature]

(TANDATANGAN PENULIS)

[Signature]

(TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap: 87-B FELDA TAIB ANDAK,
81000 KULAI,
JOHOR

SHAIKHA NASIR
SHAIKA AB. RAHMAN

Nama Penyelia

Tarikh: 5/4/1999

Tarikh: _____

- 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 atau TERHAD.
 - ♦ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda.

**KAJIAN KESAN KEDUDUKAN PEMBESAR SUARA TALIAN
PENGHANTARAN KE ATAS CORAK KUTUBNYA**

MOHD RAZALI BIN MOHD KHOTOB

**Laporan Projek Ini Dikemukakan
Sebagai Memenuhi Sebahagian Daripada Syarat
Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Elektrik**

**Fakulti Kejuruteraan Elektrik
Universiti Teknologi Malaysia**

1999

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

Tandatangan : *Razali*
Nama : MOHD RAZALI BIN MOHD KHOTOB
Tarikh : 5/4/1999

*Khas buat ayah, ibu dan adik-adik tersayang serta rakan seperjuangan
Ribuan terima kasih di atas segala sokongan dan dorongan yang diberikan.*

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan penghargaan ikhlas kepada penyelia projek, Tn. Shaikh Nasir Bin Shaikh Abd Rahman di atas bimbingan dan perbincangan yang diberikan sepanjang tempoh melaksanakan projek ini.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Encik Adnall dan Encik Azman di atas segala bentuk pertolongan yang diberikan sepanjang melaksanakan projek ini.

Penghargaan juga diberi kepada sesiapa yang sama ada secara langsung atau tidak langsung membantu dalam sepanjang melaksanakan projek ini.

ABSTRAK

Pada masa kini meningkat minat di kalangan pengguna di mana setiap peralatan audio di rumah dicantumkan untuk membentuk satu sistem yang dikenali sebagai home theater . Jika kita perhatikan salah satu unsur yang terpenting dalam sistem home theater ialah pembesar suara . Namun masalah yang sering timbul ialah untuk menentukan kedudukan yang terbaik untuk meletakkan pembesar suara seperti pembesar suara talian penghantaran di dalam sesuatu ruang . Projek ini cuba menggunakan kaedah corak kutub dan masa gema untuk menyelesaikan masalah di atas iaitu untuk menentukan kedudukan yang terbaik untuk meletakkan pembesar suara talian penghantaran di dalam sesuatu ruang.

ABSTRACT

Growing in popularity , many domestic audio system are becomingly focused on a mixed media installation, combining loudspeaker allied to direct view and projection video. Home theater or home cinema cover these system . One of the important component in this system is loudspeaker. However one of the problem is to choose an ideal placement for transmission line loudspeaker in a room. In this project we are using polar pattern and reverberation time method to solve the problem.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
1	Pengenalan Projek	
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Pernyataan masalah	4
	1.3 Matlamat kajian	4
	1.4 Skop kajian	5
	1.5 Perancangan projek	5
	1.6 Hasil diharapkan	6
2	Kajian Latar Belakang	
	2.1 Sejarah perkembangan pembesar suara	7
	2.2 Perkembangan pembesar suara talian penghantaran	8
	2.3 Fungsi pembesar suara	9
	2.4 Binaan pembesar suara secara umum	10
	2.4.1 Kabinet	11
	2.4.2 Pemacu	13
	2.5 Pembesar suara talian penghantaran	15
	2.5.1 Perbezaan pembesar suara talian penghantaran dan Labyrinth	18

	2.5.2 Kelebihan dan kekurangan pembesar suara talian penghantaran	19
3	KAEDAH PERLAKSANAAN	
	3.1 Jenis pengukuran	21
	3.2 Masa gemaan	22
	3.3 Kaedah menentukan masa gemaan	24
	3.3.1 Pengiraan masa gemaan	25
	3.3.2 Pengukuran masa gemaan	26
	3.4 Corak kutub	29
	3.4.1 Pengukuran corak kutub	30
	3.4.2 Peralatan untuk pengukuran corak kutub	31
	3.4.3 Kaedah untuk pengukuran corak kutub	31
	3.5 Ruang untuk pengukuran	34
4	KEPUTUSAN	
	4.1 Keputusan pengukuran masa gemaan	35
	4.2 Keputusan pengukuran corak kutub	37
5	CADANGAN	55
6	KESIMPULAN	57
	RUJUKAN	59
	LAMPIRAN 1-21	60

SENARAI JADUAL

No. Jadual	Tajuk	Muka surat
1	Jadual merekodkan bacaan RT60	29
2	Nilai aras tekanan bunyi untuk beberapa keadaan	30
3	Peralatan untuk pengukuran corak kutub	31
4	Jadual merekodkan bacaan untuk corak kutub	33
5	Nilai RT60 untuk bilik serbaguna FKE	35
6	Lampiran dan rajah pada setiap kedudukan yang diukur	37

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Tajuk	Muka surat
1	Bentuk pembesar suara terawal	7
2	Binaan pemacu jenis dinamik	14
3	Reka bentuk beberapa jenis pembesar suara talian penghantaran	17
4	Gambar pembesar suara talian penghantaran	18
5	Perbezaan pembesar suara talian penghantaran dan Labyrinth	19
6	Masa diambil oleh bunyi di dalam bilik pupus sebanyak 60dB	22
7	RT60 sebagai fungsi isipadu ruang yang dianggap sesuai untuk kegunaan tertentu	24
8	Susunan peralatan untuk pengukuran RT60	27
9	Susunan peralatan untuk pengukuran corak kutub	32
10	Corak kutub pada kedudukan A	38
11	Corak kutub pada kedudukan A ¹	39
12	Corak kutub pada kedudukan A ₁	40
13	Corak kutub pada kedudukan A ₁ ¹	41
14	Corak kutub pada kedudukan B	42
15	Corak kutub pada kedudukan B ¹	43

16	Corak kutub pada kedudukan B_1	44
17	Corak kutub pada kedudukan B_1^1	45
18	Corak kutub pada kedudukan C	46
19	Corak kutub pada kedudukan C^1	47
20	Corak kutub pada kedudukan C_1	48
21	Corak kutub pada kedudukan C_1^1	49
22	Gelombang bunyi mengalami pantulan pada dinding bilik	51
23	Sudut liputan pembesar suara pada kedudukan A	51
24	Penghasilan gelombang berdiri pada kedudukan C_1^1	52

SENARAI SIMBOL

A	-	First adress number
A	-	Jumlah penyerapan dalam Sabin
a_1, a_2, \dots, a_n	-	Pekali penyerapan bahan dalam Sabin
$a_{n.e}$	-	Pekali penyerapan dalam Norris-Eyring
B	-	Adress number pada titik 30dB
d	-	Jarak
I	-	Keamatan bunyi
P	-	Nilai tekanan diukur (rms)
Po	-	Tekana bunyi rujukan
RT60	-	Masa gemaan
s	-	Luas permukaan (m^2)
SPL	-	Aras tekanan bunyi (dB)
s_1, s_2, \dots, s_n	-	Luas permukaan sesuatu bahan (m^2)
T	-	Store period
v	-	Isipadu ruang (m^3)

SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran	Tajuk	Muka surat
1	Pekali penyerapan bahan dalam Sabin	61
2	Pekali penyerapan bahan dalam Sabin	62
3	Kaedah melaraskan sound level meter untuk pengukuran RT60(Step 1-8)	63
4	Kaedah melaraskan sound level meter untuk pengukuran RT60(Step 9-12)	64
5	Kaedah melaraskan sound level meter untuk pengukuran RT60(Step 13-20)	65
6	Kaedah melaraskan sound level meter untuk pengukuran masa gemaan	66
7	Lakaran bentuk bilik serbaguna FKE	67
8	Kedudukan pembesar suara dan mikrofon untuk pengukuran masa gemaan	68
9	Kedudukan pembesar suara dan mikrofon untuk pengukuran corak kutub	69
10	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan A	70
11	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan A ¹	71
12	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan A ₁	72
13	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan A ₁ ¹	73
14	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan B	74

15	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan B ¹	75
16	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan B ₁	76
17	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan B ₁ ¹	77
18	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan C	78
19	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan C ¹	79
20	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan C ₁	80
21	Jadual untuk corak kutub pada kedudukan C ₁ ¹	81

BAB 1

PENGENALAN PROJEK

1.1 Pengenalan

Pada masa kini semakin meningkat minat di kalangan pengguna di mana setiap peralatan audio dan video di rumah dicantumkan atau digabungkan untuk membentuk satu sistem peralatan yang lengkap dan dapat memenuhi citarasa mereka. Home theater atau home cinema merupakan istilah yang digunakan untuk menjelaskan sistem yang disebutkan di atas. Sistem ini menggabungkan kemampuan penghasilan imej dan bunyi yang bermutu ke persekitaran. Ianya terdiri daripada peralatan seperti perakam video, laser disk, CD, siaran televisyen biasa, siaran televisyen kabel dan lain-lain.

Jika kita perhatikan salah satu unsur yang terpenting dalam sistem home theater ialah sistem suara atau bunyi. Sebagai mana yang kita ketahui peralatan yang diperlukan untuk menghasilkan bunyi yang digunakan pada sistem home theater ialah pembesar suara. Namun, pemahaman para pengguna terhadap kepentingan pembesar suara amatlah kurang dan biasanya kurang diambil perhatian .

Pembesar suara sebenarnya berperanan penting untuk menghasilkan bunyi untuk melengkapkan sistem tersebut dan menambahkan kepuasan pengguna. Tanpa disedari kecacatan terhadap mutu bunyi yang dihasilkan oleh pembesar suara mampu

mencatatkan keseluruhan sistem home video walaupun mungkin mampu menghasilkan imej yang bermutu.

Salah satu faktor yang menyebabkan pembesar suara tidak dapat menghasilkan bunyi yang bermutu adalah kedudukan pembesar suara yang tidak sesuai di dalam sesuatu ruang. Sehingga kini didapati kurang garis panduan yang mudah dan mampu dijadikan pedoman oleh pengguna bagi menentukan kedudukan yang sesuai untuk meletakkan pembesar suara daripada pelbagai jenis di dalam sesuatu ruang. Perlu diingat setiap pembesar suara mempunyai kesesuaian yang tersendiri.

Pendekatan yang biasa digunakan oleh para pengguna untuk menentukan kedudukan yang sesuai bagi meletakkan pembesar suara adalah dengan menggunakan kaedah subjektif iaitu menggunakan pendengaran dan kaedah cuba jaya. Kaedah ini kurang saintifik. Tambahan pula keputusan daripada menggunakan kaedah subjektif dan kaedah cuba jaya mungkin kurang tepat kerana dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kesilapan pada manusia, kewujudan tanggapan awal berdasarkan pengalaman yang lalu, dipengaruhi oleh emosi dan wujud perbezaan keputusan untuk para pendengar yang berbeza.

Oleh sebab itu kaedah objektif dipilih untuk digunakan bagi menentukan kedudukan yang terbaik untuk meletakkan pembesar suara di dalam sesuatu ruang. Kaedah objektif atau pengukuran ini boleh melibatkan pelbagai jenis pengukuran seperti keamatan aras bunyi, sambutan frekuensi, masa gema dan corak kutub .

Walaupun kini kita dapati telah ada data-data daripada kaedah objektif tetapi hanya berdasarkan data-data yang diberikan oleh pengeluar pembesar suara tersebut. Pada kebiasaannya ia hanya menyentuh berkenaan kelebihan pembesar suara tersebut

bagi tujuan menarik para pembeli. Tambahan pula data-data yang diperolehi adalah daripada keputusan ujikaji yang dilaksanakan di dalam makmal seperti di dalam ruang tanpa gema dan terhad kepada beberapa jenis pembesar suara sahaja. Namun begitu wujud perbezaan di antara kesimpulan yang didapati di makmal dengan apa yang sebenarnya akan diperolehi di dalam sesuatu ruang lain seperti di ruang tamu sesebuah rumah.

Bukan sesuatu perkara yang tidak pernah berlaku jika pembesar suara yang menghasilkan mutu bunyi yang baik di satu persekitaran menghasilkan pula mutu bunyi yang berbeza pada persekitaran yang lain pula. Ini kerana ia dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti saiz bilik dan objek-objek serta peralatan yang berada dalam bilik tersebut seperti perabut. Ini disebut sebagai kualiti akustik ruang terbabit. Dengan ini jelas bahawa mutu pembesar suara berkait rapat dengan kualiti akustik sesuatu ruang. Dengan ini penting jika para pembeli yang berhajat untuk membeli sesebuah pembesar suara untuk cuba mendengar bunyi daripada pembesar suara dalam bilik yang dicadangkan untuk digunakan.

Faktor lain termasuklah kedudukan pembesar suara diletakkan di dalam sesuatu bilik serta tanggapan awal berkenaan mutu bunyi yang akan dihasilkan oleh pembesar suara. Kesemua perkara-perkara yang dinyatakan di atas akan mempengaruhi bunyi yang dihasilkan oleh pembesar suara dan seterusnya apa yang bakal didengar oleh pendengar.

Maka melalui projek ini diharapkan dapat menampilkan satu kaedah yang mudah dan praktikal yang dapat dijadikan panduan bagi meletakkan pembesar suara

(diutamakan untuk jenis pembesar suara talian penghantaran) pada keadaan ruang yang mempunyai kualiti akustik yang tertentu .

Salah satu kaedah yang dipilih untuk menentukan kedudukan yang sesuai untuk meletakkan pembesar suara adalah berdasarkan corak kutub yang dihasilkan oleh bunyi daripada pembesar suara terbabit . Maka di sinilah timbulnya projek yang bertajuk kajian kesan kedudukan pembesar suara talian penghantaran ke atas corak kutubnya dilaksanakan.

1.2 Pernyataan masalah

Punca mengapa projek ini di adakan adalah kerana wujud perbezaan di antara corak kutub yang dihasilkan di makmal dan di bilik biasa contoh ruang tamu kerana dipengaruhi oleh perbezaan kualiti akustik di antara dua ruang terbabit.

Kajian ini, ingin melihat kaitan di antara kualiti akustik ruang atau bilik yang akan diletakkan pembesar suara dengan bentuk corak kutub yang akan terhasil di dalam ruang terbabit.

1.3 Matlamat projek

Bersesuaian dengan tajuk projek maka matlamat akhir projek ini ialah menentukan kedudukan yang paling sesuai bagi meletakkan pembesar suara talian penghantaran di dalam sesuatu bilik diutamakan di dalam ruang tamu.

1.4 Skop projek

Skop projek menyentuh berkenaan perkara-perkara yang telah dirancang untuk dilaksanakan bagi menjayakan projek kesan kedudukan ke atas corak kutub untuk pembesar suara talian penghantaran. Skop projek merangkumi perkara-perkara berikut:

- i. Menjalankan kajian latar belakang iaitu melibatkan penyelidikan terhadap sumber-sumber maklumat yang telah sedia ada seperti daripada buku-buku dan tesis berkenaan pembesar suara talian penghantaran.
- ii. Mempelajari kaedah ujikaji yang akan digunakan untuk kajian ini seperti kaedah pengukuran corak kutub dan pengukuran masa gema.
- iii. Mempelajari penggunaan peralatan yang akan digunakan untuk pengukuran seperti sound level meter.
- iv. Meneliti bilik yang akan digunakan untuk kajian iaitu melibatkan penentuan beberapa kedudukan yang akan digunakan bagi meletakkan pembesar suara bagi kajian ini dan ciri-ciri dalaman bilik, terbabit seperti susunan perabut dalam bilik terbabit.
- v. Melaksanakan ujikaji corak kutub di dalam bilik yang telah dipilih pada beberapa kedudukan yang berbeza dan pada ketinggian yang berbeza.
- vi. Membuat analisa dan perbandingan terhadap data-data yang diperolehi.

1.4 Perancangan projek

Perancangan projek memainkan peranan yang penting bagi memastikan kelancaran projek ini dan mampu mencapai sasarannya. Perancangan projek adalah

melibatkan 2 semester pengajian . Pada semester pertama sesi 1998/99 adalah lebih kepada mempelajari dan mengumpulkan segala maklumat yang diperlukan untuk menjayakan projek ini dan merupakan asas untuk menjayakan projek pada semester kedua .

Pada semester kedua sesi 1998/99 , bahagian ini menitikberatkan pelaksanaan pengujian, pengambilan bacaan dan pengambilan data pada kawasan ujian yang telah ditentukan dan seterusnya membuat rumusan daripada dapatan yang diperolehi melalui ujikaji yang dilaksanakan.

1.5 Hasil diharapkan

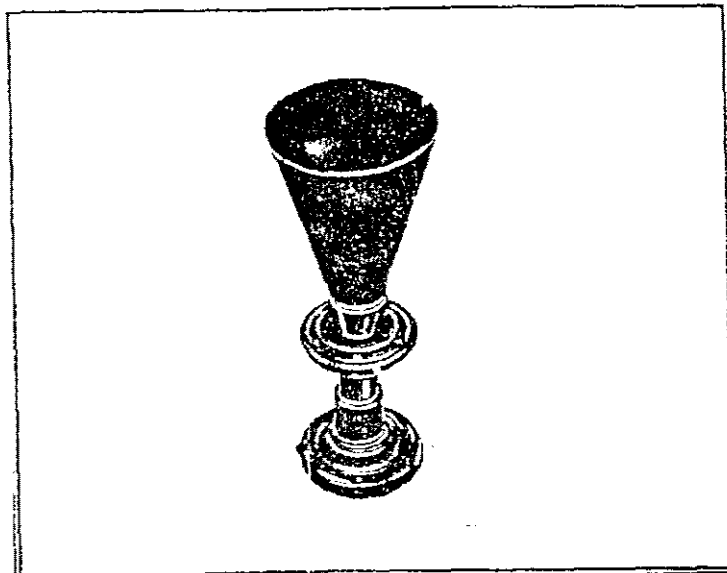
Setelah berakhirnya projek ini diharapkan dapat menentukan kedudukan terbaik bagi meletakkan pembesar suara talian penghantaran dalam sesuatu ruang. Ini supaya bunyi yang bakal didengar oleh pendengar yang dihasilkan oleh pembesar suara talian penghantaran pada kedudukan yang dipilih adalah bermutu.

BAB 2

KAJIAN LATAR BELAKANG

2.1 Sejarah perkembangan pembesar suara

Terciptanya pembesar suara buat pertama kalinya berlaku lebih 100 tahun yang lalu apabila Alexander Graham Bell berjaya mencipta telefon pada 14 Februari 1876. Pembesar suara yang pertama ini adalah sebahagian daripada komponen telefon tersebut yang berada pada bahagian ganggang telefon. Bentuk pembesar suara pertama adalah seperti pada Rajah 1.



Rajah 1: Bentuk pembesar suara terawal

Pembesar suara yang pertama ini terdiri daripada magnet yang berbentuk ladam kuda yang berkutub dan dililit oleh gelungan dawai manakala bahagian diafragmanya pula adalah daripada besi lembut yang diletakkan berhampiran dengan kutub magnet tersebut.

Namun ada sesetengah pihak mengatakan pembesar suara yang terawal adalah megaphone yang direka oleh Thomas A. Edison. Fungsi megaphone ialah untuk menguatkan bunyi yang dikeluarkan oleh phonograph.

Pada awal 1920-an pembesar suara mula digunakan dengan meluas dengan perkembangan siaran radio. Pada masa tersebut pembesar suara kon digunakan pada set-set radio. Setelah itu pembesar suara mulai mengalami perkembangan dan perubahan daripada segi mutu bunyi yang mampu dikeluarkan, julat frekuensi pembesar suara mampu beroperasi dengan baik dan rekabentuk bermutu untuk pembesar suara dengan penciptaan pelbagai jenis pembesar suara yang baru.

2.2 Perkembangan pembesar suara talian penghantaran

Perkembangan pembesar suara talian penghantaran bermula pada 1930 apabila Stromberg Carlson menghasilkan sejenis pembesar suara iaitu labyrinth acoustical dengan menggunakan kayu membentuk sebatang salur dan dipotong pada suku panjang gelombang daripada frekuensi salun woofer. Masalah yang dihadapi ketika itu adalah berkaitan frekuensi salun.

Pada awal 1960 seorang ahli fizik, Dr A.R. Bailey menambahkan bahan redaman ke dalam pembesar suara Labyrinth. Beliau mendapati bahan redaman perlu

untuk meningkatkan mutu pembesar suara ini. Pada 1965, pengeluaran Bailey's TL dipasarkan di England oleh Radford Electronic.

Pada 1976, L.J.S Bradbury menulis dalam satu jurnal pertubuhan kejuruteraan audio, di mana beliau menunjukkan bunyi lebih perlahan apabila melalui bahan gentian berbanding dengan 1130 kaki sesaat kelajuan bunyi melalui udara. Ketumpatan gentian sebanyak $\frac{1}{2}$ paun perkaki padu boleh melewati kelajuan bunyi kepada 408 kaki sesaat. Disebabkan kesukaran mendapatkan ketepatan kelajuan bunyi dalam bahan redaman, ramai pereka mengenyepikan persamaan matematik yang dibuat oleh Bradbury.

2.3 Fungsi Pembesar Suara

Dengan peredaran zaman dan penciptaan pelbagai jenis pembesar suara, ia masih lagi mengekalkan fungsinya sebagai alat untuk menukarkan tenaga elektrik kepada tenaga bunyi iaitu peringkat terakhir di dalam sistem audio. Selain itu pembesar suara turut melaksanakan beberapa fungsi tambahan iaitu meninggikan keamatan aras bunyi dan menambahkan kejelasan bunyi.

Fungsi yang dilaksanakan oleh pembesar suara amat penting kerana secara semula jadi sumber bunyi, seperti suara (bunyi yang keluar daripada mulut manusia) tidak cukup kuat untuk didengar oleh pendengar yang berada pada kedudukan atau jarak yang agak jauh. Sumber bunyi turut tidak mampu didengar jika sumber bunyi tersebut bercampur dengan hingar dipersekitaran seperti bunyi kenderaan ataupun bunyi perbualan antara para pendengar lain.

Pada keadaan ini pembesar suara memainkan peranan yang penting supaya maklumat yang ingin disampaikan diterima dan difahami oleh pendengar, tidak kira sama ada pendengar berada berdekatan atau berjauhan daripada sumber bunyi. Untuk memberikan kejelasan pada pendengar, sistem pembesar suara harus mampu meninggikan keamatan aras bunyi daripada bunyi asal iaitu kira-kira 10dB lebih tinggi daripada aras kebisingan sekeliling.

Fenomena di mana semakin jauh pendengar dari sumber bunyi semakin lemah keamatan aras bunyi yang diterima oleh pendengar boleh diterangkan melalui "*The Inverse Square Law*". Hukum ini menjelaskan perkaitan di antara jarak dan keamatan bunyi iaitu keamatan bunyi berkurang dengan kuasa dua jarak.

$$I \propto 1/d^2$$

iaitu:

I = keamatan bunyi

d = jarak

2.4 Binaan pembesar suara secara umum

Pembesar suara adalah merupakan bahagian pada sistem audio yang mempunyai spesifikasi dan binaan yang paling mudah. Namun begitu pembesar suara memainkan peranan dan mempunyai pengaruh yang paling besar kepada kualiti bunyi yang akan dihasilkan.

Binaan pembesar suara secara asas hanyalah terdiri daripada kabinet atau kotak penutup dan pemacu.

2.4.1 Kabinet (enclosure)

Kabinet atau kotak penutup merupakan badan kepada pembesar suara. Pelbagai bahan boleh digunakan untuk membentuk kabinet seperti papan lapis, MDF (medium-density fiberboard), kayu dan plastik mengikut kehendak pembuat.

Keperluan untuk rekabentuk kabinet ditentukan oleh beberapa faktor seperti saiz pemacu yang digunakan, persekitaran di mana pembesar suara tersebut akan digunakan, kos yang ditetapkan dan mutu yang diperlukan oleh pengguna.

Kabinet berfungsi menutup bahagian dalam pembesar suara serta memberikan rupa dan bentuk kepada sesuatu pembesar suara. Kabinet amat penting kepada pembesar suara seperti yang digambarkan oleh ungkapan berikut iaitu “tanpa kabinet, pemacu pembesar suara yang berada diruang bebas adalah seperti ikan yang berada di luar air”.

Ujian perbandingan mutu ke atas pemacu pembesar suara yang sama apabila diletakkan di ruang bebas dan apabila diletakkan pada kabinet yang bersesuaian didapati, pemacu pembesar suara tersebut mampu menghasilkan sehingga 100 kali ganda keamatan bunyi dan lebih baik mutunya terutamanya pada frekuensi rendah jika diletakkan pada kabinet yang bersesuaian dibandingkan apabila pemacu diletakkan di ruang bebas.

Pembesar suara tanpa kabinet menghasilkan mutu bass yang rendah dan ini menjelaskan mengapa bunyi yang terhasil adalah tidak bertenaga dan tidak seimbang.

Kabinet pada sistem pembesar suara turut menghalang pencampuran yang tidak dikehendaki di antara gelombang berbeza fasa. Kabinet turut mampu meningkatkan mutu pemacu. Ini kerana apabila pemacu tanpa kabinet cuba mengepam udara, ia

berhadapan dengan rintangan udara yang kecil umpama ombok yang berada di luar enjin. Ini menyebabkan operasi pemacu menjadi kurang bermutu.

Pemacu walau daripada apa jenis sekalipun mampu berfungsi dengan lebih baik jika diletakkan pada kabinet atau kotak. Ini menyebabkan udara tidak mudah keluar kerana adanya halangan daripada kabinet. Ini kerana apabila kon pemacu bergetar, getaran ini boleh menyebabkan udara tertolak. Selain itu kabinet juga berfungsi untuk mengurangkan atau menghalang pemacu daripada mengalami gegaran.

Secara umum wujud empat jenis kabinet untuk pembesar suara iaitu kotak tertutup (closed box), kotak berlubang atau berliang (ported box) , horn dan labyrinth beserta variasinya.

Jenis kotak tertutup mempunyai isipadu udara yang tetap di ruang dalam kabinet dan bertindak seumpama spring. Apabila kon pemacu bergerak kebelakang, udara di dalamnya akan dimampatkan. Udara yang mampat ini akan cuba menekan semula kon pemacu balik semula ke posisi asalnya. Perbezaan tekanan udara di antara di luar dan di dalam kabinet menyebabkan kon pemacu mengalami herotan tidak linear dan banyak memindahkan tenaga akustik ke dinding kabinet.

Jenis kotak berlubang pula, tidak seperti jenis kotak tertutup, perlakuannya adalah kompleks. Pembesar suara kotak berliang adalah pembesar suara yang mempunyai liang pada kabinetnya. Liang berfungsi menguatkan bass hasil gelombang yang terpantul pada dinding belakang kotak penutup.

Jenis horn berfungsi seperti pengubah akustik. Ia memadamkan galangan akustik yang tinggi pada pemacu kepada galangan yang rendah pada udara di ruang bilik. Ini boleh dilakukan dengan pertambahan yang sekata pada keratan rentas

daripada pemacu kepada bahagian bukaan atau mulut horn. Disebabkan horn mempunyai kebolehan memadankan ciri galangan, horn menawarkan kecekapan yang lebih tinggi daripada penutup pembesar suara jenis lain. Kekurangan penggunaan pembesar suara jenis horn disebabkan saiznya yang besar. Ini menyebabkan horn biasanya digunakan untuk sistem bunyi pada panggung, pawagam, pentas atau untuk kegunaan pada tingkat tinggi. Untuk labyrinth dan variasinya akan diterangkan pada bahagian 2.5 dengan lebih terperinci.

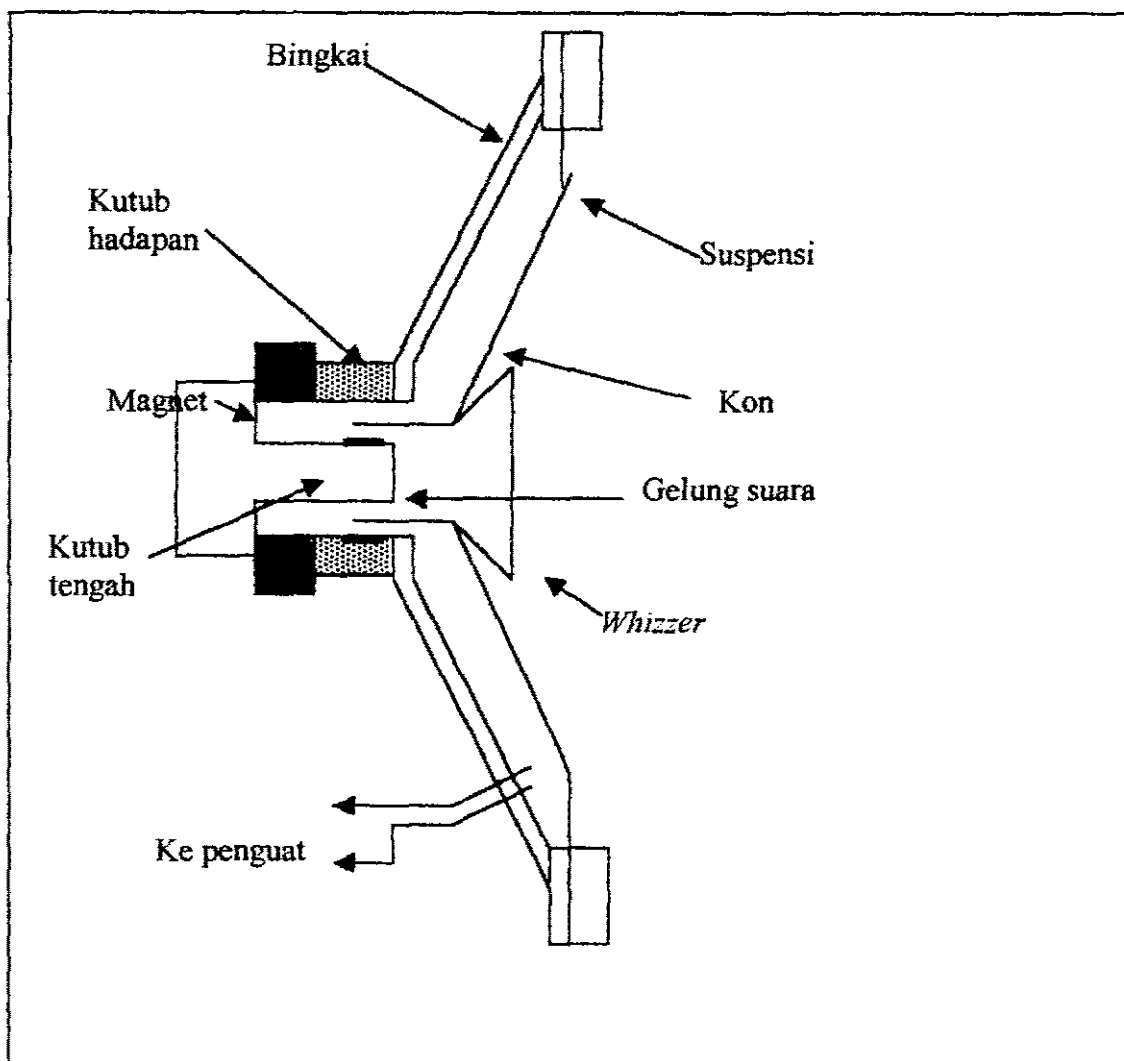
2.4.2 Pemacu

Kini terdapat pelbagai jenis pemacu yang dihasilkan oleh pelbagai pengeluar di pasaran yang boleh digunakan untuk menghasilkan sesebuah rekaan pembesar suara. Pemilihan pemacu yang akan digunakan adalah bergantung kepada beberapa faktor seperti julat frekuensi yang mahu dihasilkan oleh sesuatu pembesar suara iaitu sama ada frekuensi tinggi atau frekuensi rendah serta saiz pemacu yang hendak digunakan dan perlu bersesuaian dengan saiz kabinet.

Walaupun terdapat pelbagai jenis saiz dan model pemacu tetapi ia boleh dibahagikan kepada beberapa jenis seperti jenis Piezo-Electric dan jenis dinamik.

Piezo-Electric adalah pembesar suara yang menghasilkan frekuensi tinggi. Untuk pemacu jenis Piezo-Electric, hablur-hablur kristal dicantumkan kepada satu diafragma yang kecil. Kesan tekanan yang dikenakan kepada kristal tadi apabila dibekalkan dengan isyarat elektrik membolehkan diafragma mengubah isyarat elektrik itu tadi kepada isyarat bunyi.

Jenis dinamik terdiri daripada tiga bahagian yang utama iaitu bahagian kon, gegelung suara dan magnet seperti pada rajah 2.



Rajah 2: Binaan pemacu jenis dinamik

Cara operasi pemacu ini ialah apabila arus mengalir melalui wayar, ia menghasilkan medan magnet disekeliling wayar tersebut dan pada gegelung suara kekuatan medan magnet bertambah. Gegelung suara yang mempunyai medan magnet akan bertindak balas dengan magnet. Ini menyebabkan timbul daya yang akan

bertindak kepada gegelung tersebut. Apabila arus tidak mengalir , medan disekeliling gegelung akan runtuh .

Pada pemacu, perubahan medan yang bersilih ganti antara wujud medan dan runtuhnya medan pada gegelung dan bertindak balas dengan medan kekal pada magnet ini menyebabkan gegelung bergerak dengan perubahan nilai arus. Apabila gegelung suara bergerak , ia akan mengerakkan kon yang seterusnya menghasilkan gelombang tekanan udara yang berdekatan dengan kon. Gelombang tekanan ini akan menghasilkan bunyi.

2.5 Pembesar suara talian penghantaran

Rekabentuk pembesar suara talian penghantaran adalah hampir sama dengan rekabentuk pembesar suara Labyrinth. Rekabentuk ini mempunyai laluan atau salur yang panjang dan berlipat yang menghasilkan bengkokan untuk menjimatkan ruang.

Panjang salur adalah $\frac{1}{4}$ daripada panjang gelombang pada frekuensi rendah yang menghampiri frekuensi resonan pemacu apabila dipasang pada kabinet pembesar suara talian penghantaran. Salur ini juga berfungsi untuk aliran udara sama seperti pembesar suara horn berlipat. Tetapi salur untuk pembesar suara talian penghantaran adalah lebih panjang.

Bengkokan pada pembesar suara talian penghantaran pada kebiasaanya tidak berfungsi sebagai pemantul yang baik. Tetapi mutu pembesar suara ini mampu dipertingkatkan jika bahan pemantul diletakkan pada kedudukan yang sesuai pada sudut pantulan yang sesuai pada bengkokan tersebut. Bahan seperti jubin telah dibuktikan cukup sesuai untuk dijadikan bahan pemalihan terutamanya jika disusun pada

permukaan konkrit yang nipis mengikut bentuk V pada sudut 90° di antara satu sama lain.

Operasi pembesar suara talian penghantaran adalah seperti talian penghantaran elektrik yang panjang dan mempunyai kehilangan yang tinggi di mana hampir kebanyakan tenaga yang dihantar hilang dan terlalu sedikit yang muncul di penghujungnya untuk dipantulkan kembali. Ini berlaku dalam pembesar suara talian penghantaran kerana terdapatnya bahan redaman di dalam salur talian penghantaran.

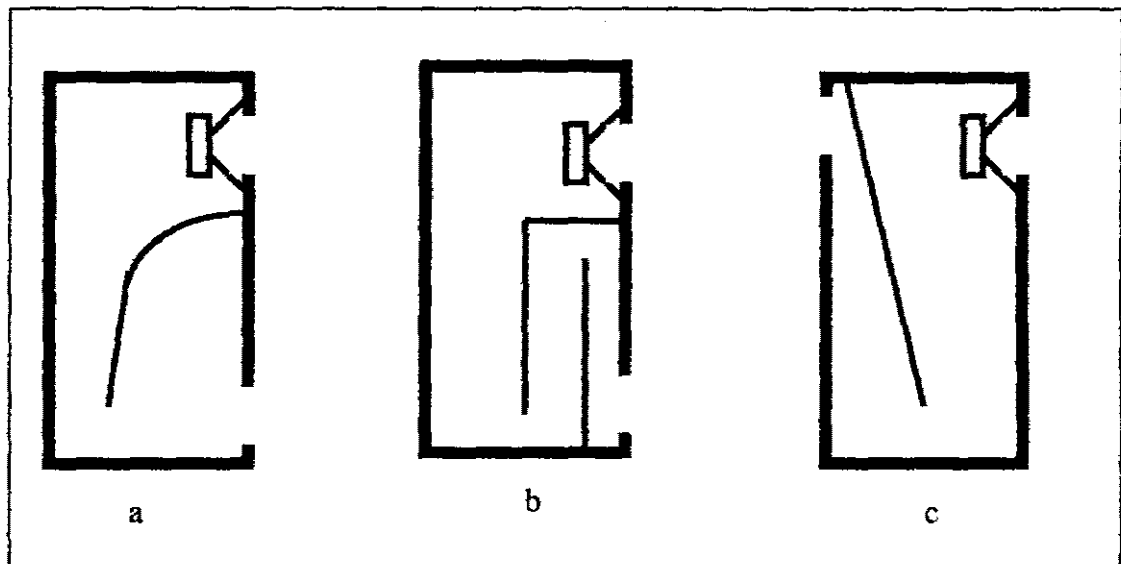
Pembesar suara talian penghantaran mempunyai satu rekabentuk yang unik kerana tidak seperti pembesar suara lain yang meninggikan resonan pada frekuensi rendah, sebaliknya pembesar suara talian penghantaran merendahkan resonan. Sebagai contoh unit yang menghasilkan 50Hz resonan akan jatuh nilainya sehingga 40Hz apabila diletakkan pada salur yang sepanjang 7 kaki.

Pembesar suara talian penghantaran asasnya hanya merupakan sebatang salur yang diperbuat daripada bahan tertentu seperti papan lapis. Kedudukan pemacu berada pada satu hujung dan wujud bukaan (mouth) di hujung yang satu lagi. Bahan redaman yang diletakkan di sepanjang paip berfungsi sebagai penapis akustik lulus rendah untuk menapis frekuensi julat pertengahan dan frekuensi tinggi. Bahan redaman juga berfungsi untuk menghadkan salunan frekuensi dan gelombang pegun.

Bailey telah menemui bahawa bahan redaman yang terbaik untuk digunakan pada pembesar suara talian penghantaran adalah bulu kambing biri-biri. Bulu kambing biri-biri digunakan pada kepadatan 8 kg per meter padu. Bailey menerangkan dengan penggunaan bulu kambing biri-biri akan mampu menghasilkan pembesar suara talian penghantaran yang baik jika dibandingkan dengan menggunakan bahan redaman lain

seperti gentian kaca. Dengan lebih terperinci pada frekuensi rendah (30-60 Hz) iaitu halaju gelombang bunyi di dalam salur akan berkurangan sebanyak lima puluh peratus, yang mampu memberikan kesan yang penting kepada mutu bunyi yang dihasilkan oleh pembesar suara talian penghantaran.

Keratan rentas rekabentuk untuk beberapa jenis pembesar suara talian penghantaran adalah seperti rajah 3. Salah satu jenis pembesar suara talian penghantaran adalah jenis Radford seperti pada rajah 3a.



Rajah 3: Rekabentuk beberapa jenis pembesar suara talian penghantaran

Rajah 4 pula menunjukkan gambar sebenar pembesar suara talian penghantaran. Daripada rajah 4 dapat diperhatikan bahawa kedudukan pemacu pada pembesar suara talian penghantaran adalah sama aras dengan kedudukan telinga manusia. Ini membolehkan pembesar suara talian penghantaran diletakkan di atas lantai apabila digunakan.

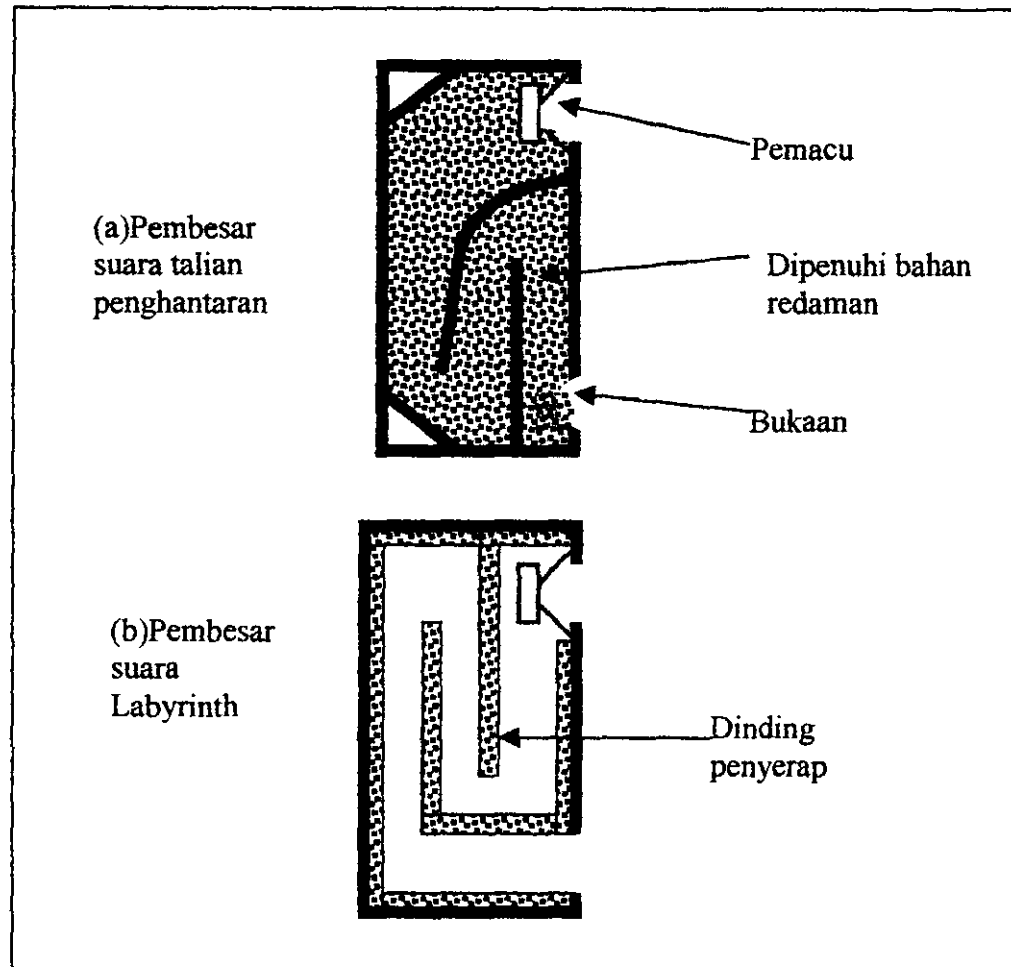


Rajah 4: Gambar pembesar suara talian penghantaran

2.5.1 Perbezaan di antara pembesar suara talian penghantaran dan labyrinth

Secara luaran binaan dan bentuk pembesar suara talian penghantaran dan labyrinth adalah serupa. Perbezaan yang jelas adalah terletak pada bahagian dalam pembesar suara tersebut. Untuk pembesar suara talian penghantaran di bahagian sesalurnya diisi atau dipenuhi dengan bahan redaman seperti bahan gentian (polyester fiber). Manakala pembesar suara labyrinth bahan redaman tidak memenuhi ruang sesalur sebaliknya membentuk struktur sesalur itu sendiri seperti pada rajah 5 .

Pembesar suara labyrinth keratan rentas sesalur adalah seragam pada sepanjang sesalur. Untuk pembesar suara talian penghantaran keratan rentas sesalur adalah tidak seragam sepanjang sesalur iaitu saiz sesalur semakin kecil atau menirus dibahagian bukaan.



Rajah 5: Perbezaan pembesar suara talian penghantaran dan Labyrinth

2.5.2 Kelebihan dan kekurangan pembesar suara talian penghantaran

Pembesar suara talian penghantaran adalah merupakan satu rekabentuk yang memberikan penyerapan sepenuhnya keluaran daripada bahagian belakang pemacu dan merupakan rekabentuk yang paling memuaskan dalam penyelesaian masalah pembuangan gelombang belakang.

Pembesar suara talian penghantaran turut merendahkan frekuensi daripada resonan pemacu, ini disebabkan oleh jisim udara di dalam saluran yang bertindak

secara terus kepada permukaan pemacu. Ini turut menyebabkan rekabentuk pembesar suara talian penghantaran menghasilkan bass yang baik.

Kelebihan lain pembesar suara talian penghantaran adalah kesesuaian untuk digunakan pada dewan atau ruang yang mempunyai masalah kualiti akustik. Ini kerana pada pembesar suara talian penghantaran menghasilkan bunyi yang bergerak ke hadapan pada paksi mendatar yang rata. Bunyi yang merambat pada bahagian sisi dan bahagian belakang pembesar suara talian penghantaran adalah lemah. Ini menyebabkan balikan bunyi pada dinding, syiling dan lantai dapat dikurangkan. Ini menyebabkan bunyi yang didengar oleh pendengar, iaitu pada arah di mana pembesar suara talian penghantaran diarahkan, menjadi lebih jelas dan kurang gangguan pada bunyi yang didengar oleh pendengar.

Namun kelemahan yang paling ketara yang menyebabkan pembesar suara talian penghantaran bukan satu rekabentuk yang diminati ialah kerana pembesar suara talian penghantaran adalah dianggap satu rekabentuk yang tidak begitu memuaskan iaitu saiznya yang besar dan dicipta hanya sekadar untuk mencapai objektif yang terhad. Tambahan pula pembesar suara talian penghantaran mempunyai kecekapan purata yang lebih rendah daripada kecekapan purata untuk pembesar suara jenis lain.

Selain itu dalam keadaan sebenar adalah sukar untuk mereka sebuah pembesar suara talian penghantaran yang bermutu kerana kesukaran untuk memadankan antara resonan yang terhasil oleh kon pemacu dengan panjang salur untuk pembesar suara talian penghantaran. Kejayaan menghasilkan pembesar suara talian penghantaran yang bermutu sebahagian besar adalah bergantung kepada kaedah cuba jaya.

BAB 3

KAEDAH PERLAKSANAAN

Kaedah perlaksanaan menyentuh jenis-jenis pengukuran yang akan dilaksanakan dan tujuan setiap pengukuran tersebut dilaksanakan, peralatan yang digunakan untuk setiap pengukuran, kaedah untuk melaksanakan setiap jenis pengukuran, kaedah untuk merekod data dan akhirnya menyentuh berkenaan ruang atau bilik yang digunakan untuk melaksanakan pengukuran tersebut.

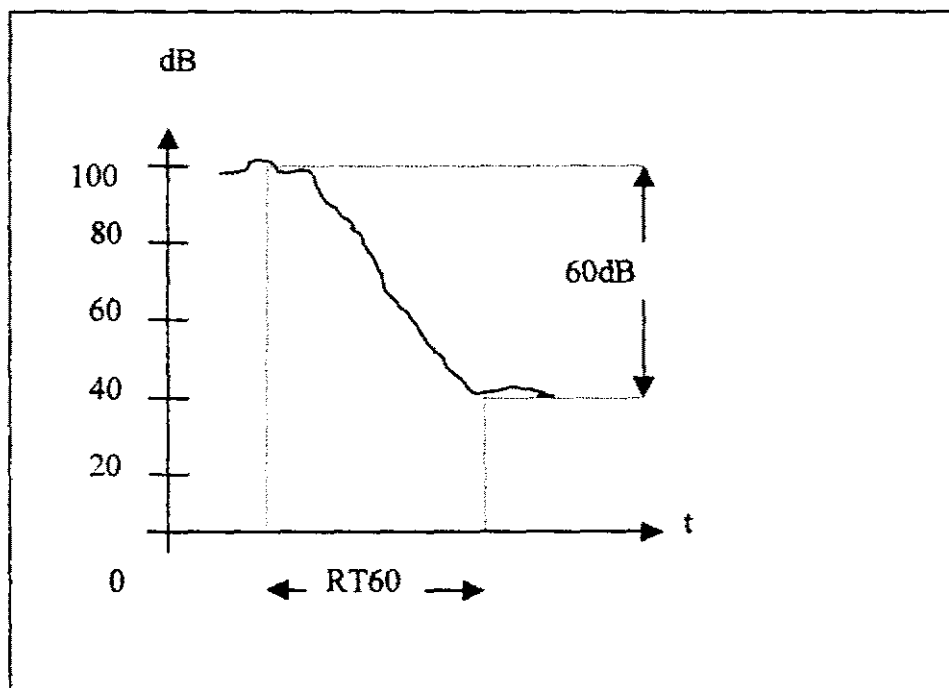
3.1 Jenis pengukuran

Terdapat dua jenis pengukuran yang dipilih dan akan dilaksanakan bagi mendapatkan maklumat-maklumat yang diperlukan untuk menentukan kedudukan yang sesuai bagi meletakkan pembesar suara talian penghantaran. Kaedah pengukuran tersebut ialah:

- i. Pengukuran masa gemaan (reverberation time measurement))
- ii. Pengukuran corak kutub (polar pattern measurement)

3.2 Masa gema

Masa gema atau dikenali sebagai RT60 adalah istilah yang menerangkan berkenaan jumlah masa yang diperlukan oleh bunyi di dalam sesuatu ruang untuk pupus sebanyak 60dB atau sebanyak satu juta daripada kuasa asalnya. W.C Sabine menakrifkan masa gema ialah masa bunyi di dalam sesuatu ruang atau bilik pupus sebanyak 60dB apabila sumbernya dihentikan secara tiba-tiba seperti yang dapat dilihat pada rajah 6.



Rajah 6: Masa diambil oleh bunyi di dalam bilik pupus sebanyak 60dB

Dalam bahasa yang lebih mudah masa gema boleh diterangkan sebagai jumlah masa yang diambil oleh tenaga bunyi untuk melantun sekeliling sesuatu ruang tertutup sebelum hilang kerana diserap oleh udara dan bahan-bahan yang berada di dalam ruang terbabit.

Secara umum ruang tertutup yang tidak mempunyai bahan yang menyerap bunyi mempunyai masa gema yang lebih lama seperti di dalam ruang konkrit atau dibilik yang ber dinding jubin. Bagi ruang yang mempunyai bahan penyerap bunyi masa gema adalah amat singkat seperti di dalam ruang tanpa gema (anechoic chamber).

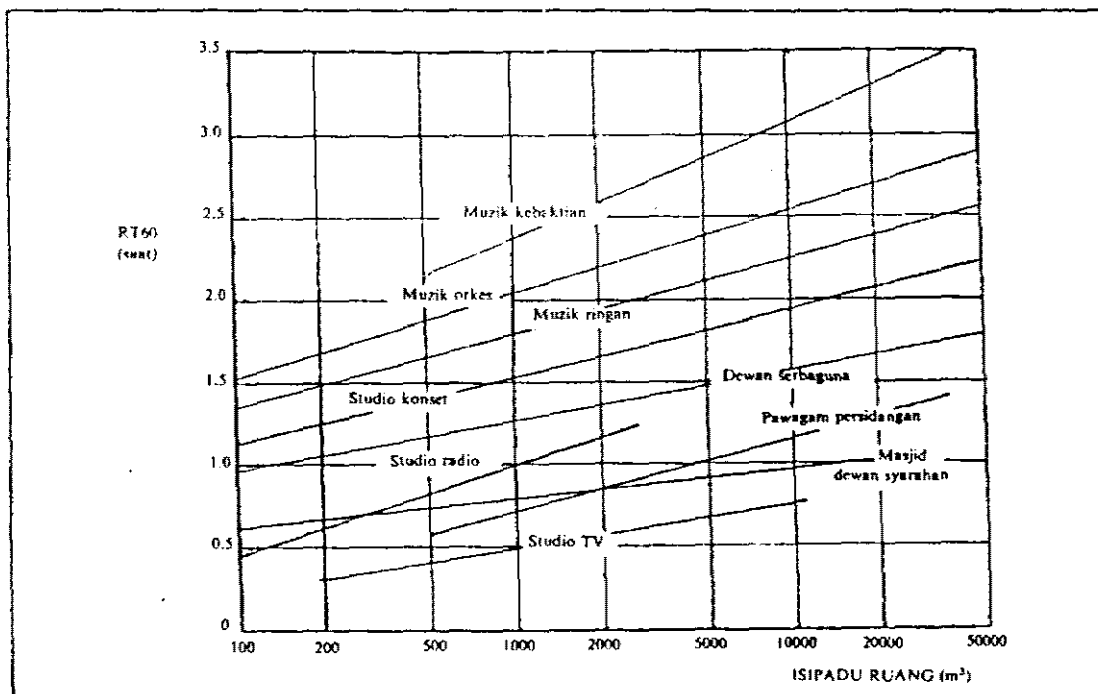
Masa gema adalah penting untuk ditentukan kerana masa gema dapat memberikan gambaran awal berkenaan mutu bunyi yang dihasilkan oleh sesuatu sumber bunyi contoh pembesar suara apabila diletakkan di dalam sesuatu ruang. Contohnya nilai masa gema yang sesuai untuk ruang atau dewan berucap tanpa bantuan pembesar suara ialah sekitar 1.0 saat.

Jika masa gema untuk ruang berucap itu adalah terlalu panjang daripada nilai yang dicadangkan, maka sukar untuk pendengar memahami secara terperinci ucapan yang disampaikan kerana wujud pertindihan untuk setiap kata yang diucapkan atau setiap butiran percakapan itu seperti diulang-ulang. Ini disebabkan setiap patah perkataan yang diucapkan tidak terus diterima di telinga pendengar. Sebahagian besar bunyi akan bergerak dahulu di dalam dewan berucap tersebut dan hanya sebahagian kecil bunyi terus ke telinga pendengar atau boleh dijelaskan bahawa bunyi yang diterima oleh pendengar adalah gabungan bunyi sebenar dari sumber bunyi dan bunyi yang diterima selepas mengalami pantulan.

Sebaliknya jika masa gema untuk ruang berucap itu adalah terlalu singkat daripada nilai yang dicadangkan, pendengar tidak akan dapat mendengar dengan jelas butiran ucapan tersebut kerana sebahagian besar daripada bunyi telah diserap oleh bahan di dalam ruang terbabit.

Masa gema boleh menentukan kesesuaian sesuatu ruang bagi sesuatu fungsi atau kegunaan. Ini boleh diperhatikan daripada rajah 7 iaitu rajah yang menunjukkan masa gema sebagai fungsi isipadu ruang (dalam meter padu) yang dianggap sesuai untuk kegunaan tertentu.

Di dalam tulisannya dalam tahun 1900, W.C. Sabine telah menyatakan bahawa nilai masa gema di dalam sesuatu ruang tidak dipengaruhi oleh kedudukan sumber bunyi di dalam ruang tersebut dan kedudukan permukaan penyerap atau kedudukan sebarang objek dalam ruang tersebut.



Rajah 7: RT60 sebagai fungsi isipadu ruang yang dianggap sesuai untuk kegunaan tertentu

3.3 Kaedah untuk menentukan masa gema

Terdapat dua kaedah yang boleh digunakan untuk menentukan masa gema iaitu melalui:

- i. Pengiraan masa gemaan
- ii. Pengukuran masa gemaan

3.3.1 Pengiraan masa gemaan

Masa gemaan boleh diperolehi dengan cara pengiraan dengan menggunakan beberapa cara. Salah satu cara ialah dengan menggunakan ungkapan Sabin iaitu:

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

RT60= Masa gemaan

V= Isipadu ruang (m^3)

A= Jumlah penyerapan dalam Sabin

Nilai A ialah jumlah luas permukaan bagi sesuatu bahan didarab dengan pekali penyerapan untuk permukaan tersebut:

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

Dimana,

S_1, S_2, \dots, S_n luas permukaan sesuatu bahan (m^2)

a_1, a_2, \dots, a_n pekali penyerapan untuk setiap bahan dalam Sabin .

Contoh pekali penyerapan beberapa bahan dalam Sabin dapat dilihat pada lampiran 2.

Walaupun banyak persamaan untuk menentukan masa gemaan yang telah dicadangkan oleh Sabine, Norris-Eyring, Millington dan Fitzroy tetapi persamaan yang dicadangkan oleh Norris-Eyring telah digunakan secara meluas kerana beberapa sebab seperti persamaan yang dicadangkan oleh Norris-Eyring dapat mengira dengan tepat nilai RT60 untuk semua keadaan dan amat sesuai untuk ruang sebenar.

Untuk ungkapan Sabin, terdapat kelemahan iaitu hanya sesuai untuk ruang yang sederhana besar dan ruang yang besar serta tidak dapat memberikan nilai yang tepat untuk ruang yang mempunyai $RT60 \leq 2.0$ saat.

Formula Norris-Eyring untuk menentukan RT60 ialah:

$$RT60 = \frac{0.161 V}{-S \ln(1 - a_{NE})}$$

a_{NE} : pekali penyerapan dalam Norris-Eyring

V: isipadu (m^3)

S: luas permukaan (m^2)

Namun masalah yang sering timbul untuk menggunakan formula Norris-Eyring ialah pekali penyerapan untuk bahan biasanya adalah dalam unit Sabine. Cara untuk mengatasi masalah ini adalah menggunakan persamaan berikut.

$$a_{NE} = 1 - e^{-a}$$

a_{NE} : pekali penyerapan dalam Norris-Eyring

a : pekali penyerapan dalam Sabine

Walaupun begitu jika memerlukan penukaran daripada a_{NE} kepada a maka formula berikutnya boleh digunakan:

$$a = -\ln(1 - a_{NE})$$

3.3.2 Pengukuran masa gemaan

Kaedah pengukuran masa gemaan adalah cara yang dipilih untuk menentukan masa gemaan pada projek yang dilaksanakan. Kaedah pengukuran dipilih berbanding

kaedah pengiraan kerana kaedah pengukuran menawarkan beberapa kelebihan berbanding kaedah pengiraan.

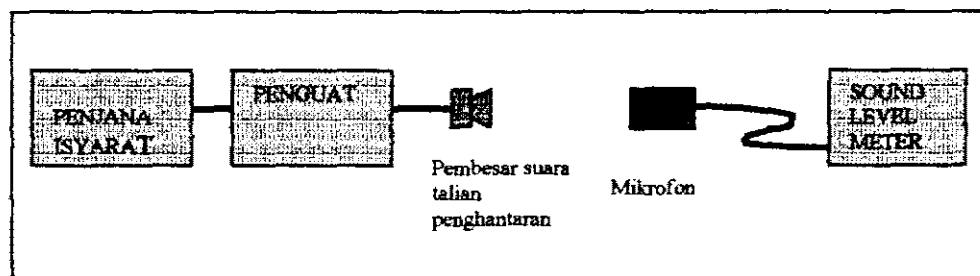
Antara kelebihan tersebut ialah masa gemaan dapat diperolehi dengan lebih tepat nilainya dan lebih cepat. Selain itu kaedah untuk melaksanakan pengukuran masa gemaan adalah mudah. Tidak seperti menentukan masa gemaan melalui kaedah pengiraan antara masalah yang wujud ialah kesukaran menentukan keluasan permukaan sesuatu objek dan untuk mendapatkan nilai pekali penyerapan untuk setiap bahan.

Peralatan yang digunakan untuk pengukuran masa gemaan ialah:

- i. Sound level meter (model RION NA-29E)
- ii. Penjana isyarat (signal generator) (model GFG 813)
- iii. Penguat (amplifier) (model advantage 060)
- iv. Pembesar suara talian penghantaran

Kaedah pengukuran untuk menentukan masa gemaan adalah seperti berikut:

- i. Peralatan pengukuran terlebih dahulu dipasang seperti rajah 8 .



Rajah 8: Susunan peralatan untuk pengukuran RT60

- ii. Peralatan seperti sound level meter perlu dilaraskan . Kaedah untuk melaras sound level meter model NA-29E adalah seperti lampiran 3(step 1-8). Penjana isyarat dilaraskan iaitu memilih nilai frekuensi yang sesuai bagi pengukuran

masa gemaan. Frekuensi 1kHz dipilih untuk pengukuran masa gemaan kerana biasanya diambil sebagai nilai standart (purata) untuk sesuatu ruang.

- iii. Mikrofon yang disambungkan kepada sound level meter diletakkan di bahagian tengah bilik.
- iv. Pembesar suara talian penghantaran (sumber bunyi) diletakkan rapat dan menghadap ke dinding bilik. Ini bertujuan untuk memastikan sumber bunyi yang akan diterima oleh mikrofon bukan daripada bunyi yang keluar daripada pembesar suara terus ke mikrofon sebaliknya bunyi daripada pembesar suara yang mengalami lantunan dan penyerapan pada bahan-bahan yang ada di dalam bilik tersebut dan akhirnya barulah diterima oleh mikrofon.
- v. Pembesar suara dihidupkan dan sound level meter dilaraskan seperti pada lampiran 4(step 9-12).
- vi. Butang “STOR” pada sound level meter ditekan semasa memberhentikan bunyi daripada pembesar suara.
- vii. Kemudian langkah-langkah seperti pada lampiran 5 (step 13-20) diikuti.
- viii. Nilai masa gemaan ditentukan menggunakan formula berikut dan bacaan diisi ke dalam jadual di rajah 9:

$$RT60 = (B-A) \times T \times 2$$

A: First adress number (lampiran 5 step 19)

B: Adress number pada titik 30dB (lampiran 5 step 20)

T: Store period , 0.002saat, (lampiran 3 step7)
- ix. Langkah (iii) hingga (viii) di atas diulang beberapa kali seperti pada jadual 1.
- x. Nilai purata masa gemaan untuk ruang terbabit akhirnya ditentukan.

	Bacaan 1	Bacaan 2	Bacaan 3	Bacaan 4
Nilai A				
Nilai B				
Nilai RT60 (saat)				

Jadual 1: Jadual merekodkan bacaan RT60

3.4 Corak kutub

Corak kutub atau dikenali sebagai polar pengarahannya adalah sebenarnya menunjukkan kekuatan bunyi di mana kekuatan bunyi mempunyai perkaitan secara terus dengan aras tekanan bunyi (sound pressure level) atau keamatan dan bukannya melihat kepada tenaga yang dimiliki oleh bunyi.

Aras tekanan bunyi adalah kuantiti yang sering ditentukan dan sesuai untuk sumber bunyi yang menghasilkan gelombang bunyi yang bergerak pada semua arah. Aras tekanan bunyi boleh ditakrifkan sebagai:

$$SPL = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

Dimana ; SPL= Aras tekanan bunyi (dB)

P= Nilai tekanan diukur (rms)

P₀= Tekanan bunyi rujukan

Melalui persetujuan antarabangsa nilai P₀ yang digunakan ialah $2 \times 10^{-5} \text{ Nm}^{-2}$, dimana ia adalah nilai ambang pendengaran yang di terima pada 1kHz.

Aras tekanan bunyi tidak hanya bergantung kepada bunyi daripada sumber, tetapi juga bunyi daripada pantulan, penyerapan, jarak dan lain-lain faktor bentuk geometri ruang. Aras tekanan bunyi adalah dalam unit decibel (dB) yang berjalut daripada 0dB hingga 130dB. Jadual 2 menunjukkan nilai aras tekanan bunyi untuk beberapa keadaan:

Punca	Aras tekanan bunyi (dB)	Catatan
Jet berlepas	120	Merbahaya, pendedahan yang kerap boleh merosakkan pendengaran
Tempat pembinaan	110	
Jeritan yang kuat	100	
Kilang (secara purata)	80	Bising
Lalu-lintas	70	
Perbualan biasa	60	
Perpustakaan	40	Senyap
Bunyi pernafasan biasa	10	

Jadual 2: Nilai aras tekanan bunyi untuk beberapa keadaan:

3.4.1 Pengukuran corak kutub

Pengukuran corak kutub dilaksanakan untuk mendapatkan bacaan aras tekanan bunyi dalam nilai dB. Aras tekanan yang diperolehi boleh berbeza-beza dari satu titik ke titik. Corak kutub amat berguna untuk menyampaikan keterangan yang mudah difahami tentang sesebuah sumber bunyi. Pola atau corak ini biasanya berubah

mengikuti frekuensi iaitu pengarahannya selalunya lebih jelas pada frekuensi tinggi dan kurang atau tidak berpengaruh pada frekuensi rendah.

3.4.2 Peralatan untuk pengukuran corak kutub

Peralatan yang digunakan serta fungsi setiap alat diterangkan pada jadual 3.

Peralatan	Penerangan
Sound level meter (RION NA-29E)	Alatan yang penting untuk pengukuran corak kutub dan nilai masa gema. Peralatan yang sesuai terutamanya untuk pengukuran di luar makmal. Peralatan yang dilengkapi mikrofon ini memberikan nilai aras tekanan bunyi dalam unit dB. Kaedah melaraskan sound level meter (RION NA-29E) untuk pengukuran corak kutub adalah seperti pada lampiran 6
Penjana isyarat (GFG 813)	Menghasilkan sumber isyarat . Untuk pengukuran corak kutub nilai frekuensi yang dipilih ialah 100Hz, 1kHz dan 10kHz. Penjana isyarat perlu dilaraskan sehingga mengeluarkan bunyi yang nyaring (seperti bunyi siulan) pada setiap frekuensi yang ditetapkan
Penguat (advantage 060)	Menguatkan isyarat yang dihasilkan oleh penjana isyarat sebelum dibekalkan ke pembesar suara
Pembesar suara talian penghantaran	Menukarkan isyarat elektrik daripada penguat kepada isyarat bunyi
Turntable	Untuk memudahkan kerja-kerja memusingkan pembesar suara pada sudut-sudut yang tertentu (0°-360°)

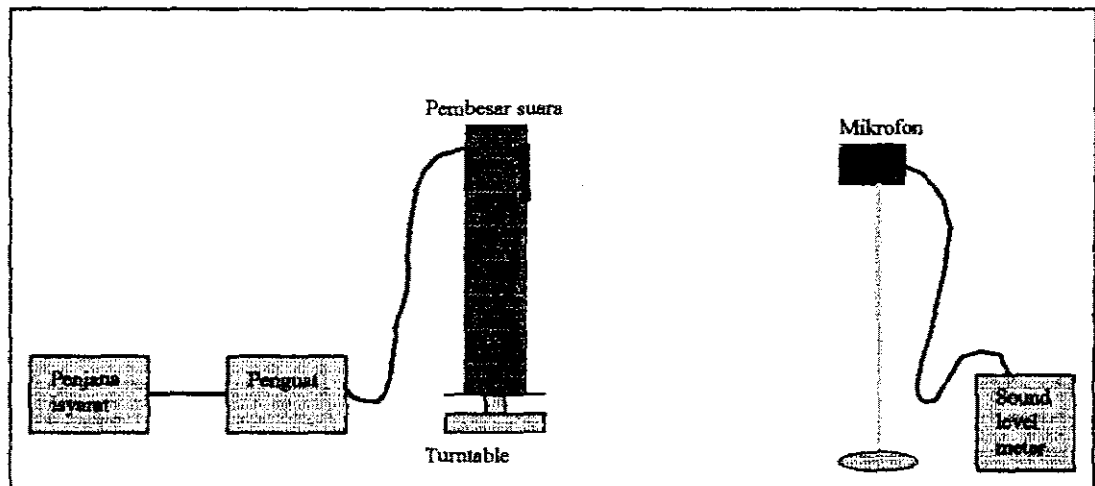
Jadual 3: Peralatan untuk pengukuran corak kutub

3.4.3 Kaedah untuk pengukuran corak kutub

Kaedah asas melaksanakan pengukuran corak kutub ialah seperti berikut:

- i. Peralatan dipasang seperti pada rajah 9

- ii. Mikrofon diletakkan pada kedudukan seperti pada lampiran 7. Kedudukan mikrofon ini tidak diubah sepanjang melaksanakan pengukuran corak kutub. Pembesar suara diletakkan di atas turntable pada kedudukan yang ditandakan sebagai A seperti pada lampiran 7.



Rajah 9: Susunan peralatan untuk pengukuran corak kutub

- iii. Pembesar suara diletakkan di atas turntable pada kedudukan yang ditandakan sebagai A pada sudut 0° .
- iv. Pembesar suara talian penghantaran, penjana isyarat, penguat dan sound level meter mula diaktifkan. Penjana isyarat dilaraskan pada 100Hz.
- v. Nilai bacaan untuk aras tekanan bunyi yang ditunjukkan pada sound level meter dicatatkan pada jadual 4.
- vi. Kaedah pengukuran daripada (iii) hingga (v) diulang semula untuk nilai sudut yang berbeza iaitu daripada 0° - 360° (pada selang setiap 15°) seperti yang ditunjukkan pada jadual 4. Kemudian diulang pula pada 1kHz dan 10kHz.

- vii. Kaedah (iii) hingga (vi) diulang pula untuk kedudukan lain pembesar suara talian penghantaran dalam bilik tersebut.

Kedudukan pembesar suara: _____.

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0			
15			
30			
45			
60			
75			
90			
105			
120			
135			
150			
165			
180			
195			
210			
225			
240			
255			
270			
285			
300			
315			
330			
345			

Jadual 4: Jadual merekodkan bacaan untuk corak kutub

Pengukuran corak kutub ini dibahagikan kepada dua bahagian iaitu pengukuran corak kutub apabila kedudukan pembesar suara diubah secara mengufuk dan pengukuran corak kutub apabila kedudukan pembesar suara diubah secara mencancang.

Kaedah asas untuk melaksanakan pengukuran corak kutub seperti pada langkah (i) hingga (vii) di atas bagi kedua-dua keadaan adalah sama. Yang

membezakan hanyalah kedudukan atau cara pembesar suara talian penghantaran diubah kedudukannya. Untuk pengukuran corak kutub apabila kedudukan pembesar suara diubah secara mengufuk, pembesar suara diubah kedudukannya sama ada berada pada kedudukan A, B, C atau pada kedudukan A_1, B_1, C_1 iaitu digerakkan 1 meter ke hadapan daripada kedudukan A, B dan C.

Untuk pengukuran corak kutub apabila kedudukan pembesar suara diubah secara mencancang pula melibatkan perubahan ketinggian pembesar suara iaitu 1 meter daripada paras lantai pada kedudukan $A^1, B^1, C^1, A^1_1, B^1_1, C^1_1$. Tempat untuk semua kedudukan dalam bilik yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 8.

3.5 Ruang untuk pengukuran

Ruang untuk pengukuran perlu memenuhi ciri-ciri sebuah ruang tamu iaitu nilai RT60 untuk ruang terbabit perlu 1.0 saat hingga 1.2 saat. Maka bilik serbaguna FKE telah dipilih untuk melaksanakan pengukuran tersebut. Lakaran bentuk bilik tersebut seperti pada lampiran 7. Isipadu bilik serbaguna FKE ialah 212m^3 .

Manakala kedudukan untuk pembesar suara dan mikrofon semasa pengukuran masa gema adalah seperti pada lampiran 8. Manakala kedudukan pembesar suara talian penghantaran dan mikrofon semasa pengukuran corak kutub di dalam bilik serbaguna FKE adalah seperti pada lampiran 9.

BAB 4

KEPUTUSAN

4.1 Keputusan pengukuran masa gemaan

Nilai masa gemaan untuk pengukuran sebanyak 4 kali yang diperolehi untuk bilik serbaguna FKE ialah seperti pada jadual 5:

	Bacaan 1	Bacaan 2	Bacaan 3	Bacaan 4
Nilai A	64	61	60	61
Nilai B	339	331	330	341
Nilai RT60 (saat)	1.10	1.08	1.08	1.12

Jadual 5: Nilai RT60 untuk bilik serbaguna FKE

Untuk menentukan nilai masa gemaan untuk bilik tersebut hanya perlu mencari nilai purata masa gemaan daripada 4 kali bacaan tersebut. Maka nilai RT60 untuk bilik yang dikaji ialah:

$$\begin{aligned} \text{RT60} &= (1.10 + 1.08 + 1.08 + 1.12) / 4 \\ &= 1.095 \text{ saat} \end{aligned}$$

Daripada nilai RT60 yang diperolehi daripada pengukuran masa gema adalah jelas bahawa bilik serbaguna FKE sesuai dianggap sebagai ruang tamu. Ini kerana nilai masa gema yang dicadangkan untuk ruang tamu adalah 1.0 saat hingga 1.2 saat dan nilai masa gema yang diperolehi untuk bilik tersebut ialah 1.095 saat. Jika kita merujuk kepada rajah 7 iaitu dengan berpandukan kepada nilai isipadu bilik (212m^3) dan nilai masa gema bilik tersebut yang telah diperolehi maka kita boleh menganggap bilik serbaguna FKE adalah sememangnya sesuai untuk dipilih sebagai tempat untuk melaksanakan ujikaji polar pengarahannya kerana dianggap sebagai dewan atau ruang serbaguna. Anggapan bilik serbaguna FKE sebagai sebuah ruang tamu adalah penting kerana kita telah menetapkan daripada awal bahawa kita ingin menentukan kedudukan yang paling sesuai untuk meletakkan pembesar suara talian penghantaran di dalam ruang tamu.

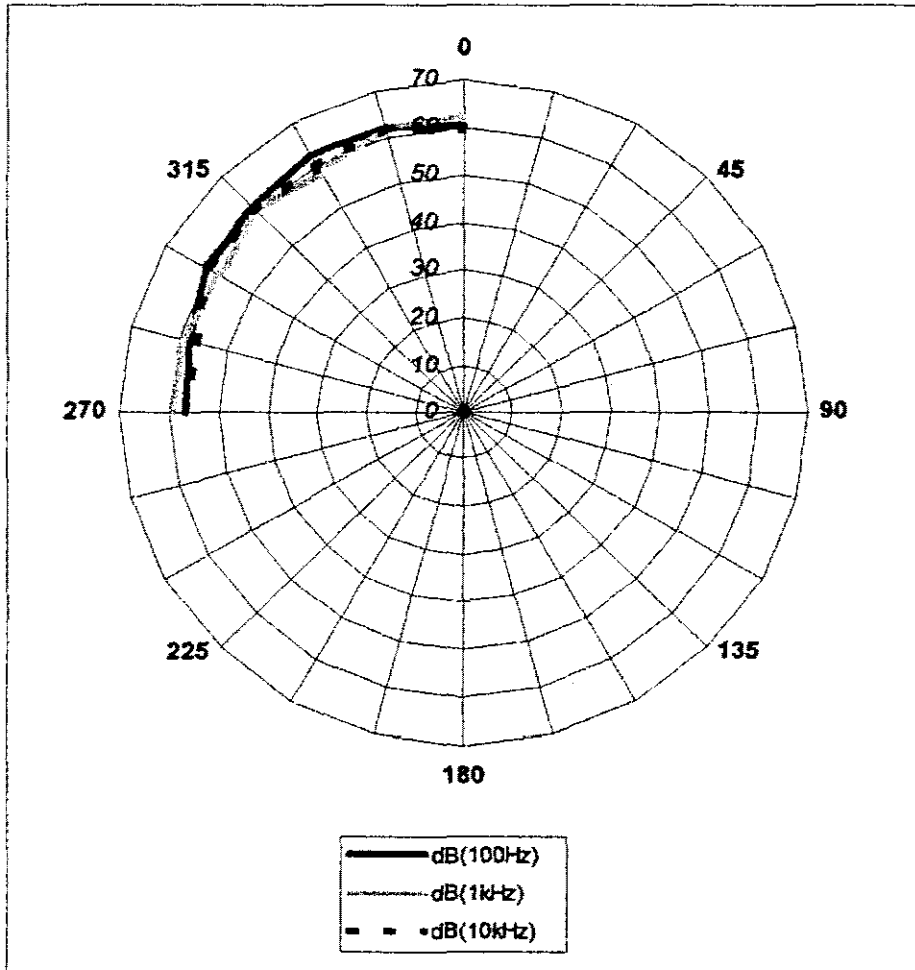
4.2 Keputusan pengukuran corak kutub

Nilai aras keamatan bunyi untuk setiap kedudukan dalam bentuk jadual boleh dilihat pada bahagian lampiran iaitu daripada lampiran 12 hingga lampiran 23.

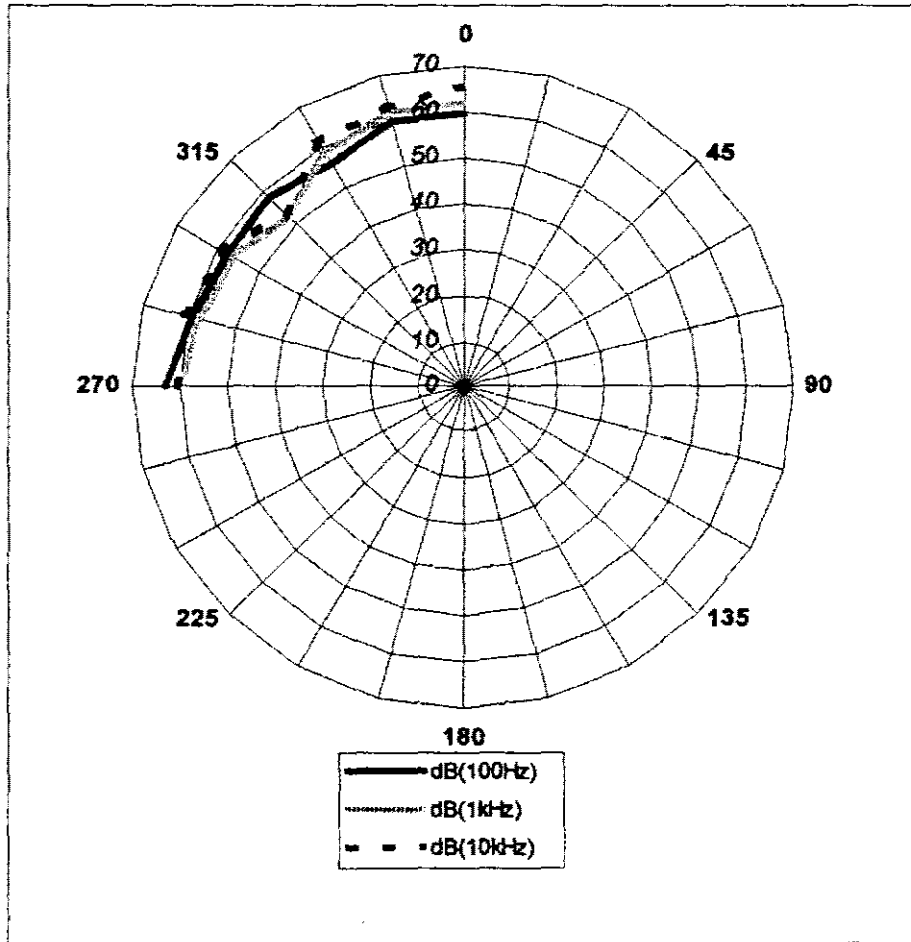
Manakala dalam bentuk graf corak kutub boleh diperhatikan pada rajah 10 hingga rajah 21. Jadual 6 menunjukkan pasangan untuk lampiran dan rajah pada setiap kedudukan yang diukur.

Kedudukan pembesar suara	Nombor lampiran	Nombor rajah
A	10	10
A ¹	11	11
A ₁	12	12
A ₁ ¹	13	13
B	14	14
B ¹	15	15
B ₁	16	16
B ₁ ¹	17	17
C	18	18
C ¹	19	19
C ₁	20	20
C ₁ ¹	21	21

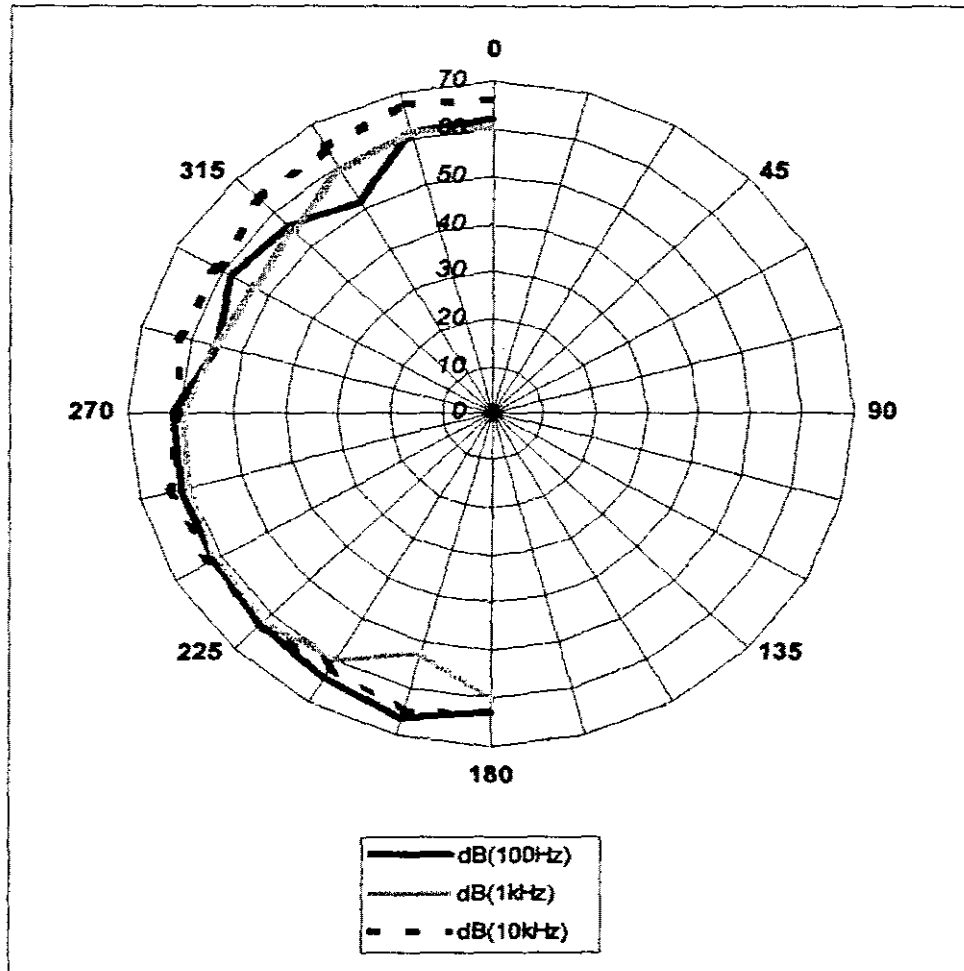
Jadual 6: Lampiran dan rajah pada setiap kedudukan yang diukur.



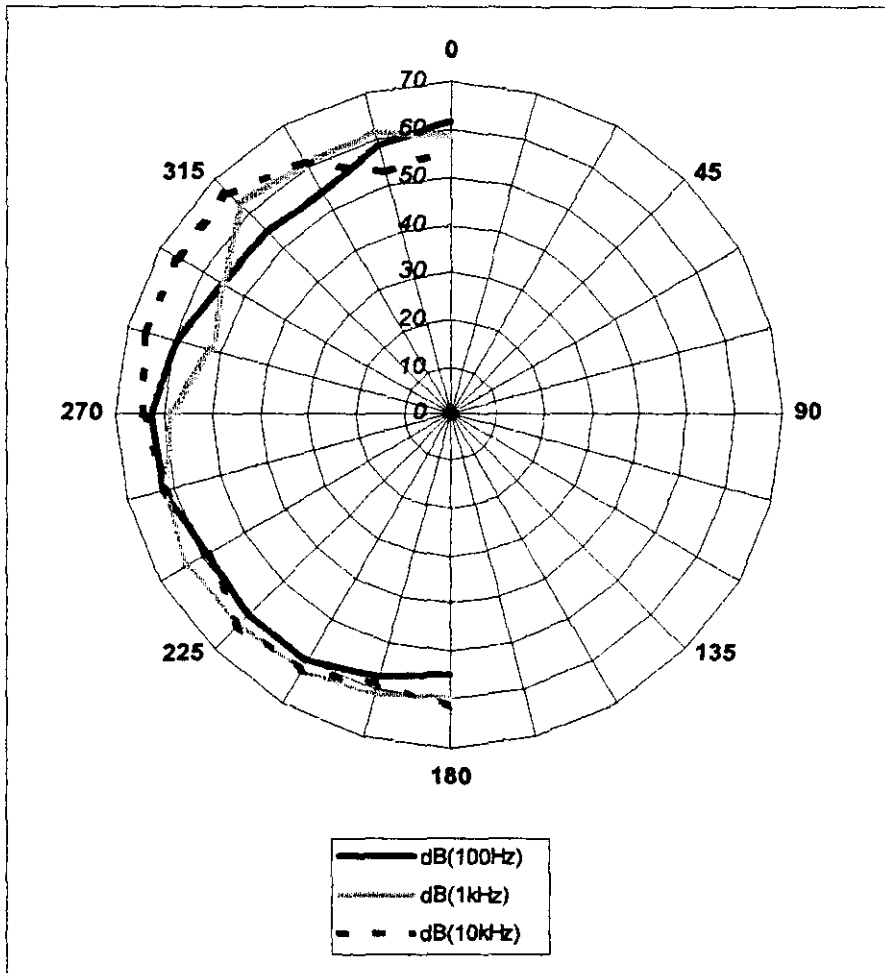
Rajah 10: Corak kutub pada kedudukan A

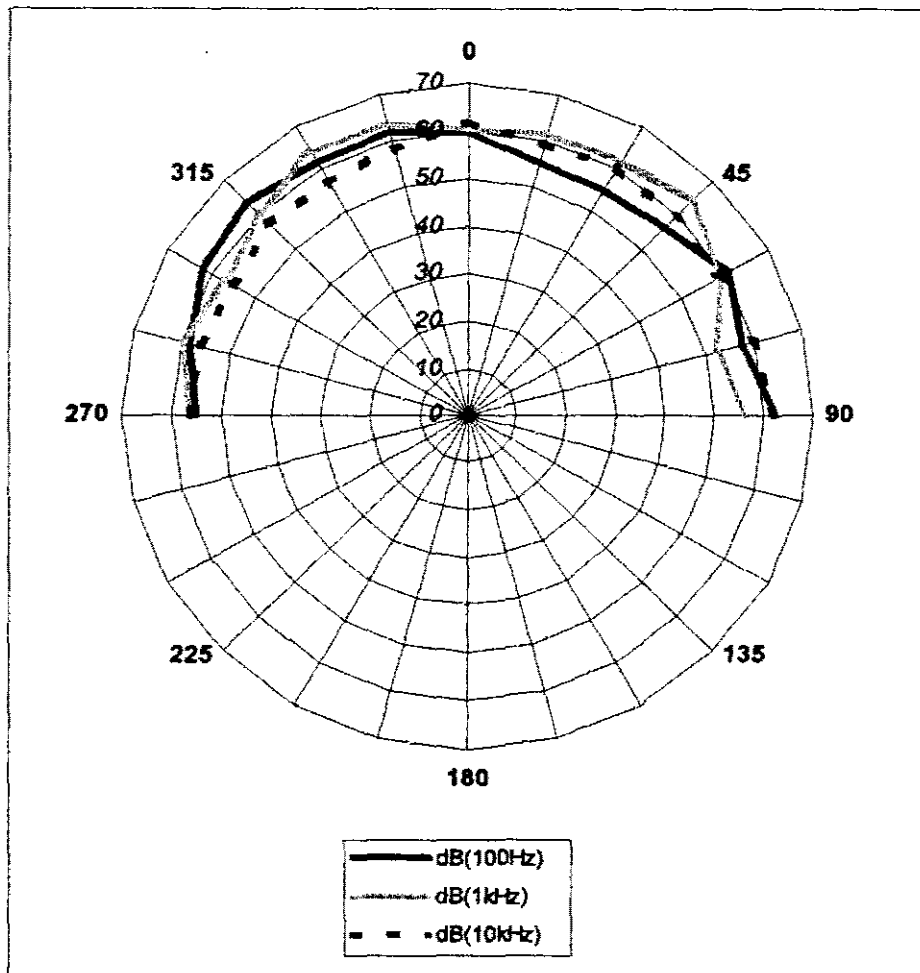


Rajah 11: Corak kutub pada kedudukan A¹

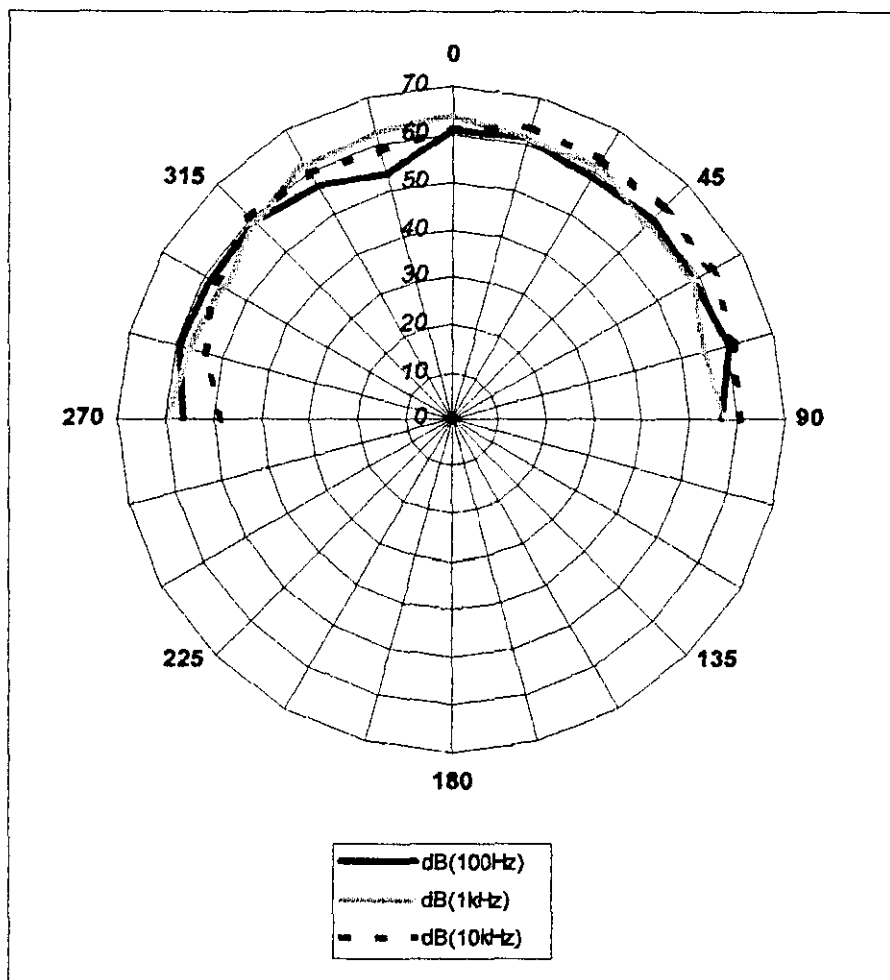


Rajah 12: Corak kutub pada kedudukan A₁

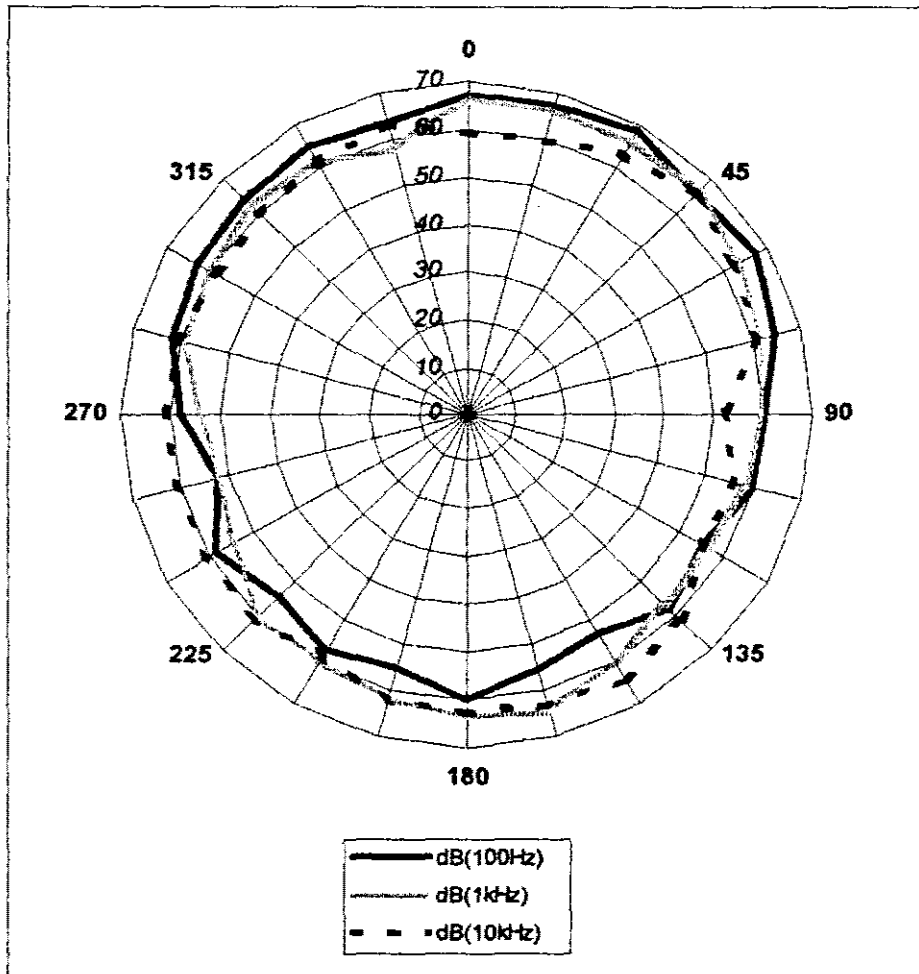
Rajah 13: Corak kutub pada kedudukan A₁



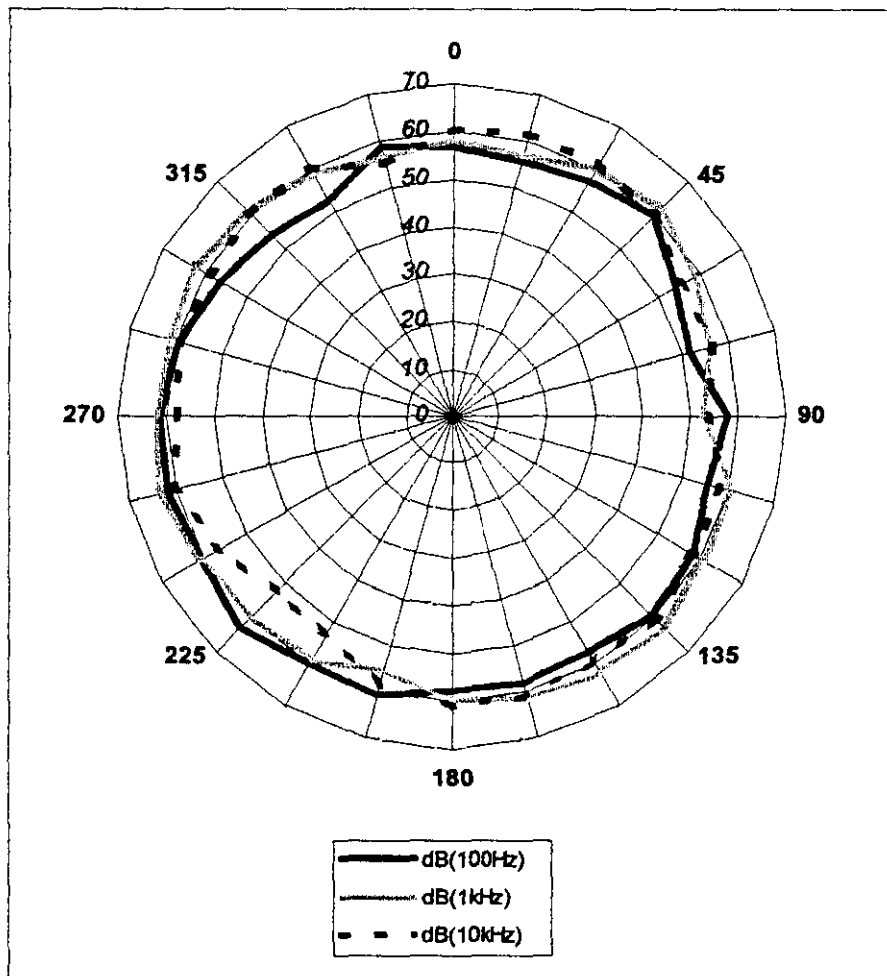
Rajah 14: Corak kutub pada kedudukan B



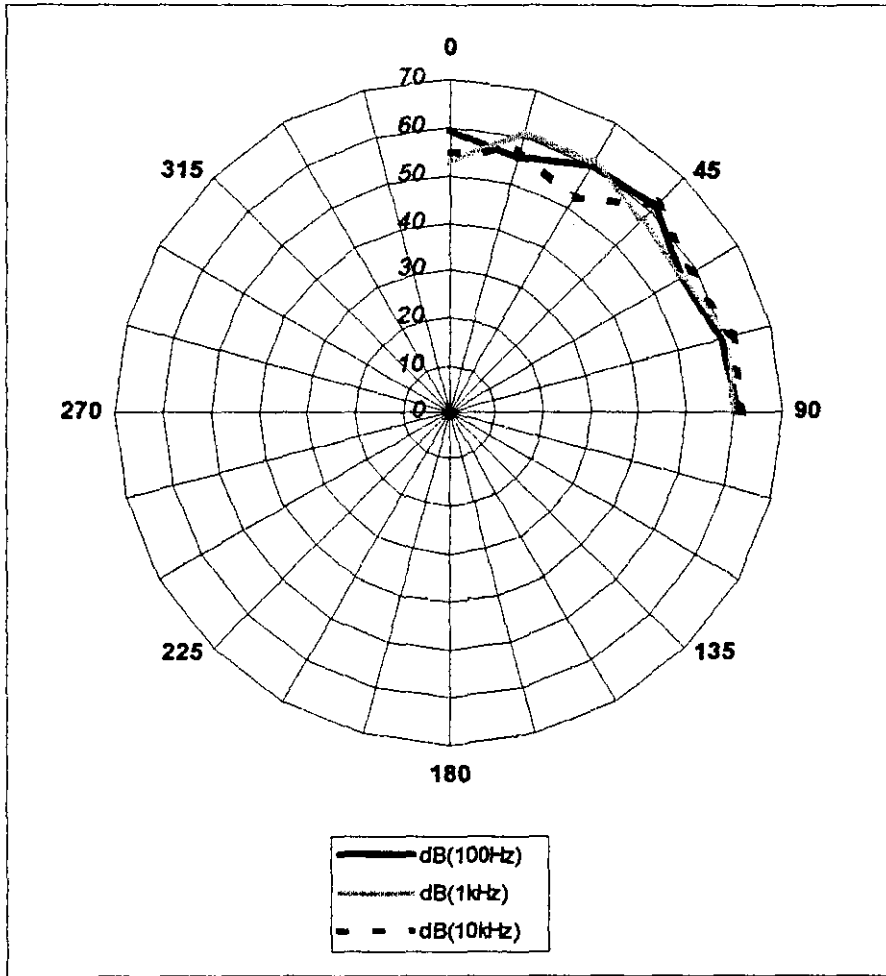
Rajah 15: Corak kutub pada kedudukan B¹



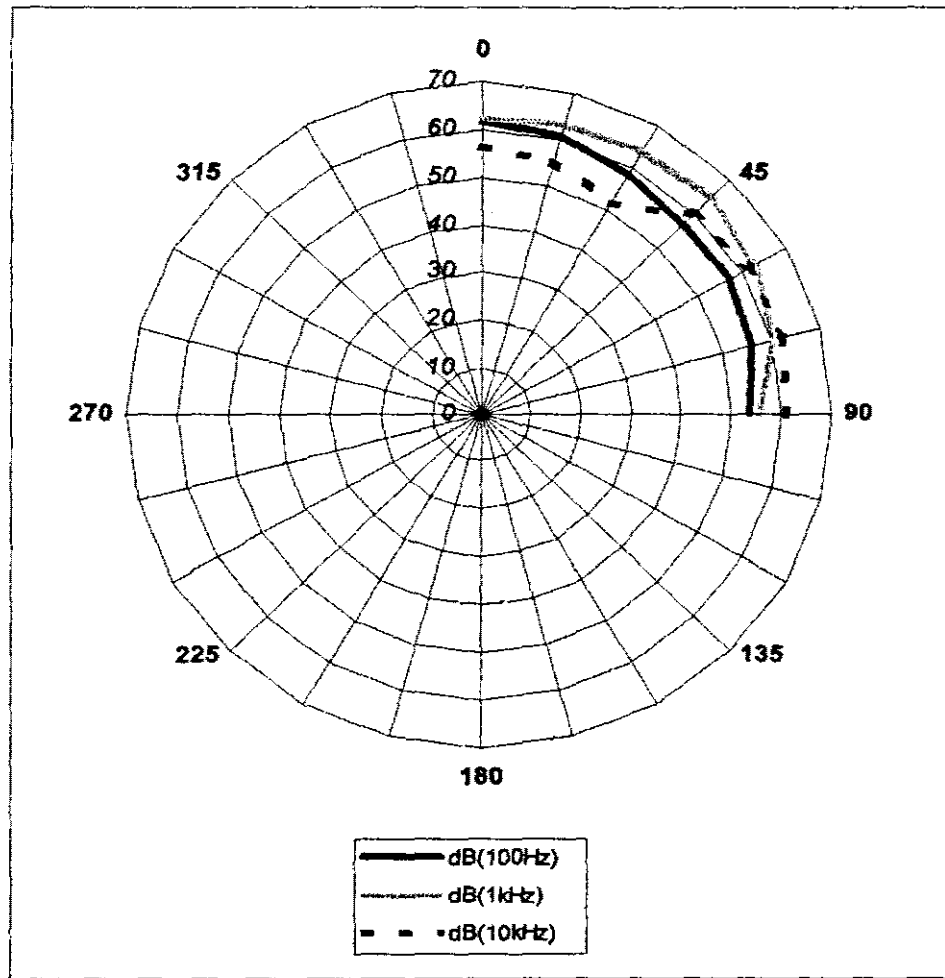
Rajah 16: Corak kutub pada kedudukan B₁



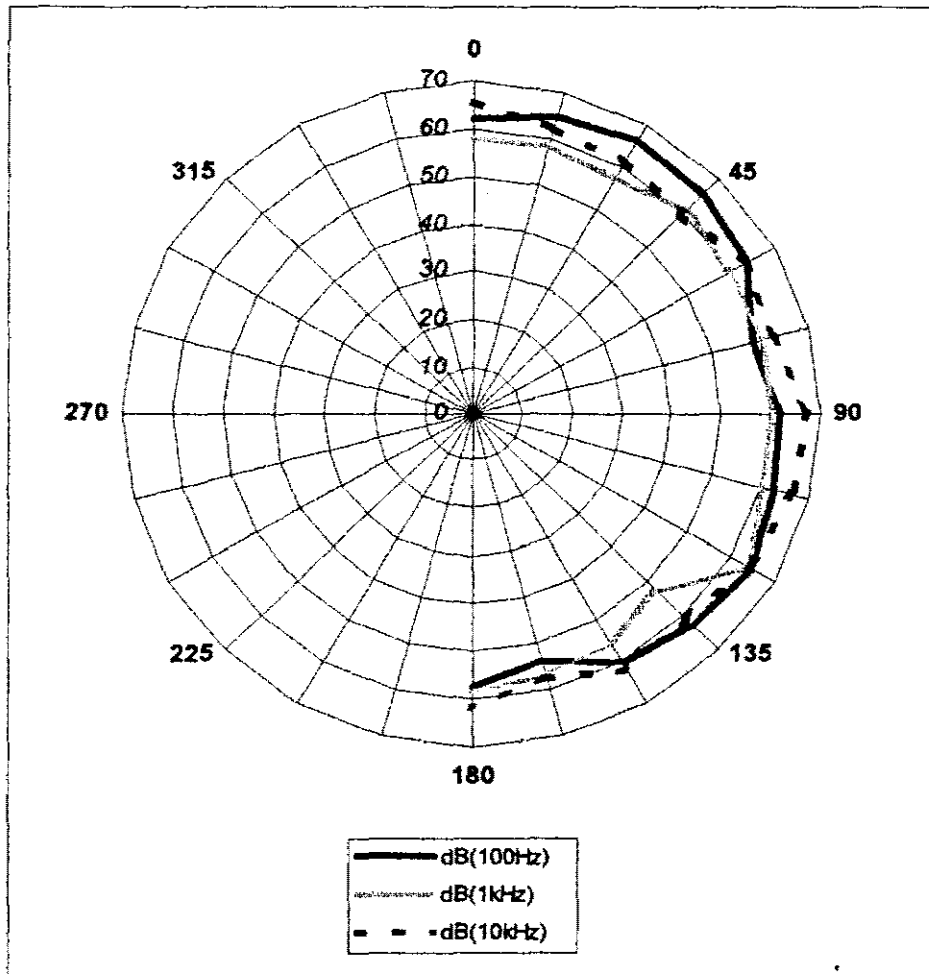
Rajah 17: Corak kutub pada kedudukan B_1^1



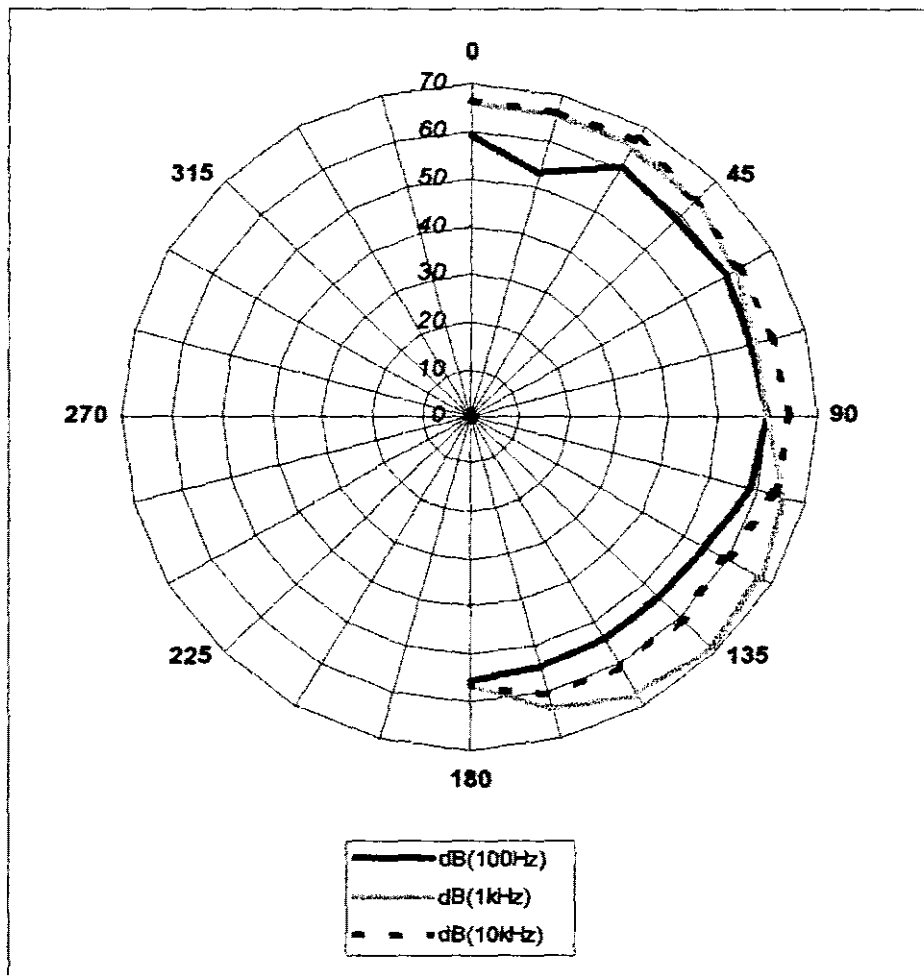
Rajah 18: Corak kutub pada kedudukan C



Rajah 19: Corak kutub pada kedudukan C¹



Rajah 20: Corak kutub pada kedudukan C_1



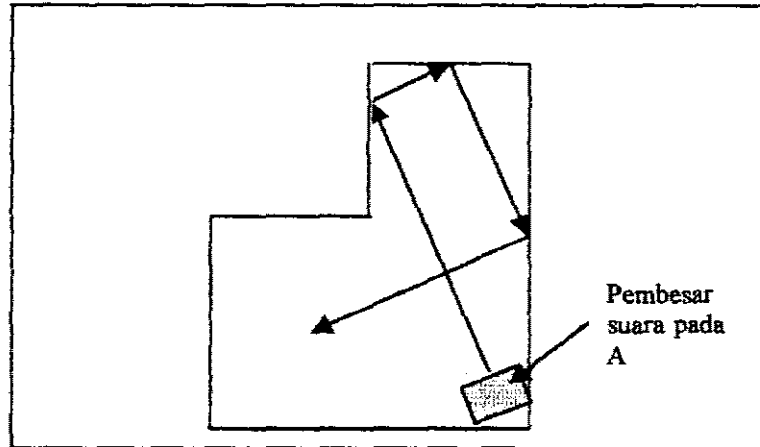
Rajah 21: Corak kutub pada kedudukan C_1^1

Daripada corak kutub yang dapat dilihat pada rajah 10 hingga rajah 21 yang mewakili pelbagai jenis kedudukan untuk pembesar suara dalam bilik yang digunakan kita perhatikan bahawa pada kedudukan A iaitu corak kutub pada rajah 10 memberikan kedudukan yang terbaik untuk meletakkan pembesar suara talian penghantaran dalam bilik yang dikaji.

Apabila pembesar suara talian penghantaran diletakkan pada kedudukan A kita dapati corak kutub yang dihasilkan adalah berbentuk suku bulatan yang hampir sempurna. Selain itu daripada corak kutub pada kedudukan A juga kita dapati untuk ketiga-tiga frekuensi iaitu 100Hz, 1kHz dan 10kHz memberikan nilai aras keamatan bunyi yang hampir sama nilainya. Selain itu daripada Rajah 10, kita dapati tiada perubahan secara mendadak terhadap aras keamatan bunyi pada sebarang sudut. Pada kedudukan A terutamanya pada sudut 315° kita dapati aras keamatan bunyi untuk ketiga-tiga frekuensi hampir sama. Perlu dijelaskan di sini bahawa pada kedudukan 315° merupakan kedudukan di mana pembesar suara berada pada kedudukan yang setentang dengan mikrofon yang mewakili kedudukan pendengar. Ini menunjukkan kedudukan A merupakan kedudukan yang paling sesuai untuk meletakkan pembesar suara talian penghantaran pada bilik yang diuji.

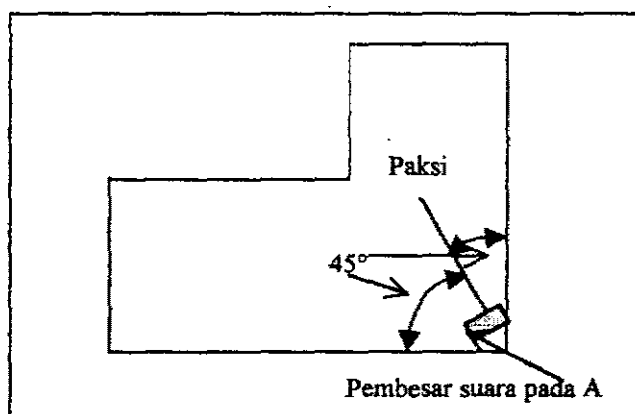
Kedudukan A menjadi kedudukan yang terbaik untuk meletakkan pembesar suara talian penghantaran adalah disebabkan pada kedudukan ini jarang berlaku gelombang bunyi yang telah merambat kembali semula ke arah pembesar suara talian penghantaran melalui laluan yang sama yang digunakan oleh gelombang bunyi yang baru keluar daripada pembesar suara. Ini disebabkan gelombang bunyi yang keluar daripada pembesar suara pada kedudukan ini akan mengalami pantulan berkali-kali

pada dinding bilik seperti yang ditunjukkan pada rajah 22. Dengan ini kesan gelombang berdiri dalam bilik mampu diminimumkan.



Rajah 22: Gelombang bunyi mengalami pantulan pada dinding bilik

Selain itu pada kedudukan A kita dapat jumlah liputan untuk pembesar suara adalah paling maksimum dibandingkan pada kedudukan lain. Di mana pendengar akan sentiasa berada didalam lingkungan 45° pada paksi pembesar suara walaupun berada pada sebarang tempat di dalam bilik tersebut. Rajah 23 menunjukkan pendengar tidak akan berada pada kedudukan melebihi 45° daripada paksi pembesar suara apabila pembesar suara berada pada kedudukan A.

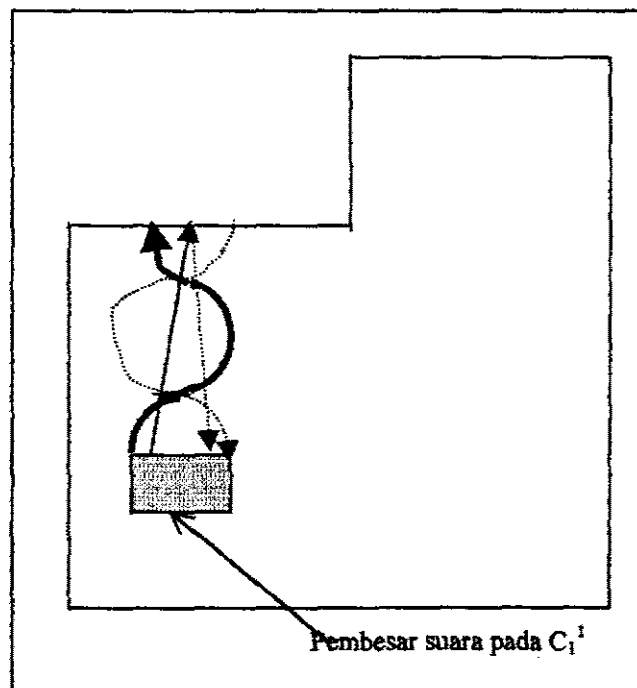


Rajah 23: Sudut liputan pembesar suara pada kedudukan A

Kedudukan C_1^1 iaitu corak kutub pada rajah 21 memberikan kedudukan yang terburuk untuk meletakkan pembesar suara talian penghantaran dalam bilik yang dikaji berbanding dengan kedudukan lain apabila dilihat pada bentuk pola kutub yang dihasilkan pada kedudukan ini.

Pada kedudukan C_1^1 kita dapati corak kutub yang dihasilkan adalah tidak sekata dan tidak membentuk separuh bulatan yang sempurna. Selain itu daripada corak kutub pada kedudukan C_1^1 juga kita dapati terutamanya pada frekuensi 1kHz wujud perubahan secara mendadak terhadap aras keamatan bunyi pada sudut 90° hingga 150° .

Didapati pada kedudukan C_1^1 yang berada dekat dengan dinding bilik, gelombang bunyi yang merambat akan dipantulkan oleh dinding bilik dan kembali semula pada arah yang telah dilaluinya menuju ke arah pembesar suara dan mengganggu gelombang bunyi yang baru keluar dari pembesar suara. Ini akan menyebabkan terhasil gelombang berdiri seperti yang ditunjukkan oleh rajah 24.



Rajah 24: Penghasilan gelombang berdiri pada kedudukan C_1^1

Selain itu pada kedudukan ini juga gelombang bunyi adalah dihalang daripada sampai ke kedudukan mikrofon akibat daripada bentuk bilik itu dan kedudukan pembesar suara yang terlalu hampir dengan dinding bilik. Seperti mana yang telah dijelaskan sebelum ini corak kutub mewakili aras tekanan bunyi pada nilai sudut yang tertentu. Aras tekanan bunyi yang diukur pula adalah daripada sumber bunyi yang dipengaruhi oleh jarak antara pembesar suara dan mikrofon, faktor bentuk atau geometri bilik dan lain-lain lagi.

Pada kedudukan B pula walaupun berada setentang dengan mikrofon tetapi kita dapati corak kutub yang dihasilkan adalah tidak sempurna. Jika diperhatikan pada kedudukan ini pendengar mampu berada pada sudut sehingga 90° daripada paksi pembesar suara dan menyebabkan bunyi yang tidak jelas kedengaran. Kerana pembesar suara talian penghantaran menghasilkan gelombang bunyi yang bergerak ke hadapan pada paksi mendatar yang rata. Gelombang bunyi yang merambat pada bahagian sisi dan bahagian belakang pembesar suara talian penghantaran adalah lemah. Kedudukan yang setentang dengan dinding juga memungkinkan wujudnya kesan gelombang berdiri.

Untuk kedudukan A^1 , B^1 , C^1 , A_1^1 , B_1^1 dan C_1^1 iaitu untuk kedudukan pembesar suara talian penghantaran yang dinaikkan satu meter daripada paras lantai didapati adalah tidak sesuai. Ini kerana ketinggian pembesar suara talian penghantaran yang telah separas dengan telinga apabila diletakkan di atas lantai. Jika dinaikkan satu meter daripada paras lantai ini bermakna gelombang bunyi yang merambat tidak terus diterima oleh mikrofon yang mempunyai ketinggian lebih kurang sama dengan paras

telinga manusia apabila duduk dikerusi. Ini kerana gelombang bunyi untuk pembesar suara talian penghantaran bergerak ke hadapan pada paksi yang mendatar.

Perlu dijelaskan disini bahawa pada kedudukan A, B dan C pembesar suara talian penghantaran adalah tidak rapat dengan dinding iaitu mempunyai perbezaan jarak hampir 15 cm untuk memudahkan pembesar suara dipusingkan semasa mengambil bacaan yang perlu diambil pada setiap sudut yang tertentu. Didapati jika pembesar suara diletakkan rapat dengan dinding berbanding dengan kedudukan yang tidak rapat dengan dinding maka kedudukan kedua adalah lebih baik dan mampu menghasilkan mutu bunyi yang lebih baik.

Selain itu perlu dijelaskan bahawa kedudukan mikrofon semasa pengukuran untuk corak kutub adalah mewakili pendengar utama. Dirasakan juga kedudukan A merupakan kedudukan yang terbaik untuk meletakkan pembesar suara talian penghantaran walau terdapat beberapa orang pendengar lain selain pendengar utama yang berada di dalam bilik tersebut pada kedudukan yang berbeza-beza antara satu dengan yang lainnya.

BAB 5

CADANGAN

Jika dilihat projek ini sebenarnya lebih tertumpu kepada menggunakan kaedah objektif iaitu melalui ujikaji yang melibatkan masa gema dan corak kutub yang dihasilkan oleh pembesar suara talian penghantaran bagi menentukan kedudukan yang terbaik untuk meletakkan pembesar suara daripada jenis talian penghantaran di dalam sesuatu ruang.

Namun begitu kita perlu ingat bahawa faktor terakhir yang menentukan kesesuaian tempat untuk meletakkan sesuatu pembesar suara adalah pendengaran manusia. Jika daripada ujikaji menunjukkan sesuatu kedudukan adalah yang terbaik namun melalui pendengaran kita didapati hal yang sebaliknya sudah pasti kita akan memilih berdasarkan keputusan yang dibuat melalui pendengaran kita kerana pendengaran kita yang akan menikmati sesuatu bunyi.

Maka mengapa tidak kita mencuba membuat perbandingan diantara keputusan yang diperolehi daripada kaedah objektif dengan keputusan daripada kaedah subjektif (keputusan daripada ujian pendengaran). Cadangan untuk membandingkan antara keputusan daripada kaedah objektif dan kaedah subjektif ada diterangkan dalam sebuah journal kejuruteraan iaitu *Audio Engineering Society Journal Vol 22 (1974)* pada tajuk

“ correlation between subjective and objective data for loudspeaker”.

Namun masalah utama yang dihadapi untuk membuat perbandingan diantara keputusan yang diperolehi daripada kaedah objektif dengan keputusan daripada kaedah subjektif ialah untuk mewujudkan perkaitan antara data daripada kaedah objektif dengan keputusan daripada kaedah subjektif. Selain itu kesukaran lain adalah untuk mengaitkan kesan psikologi dengan keputusan yang akan didapati daripada ujian pendengaran (kaedah subjektif). Jika kedua-dua masalah masalah ini dapat diatasi, maka cadangan untuk membandingkan di antara keputusan yang diperolehi daripada kaedah objektif dengan keputusan daripada kaedah subjektif akan mampu dilakukan.

BAB 6

KESIMPULAN

Jika kita perhatikan daripada keputusan yang diperolehi iaitu pada bab 4 maka secara keseluruhannya matlamat projek iaitu untuk menentukan kedudukan yang paling sesuai untuk meletakkan pembesar suara talian penghantaran di dalam sesuatu bilik diutamakan di dalam ruang tamu telah tercapai.

Pertamanya kita dapati pemilihan bilik serbaguna FKE sebagai ruang untuk pengukuran corak kutub adalah satu pilihan yang tepat. Ini kerana masa gemaan untuk bilik serbaguna FKE adalah menyamai nilai masa gemaan ruang tamu seperti yang telah dijelaskan pada bab 4.

Daripada keputusan pengukuran corak kutub pula kita boleh membuat satu kesimpulan yang penting iaitu kedudukan yang paling sesuai untuk meletakkan pembesar suara talian penghantaran di dalam ruang tamu adalah pada penjuru ruang tersebut dan pembesar suara talian penghantaran perlu diarahkan pada kawasan atau pendengar utama. Pembesar suara juga perlu dipastikan tidak menyentuh atau terlalu rapat dengan dinding. Seperkara lagi ialah pembesar suara talian penghantaran perlu diletakkan pada lantai semasa menggunakannya tanpa perlu bantuan sebarang alat untuk meninggikan kedudukan pembesar tersebut. Ini kerana pada kedudukan ini pemacu

pada pembesar suara talian penghantaran berada sama paras dengan telinga pendengar. Ini disebabkan reka bentuk pembesar suara talian penghantaran yang telah tersedia tinggi contohnya pembesar suara talian penghantaran yang digunakan semasa melaksanakan projek ini mempunyai ketinggian satu meter.

Manakala cadangan untuk membuat perbandingan diantara keputusan yang diperolehi daripada kaedah objektif dengan keputusan daripada kaedah subjektif seperti pada bab 5 adalah penting kerana jika kita mampu membuat perkaitan antara data yang diperolehi daripada keputusan subjektif dan keputusan objektif maka sudah tentu kesimpulan yang kita perolehi untuk kedudukan yang terbaik bagi meletakkan pembesar suara talian penghantaran di dalam sesuatu ruang tamu adalah lebih boleh dipercayai dan boleh dianggap sebagai satu kesimpulan yang memuaskan. Maka adalah penting projek ini diteruskan lagi untuk membolehkan dilaksanakan cadangan yang telah utarakan pada bab 5.

Akhirnya diharapkan hasil kajian ini dapat memberi manfaat kepada para pengguna yang berhajat untuk menggunakan pembesar suara talian penghantaran untuk sesuatu tujuan pada ruang yang tertentu.

RUJUKAN

1. Abraham B. Cohen (1956) . Hi-Fi loudspeaker and enclosures . New York : John F. Rider Publisher, Inc.
2. Alec Nisbett (1995) . The sound studio . Great Britian : Focal Press
3. Carolyn Davis (1976) . Sound system engineering . USA : Howard W. Sam & Co.
4. David B.W. (1997) . Designing , building and testing your own speaker system . New York : McGraw-Hill
5. Earl John (1971) . How to choose and use pickups and loudspeakers . London : Fountain Press.
6. G.A. Briggs (1958) . Loudspeakers . England : Wharfedale wireless work limited.
7. Henrik Staffeldt (1974) . Correlation between subjective and objective data for loudspeakers . Audio Engineering Society Journal. (vol 22)
8. IEEE (1975) . IEEE recommended practice for loudspeaker measurement . (IEEE Std 219-1975)
9. John Earl (1971) . Pickups and loudspeakers . London : Fountain Press.
10. Martin Colloms (1978) . High performance loudspeakers . London : Pentech Press Limited.

LAMPIRAN

Bahan-bahan	Frekuensi (Hz)						
	63	125	250	500	1000	2000	4000
Dinding							
Papan kayu, papan lapis 1/4 inci	—	0.58	0.22	0.07	0.04	0.03	0.07
Konkrit	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Batu bata	0.05	0.05	0.04	0.02	0.04	0.05	0.05
Plaster atau konkrit atau batu bata	0.04	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06
Marmor atau ubin berkilat	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Kaca 4 mm	—	0.3	0.2	0.1	0.07	0.05	0.02
" 6 mm	—	0.1	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02
Siling							
Papan plaster	0.15	0.2	0.15	0.1	0.05	0.04	0.05
Papan atau ubin gantian galian 19 mm	—	0.4	0.65	0.7	0.75	0.75	0.62
Siling gantung daripada papan berliang di atas kepingan logam yang berlubang-lubang - 7%	—	0.15	0.4	0.55	0.7	0.8	0.7
" - 25%	—	0.4	0.6	0.8	0.8	0.7	0.5
" - 35%	—	0.4	0.6	0.8	0.8	0.9	0.8
Rawatan dinding dan siling							
Plaster sembur akustik 12 mm - atas permukaan keras	—	0.03	0.15	0.5	0.3	0.35	0.8
- atas papan plaster 12 mm renggang 75 mm dari permukaan keras	—	0.3	0.3	0.55	0.75	0.8	0.8
Tirai sederhana tebalnya - tidak berlipat atas depan keras	—	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
- berlipat 50%	—	0.05	0.25	0.4	0.5	0.6	0.5
Papan gantian galian - 50 kg/m ³ , 25 mm	—	0.15	0.25	0.4	0.65	0.85	0.35
50 mm	—	0.3	0.4	0.75	0.85	0.9	0.9
- dengan permukaan berlubang-lubang 5%	—	0.25	0.45	0.75	0.6	0.4	0.13
- dengan permukaan berlubang-lubang 10%	—	0.25	0.4	0.75	0.85	0.8	0.75
Papan lapis dengan renggang							

Lampiran 1: Pekali penyerapan bahan dalam Sabin

25 mm dari permukaan keras	—	0.3	0.2	0.15	0.1	0.1	0.05
— dgn renggang diisi bahan berliang	—	0.04	0.25	0.15	0.1	0.1	0.05
Gabus. 22 mm atas permukaan keras	—	0.05	0.1	0.2	0.55	0.6	0.55
Kadbod. 3 mm ditampal dgn. pelapik bitumin. 5 Kg/m. renggang 50 mm dari permukaan keras	0.5	0.9	0.45	0.25	0.15	0.1	0.1
Dua keping pelapik bitumin							

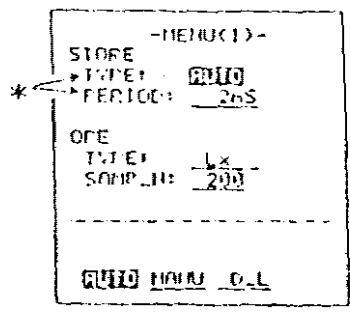
Lantai

Konkrit - lihat di atas Tarazo atau marmar - lihat di atas Parket, linolium, getah atau plastik di atas permukaan keras	0.05	0.02	0.04	0.05	0.05	0.1	0.05
Papan kayu atas palang	0.06	0.1	0.25	0.1	0.1	0.07	0.07
Permaidani tebal dan berlapis getah	—	0.08	0.14	0.51	0.69	0.71	0.73

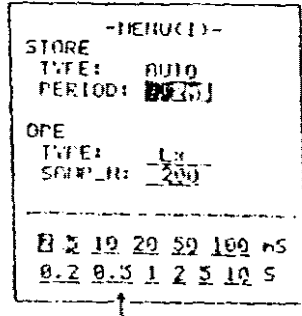
Malar-malar ruang

Udara tiap m ³	—	—	—	—	0.003	0.007	0.02
Penuntun atas kerusi							
— berkusyen penuh	0.15	0.20	0.40	0.45	0.45	0.50	0.45
— tidak berkusyen	0.1	0.15	0.25	0.40	0.40	0.45	0.40
Kerusi kosong berkusyen penuh	0.05	0.10	0.20	0.30	0.30	0.30	0.35
Kerusi kosong tidak berkusyen	0.02	0.03	0.05	0.15	0.10	0.15	0.10
Kawasan penuntun (berpenuntun) yang luas termasuk laluan lebar hingga 1 meter - tiap-tiap m ²	0.25	0.4	0.6	0.8	0.9	0.9	0.8
Permukaan air	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02

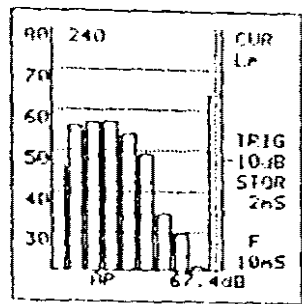
Step	Operation key	Description
1	MENU MENU	Select setup screen 1 in the measurement parameter setting mode.
(Select store type)		
2	↑ ↓	Move the M cursor to "STORE TYPE".
3	← → ENTER	Move the S cursor to "AUTO". Store type is set to "Auto".
(Select store period)		
5	↑ ↓	Move the M cursor to "PERIOD".
6	← →	Select a suitable store period (store interval) by moving the S cursor. This example uses 2 ms.
7	ENTER	Store period of 2 ms is set.
8	EXIT OCT/SLM	Select the graphic frequency analysis screen in the sound level measurement mode.



Setup screen 1



Store period



Lampiran 3: Kaedah melaraskan sound level meter untuk pengukuran RT60 (Step 1-8)

sound from the speaker. The address number is reset to 1, all previously stored data are cleared, and store starts automatically. When the address number 1500 is reached, store is terminated automatically.

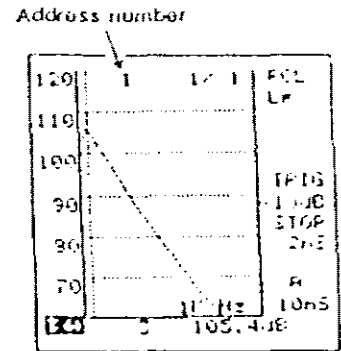
As the store period was set to 2 ms in step 7, the maximum time for store is 3 seconds (1500 x 2 ms).

14 **EXIT** Return to the frequency analysis screen in the sound level measurement mode.

↓
15 **FCL** Select the level-time screen from the recall mode.
L_F/L_T

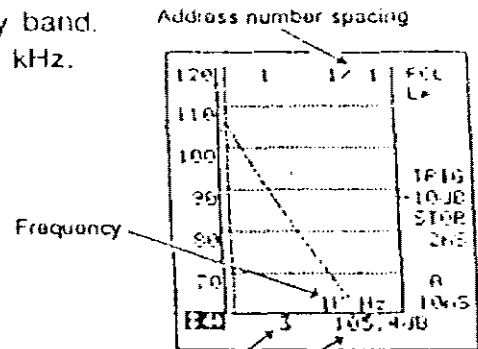
16 **UP** **DOWN** Set address number to 1.
ADDRESS

17 **↑** **↓** Select the address number spacing. Five settings are possible: 1/1, 1/2, 1/5, 1/10, 1/20. Each screen consists of 75 data. This example uses 1/1.



Level-time screen

18 **←** **→** Select the frequency band. This example uses 1 kHz.

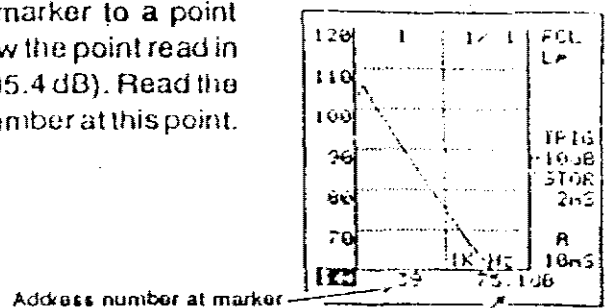


Address number at marker

Level at marker

19 **←** **→** Use the marker keys to shift the marker to the left edge of the attenuation curve on the level-time screen. Read the address number and the level at this point.
MARKER

20 **←** **→** Move the marker to a point 30 dB below the point read in step 19 (105.4 dB). Read the address number at this point.
MARKER



Address number at marker

Level at marker

Determine the reverberation time according to the formula

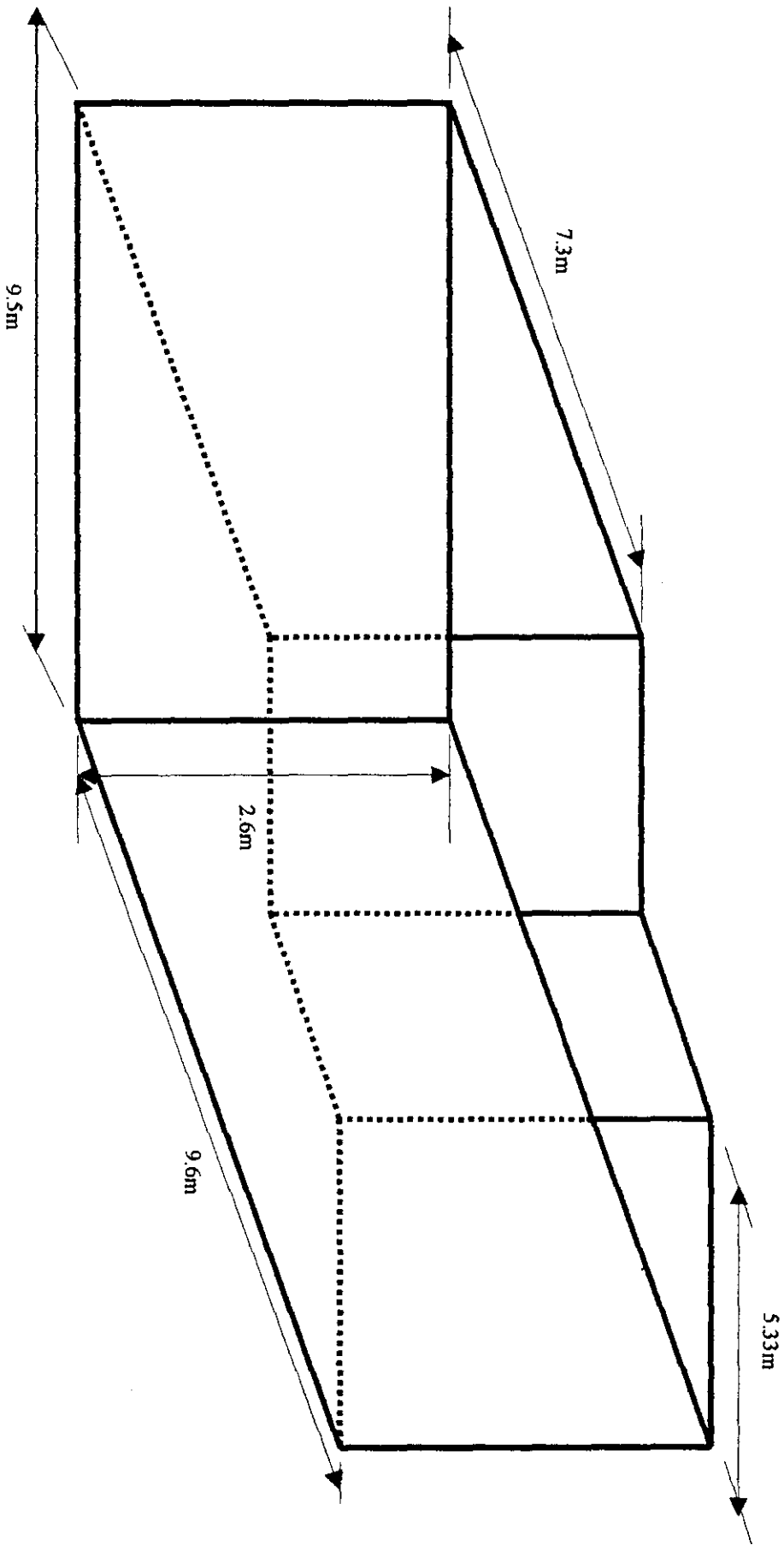
Step	Operation key	Description
1		Select the sound level measurement screen in the sound level measurement mode.
2	Lp	Select Lp (sound level) measurement.
3	UP DOWN LEVEL RANGE	Select the level range. The level range can be set between 70 and 140 dB in 10-dB steps. If the indication "UNDER" or "OVER" appears on the display during the measurement, adjust the level range until the indication disappears.
		<p>The screenshot shows a digital display with '60.5 dB(A)' in the center. Above the display, 'Lp' is on the left and 'CUR' is on the right. Below 'CUR', 'SLOW (1000)' and 'FAST' are visible. A bar graph at the bottom shows a level between 70 and 90. Labels with arrows point to 'Measurement item' (Lp), 'Overload indication' (CUR), 'Bar graph display', and 'Level range' (70-90).</p>
4	A/C/F	Set frequency weighting to "A". With each push of the A/C/F key, the setting cycles through A → C → F → A etc.
5	TIME CONST	Set time constant to "FAST". With each push of the TIME CONST key, the setting cycles through FAST → SLOW → 10 ms → FAST etc.
		<p>The screenshot shows a digital display with '64.8 dB(A)' in the center. Above the display, 'Lp' is on the left and 'CUR' is on the right. Below 'CUR', 'SLOW (1000)' and 'FAST' are visible. A bar graph at the bottom shows a level between 70 and 90. Labels with arrows point to 'Frequency weighting' (CUR) and 'Time constant' (FAST).</p>
6		Read the sound level.

The numeric reading and the bar graph indication on the display may differ momentarily. This is due to the fact that the numeric reading is updated every second, and the bar graph every 0.1 second.

Lampiran 6: Kaedah melaraskan sound level meter untuk pengukuran corak kutub

Catatan:

Isipadu bilik = 212 m³

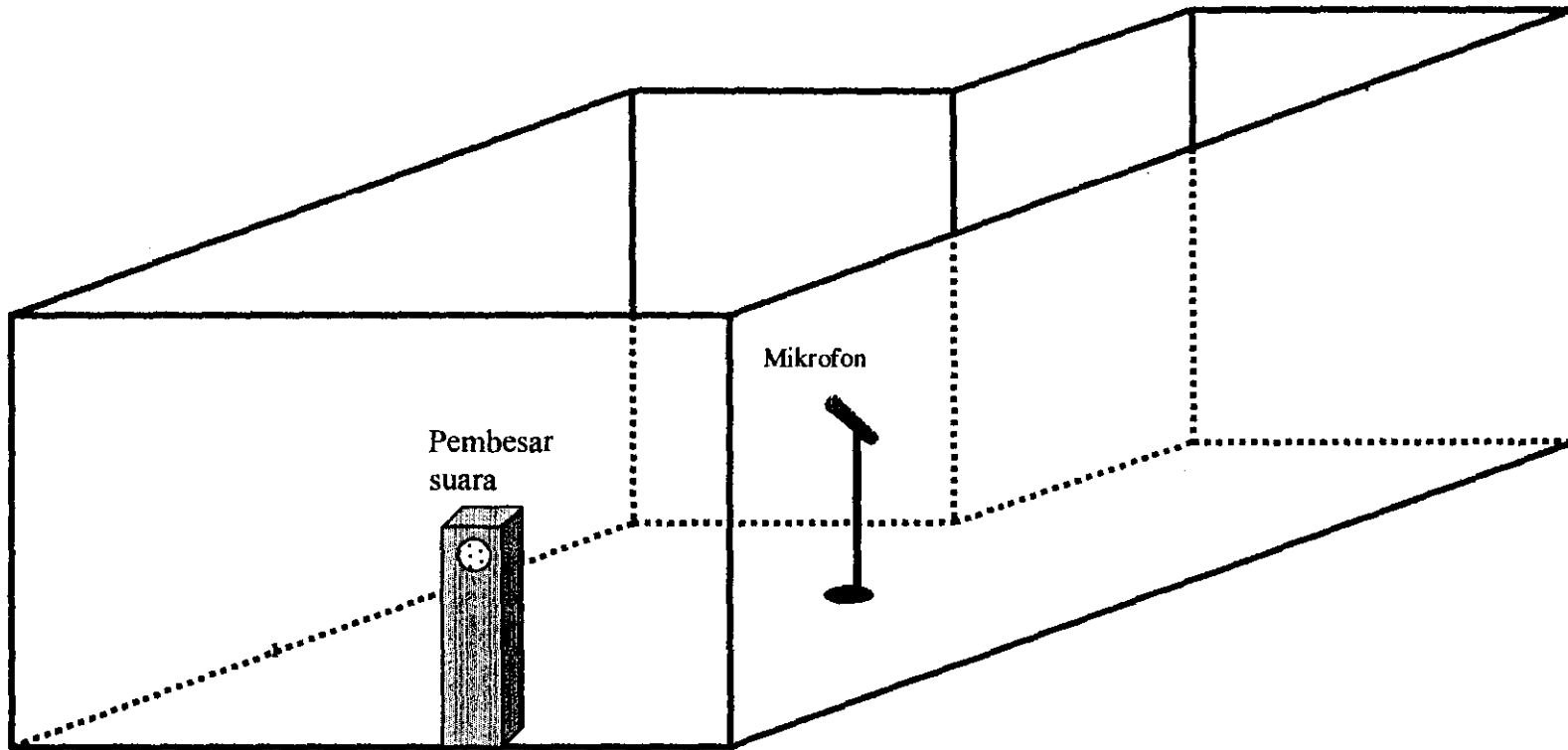


Lampiran 7: Lakaran bentuk bilik serbaguna FKE

Catatan:

Mikrofon diletakkan di tengah-tengah bilik dan bacaan untuk masa gema di buat sebanyak empat kali.

Pembesar suara diletakkan berhampiran dengan dinding bilik dan dihadapkan ke arah dinding tersebut.

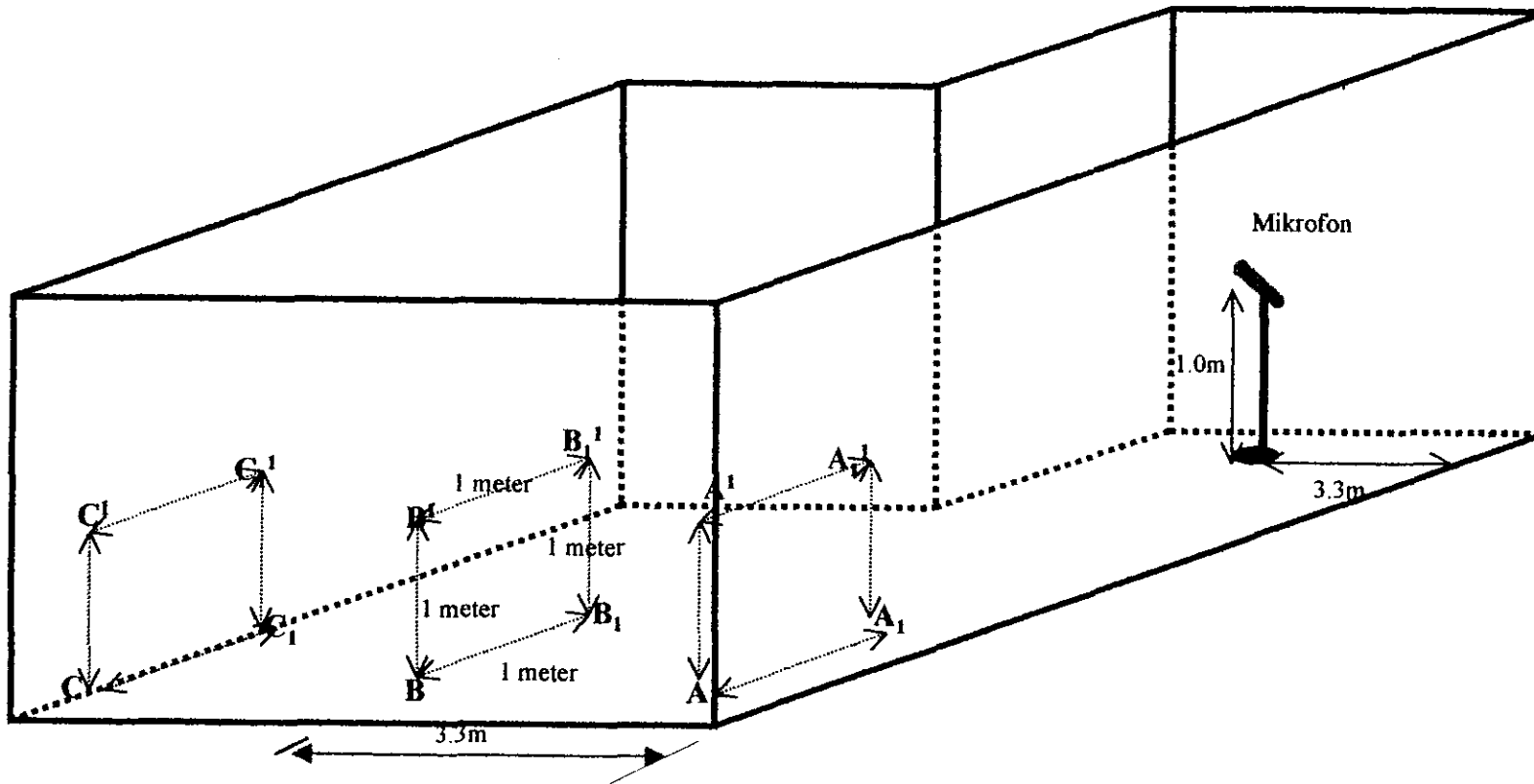


Lampiran 8: Kedudukan pembesar suara dan mikrofon semasa pengukuran masa gema

Catatan:

Kedudukan A dan C berada di penjuru bilik.

Kedudukan B, 3.3meter daripada A



Lampiran 9: Kedudukan pembesar suara dan mikrofon semasa pengukuran corak kutub

Kedudukan= A

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	60.3	62.6	59.1
270	56.5	59.4	56.9
285	57.6	59.6	56.7
300	60.5	57.4	60.3
315	60.7	59.4	59.3
330	62.5	57.6	59.5
345	61.9	62.1	62.1

Lampiran 10: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan A

Kedudukan= A¹

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	59.3	62.3	65.8
270	62.8	59.8	60.7
285	59.7	57.7	61.3
300	57.8	55.5	58.5
315	58.4	52.6	53.1
330	55.8	58.3	61.4
345	59.8	62.1	63.3

Kedudukan= A₁

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	61.8	60.4	66.4
180	62.7	60.1	62.7
195	66.0	52.0	64.6
210	64.2	59.8	61.5
225	62.6	61.3	62.7
240	61.5	61.3	62.4
255	61.4	60.1	64.0
270	61.2	59.6	60.4
285	54.3	54.7	62.3
300	57.9	52.6	60.6
315	55.4	53.8	63.3
330	51.2	58.6	64.1
345	61.1	61.4	67.3

Lampiran 12: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan A₁

Kedudukan = A_1^1

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	61.4	58.6	55.6
180	55.0	59.3	61.1
195	57.5	60.6	58.6
210	59.7	62.0	62.1
225	59.4	61.9	62.4
240	58.7	63.5	58.8
255	62.1	61.9	61.8
270	62.2	58.6	64.6
285	59.5	51.5	66.4
300	54.9	54.9	65.7
315	54.2	61.9	65.6
330	53.5	60.8	61.3
345	58.7	61.6	52.6

Lampiran 13: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan A_1^1

Kedudukan= B

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	59.5	60.2	61.8
15	54.7	61.7	59.6
30	54.2	62.1	60.5
45	55.9	63.7	59.0
60	60.7	59.1	58.5
75	57.7	51.9	59.9
90	62.3	56.1	61.5
270	54.7	56.5	56.7
285	58.3	59.9	56.4
300	62.1	56.7	54.8
315	63.1	59.7	57.6
330	61.4	63.8	56.4
345	61.6	63.5	58.1

Lampiran 14: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan B

Kedudukan= B¹

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	60.8	64.1	61.0
15	61.1	61.5	63.7
30	58.5	61.0	63.3
45	59.4	57.8	62.5
60	58.8	58.0	62.9
75	60.1	54.4	61.3
90	56.8	57.5	60.1
270	56.1	59.3	48.5
285	59.2	57.5	53.4
300	58.2	54.7	57.3
315	58.6	58.8	59.7
330	56.6	61.6	59.8
345	53.3	62.5	58.5

Lampiran 15: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan B¹

Kedudukan= B₁

Sudut	DB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	66.9	66.5	59.4
15	67.2	66.4	59.9
30	68.6	66.4	63.3
45	65.8	66.3	65.5
60	67.3	63.3	61.9
75	64.5	61.4	60.9
90	60.5	59.6	51.9
105	59.9	58.8	55.5
120	55.4	56.6	54.9
135	57.7	56.4	61.6
150	53.3	59.8	64.0
165	55.4	64.4	62.7
180	59.7	63.1	62.6
195	54.9	61.6	62.1
210	56.8	59.4	58.4
225	53.4	59.8	60.5
240	58.1	54.5	60.8
255	51.9	52.0	60.6
270	57.6	53.9	61.1
285	61.6	59.6	60.9
300	62.8	59.9	58.5
315	63.8	61.2	59.2
330	65.1	61.6	60.6
345	63.2	57.7	63.2

Lampiran 16: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan B₁

Kedudukan= B₁¹

Sudut	DB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	56.6	58.1	60.4
15	55.2	57.0	61.4
30	56.9	60.1	61.0
45	59.5	61.4	59.6
60	54.0	58.7	55.4
75	51.3	56.1	56.5
90	57.7	52.3	53.4
105	55.1	60.6	58.3
120	58.3	60.8	58.1
135	58.9	62.8	60.3
150	56.8	62.6	59.6
165	58.1	61.1	60.6
180	57.6	59.4	60.8
195	60.7	54.8	58.1
210	60.0	58.9	52.5
225	62.2	59.1	51.8
240	60.2	60.9	56.1
255	61.6	63.6	60.3
270	61.3	61.8	57.9
285	59.4	61.2	59.6
300	56.1	62.5	59.2
315	53.7	60.5	59.9
330	52.4	59.1	60.1
345	58.6	56.7	55.0

Lampiran 17: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan B₁¹

Kedudukan= C

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	59.1	52.6	54.9
15	55.4	61.2	57.4
30	59.7	60.8	52.0
45	61.6	57.3	61.8
60	56.7	56.3	58.5
75	59.6	60.7	61.5
90	60.8	59.6	61.6

Lampiran 18: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan C

Kedudukan= C¹

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	61.6	62.6	56.4
15	60.6	63.3	54.8
30	58.2	64.3	51.6
45	57.1	64.6	59.5
60	56.8	62.9	61.6
75	55.5	60.3	62.1
90	53.7	55.1	60.6

Lampiran 19: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan C¹

Kedudukan = C_1

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	62.1	58.0	65.7
15	64.7	58.8	62.5
30	66.1	57.5	61.6
45	65.6	60.6	59.6
60	63.6	59.3	63.2
75	58.7	60.1	62.6
90	61.8	60.2	67.1
105	63.0	61.5	66.6
120	64.8	64.3	64.3
135	62.3	52.4	60.7
150	60.5	55.6	62.1
165	53.7	56.8	57.4
180	57.4	58.2	61.6

Lampiran 20: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan C_1

Kedudukan = C_1^1

Sudut	dB		
	100Hz	1kHz	10kHz
0	59.1	66.4	66.6
15	52.5	65.6	66.1
30	60.1	65.6	67.0
45	58.2	63.7	64.2
60	59.3	61.5	62.6
75	58.8	59.5	62.8
90	60.0	59.4	64.1
105	58.7	65.2	63.7
120	54.5	67.7	59.6
135	53.6	68.8	60.1
150	53.8	67.4	60.9
165	54.3	63.3	60.3
180	55.5	55.9	56.4

Lampiran 21: Jadual pengukuran corak kutub pada kedudukan C_1^1