

## UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

**BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS ♦**JUDUL : REKABENTUK PEMBESAR SUARA TALIANPENGHANTARANSESI PENGAJIAN: 96/97Saya HABSAH BTE YUSOF

(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 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

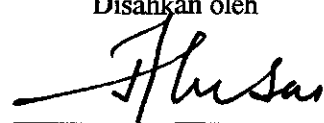
(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap : NO. 11, KAMPUNG BARIS,SIMPANG PELANGAI,28740 BENTONG, PAHANGTarikh : 1/4 /1997P.M. DR. HJ. MAT JIZAT B. ABDOL

Nama Penyelia

Tarikh: 1/4 /1997

- 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 Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (PSM).

**REKABENTUK  
PEMBESAR SUARA TALIAN PENGHANTARAN  
(TRANSMISSION-LINE/LABYRINTH)**

**HABSAH BTE YUSOF**

**Laporan Projek Dikemukakan Sebagai Memenuhi  
Sebahagian Daripada Syarat Penganugerahan Ijazah Sarjana Muda  
Teknologi Serta Pendidikan (Kejuruteraan Elektrik)**

**Fakulti Pendidikan  
Universiti Teknologi Malaysia**

**1997**

*"SAYA AKUI INI ADALAH HASIL KERJA SAYA SENDIRI KECUALI NUKILAN  
DAN RINGKASAN YANG TIAP-TIAP SATUNYA TELAH SAYA JELASKAN  
SUMBERNYA".*

*TANDATANGAN* : Shale  
*NAMA PENULIS* : *HABSAH BTE YUSOF*  
*TARIKH* : 1/4/1997

## DEDIKASI

Untuk suami ..... terima kasih atas pengorbanan dan simpatimu.

Untuk anak-anak ..... Along, Angah, Dik Mar dan baby  
..... jadikan usaha ibu ini sebagai inspirasimu membentuk  
masa depan.

Untuk kedua ayah dan bondaku ..... doamu telah memberiku  
semangat.

Untuk kaum keluarga, pensyarah-pensyarah, guru-guruku,  
rakan-rakan seperjuangan ..... jasa kalian akan tetap ku  
kenang.

Yang baik dari Allah jua. Amin.

## PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Allah s.w.t. kerana dengan izinNya Projek Sarjana Muda ini dapat disiapkan mengikut jadual.

Rakaman terima kasih kepada pesyarah pembimbing Prof. Madya Dr. Hj. Mat Jizat bin Abdol (Fakulti Pendidikan) dan Tuan Shaikh Nasir bin Shaik Abdul Rahman (Fakulti Elektrik-Akustik).

Terima kasih juga kepada kakitangan Makmal Akustik, yang banyak menghulurkan bantuan.

Semoga Allah memberkati dan memberi ganjaran terhadap jasa baik semua.

Sekian. Terima kasih.

## ABSTRAK

Pembesar suara adalah peringkat yang terakhir di dalam satu rangkaian audio dan walau bagaimana baik atau tinggi kualiti bunyi bagi sistem tersebut, hasilnya ialah apa yang dapat kita dengar keluar dari pembesar suara ini. Kebanyakan pengguna-pengguna audio, kadang-kadang tidak begitu kisah untuk mengetahui tentang faktor-faktor yang membuatkan atau menjadi kunci kepada mutu bunyi yang dikeluarkan oleh pembesar suara.

Kombinasi antara komponen pemacu, rekabentuk kabinet dan pemasangan pendawaian serta susunatur kedudukan pembesar suara akan dapat memberikan hasil yang memuaskan.

Pembesar suara talian penghantaran atau dipanggil juga labirin bertujuan untuk memberikan satu pilihan rekabentuk pembesar suara yang boleh dibina dengan harga yang murah, rekabentuk yang cantik, bunyi bass yang asli, panjang dan tidak ditekan. Penggunaan bahan-bahan tambahan seperti adunan konkrit, jubin seramik, laluan bagi frekuensi yang panjang akan dapat mencapai matlamat ini dan menjadikan rekabentuk ini mempunyai kelainan dari rekabentuk yang ada di dalam pasaran.

## **ABSTRACT**

The loudspeakers are the last link in the audio chain and, no matter how good the system are, when you listen to their product, you hear only what the loudspeaker can reproduce. The average audio system user doesn't event want to bother to learn about the component what turns out to be the key to fine listening enjoyment.

Among the factors that dertermined the quality of loudspeakers are the combination of the driver, enclosure design, wiring and driver arrangement that will produce satisfying effects.

The objective of this research is to design the transmission line speaker system or well known as labyrinth to provide design options for loudspeakers with lower cost, attractive design; original, extended and unforced bass. Additional material used, like concrete, ceramic tiles and extended frequency route help in this design which makes this speakers different from other designs in the market.

## ISI KANDUNGAN

Halaman Judul	(i)
Halaman Pengakuan	(ii)
Halaman Dedikasi	(iii)
Halaman Penghargaan	(iv)
Halaman Abstrak	(v)
Jadual Kandungan	(vi)
Senarai Rajah	(x)

### **BAB PERKARA**

### **MUKA SURAT**

<b>1</b>	<b>Pengenalan dan Masalah Latar Kajian</b>	
1.0	Pengenalan	1
1.1	Latar Belakang Masalah	4
1.2	Objektif Rekabentuk	10
1.3	Skop Kajian	10
1.4	Kepentingan Kajian	11
1.5	Definisi Terminologi	14
<b>2</b>	<b>Penentuan Bahan Ilmiah yang Berkaitan</b>	
2.0	Pengenalan	17
2.1	Teori Rekabentuk	19



<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>	
	2.2	Kaedah Merekabentuk	19
	2.3	Memutuskan Sesuatu Rekabentuk	23
	2.4	Kajian Terhadap Bahan	24
	2.5	Pemilihan Bahan	30
<b>3</b>	<b>KAEDAH REKABENTUK</b>		
	3.0	Pengenalan	32
	3.1	Pengenalan	32
	3.2	Konsep Dan Lukisan Rekabentuk	33
	3.3	Peralatan Dan Bahan	34
	3.4	Peralatan Pembinaan	35
	3.5	Proses Pembuatan	36
	3.6	Kos Produk	47
	3.7	Kesimpulan	47
<b>4</b>	<b>DAPATAN KAJIAN DAN ANALISA DATA</b>		
	4.0	Pengenalan	49
	4.1	Keadaan Semasa Pengukuran Dibuat	50
	4.2	Rajah Penyambungan Peralatan Ujikaji Bagi Sambutan Frekuensi, Pola Penyerakan Dan Herotan	51
	4.3	Keputusan Bagi Ujian Sambutan Frekuensi	52
	4.4	Keputusan Bagi Ujian Pola Penyerakan	54

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
4.5	Keputusan Bagi Ujian Herotan	55
4.6	Pemasangan Peralatan Bagi Ujikaji Ke Atas Galangan	56
4.7	Keputusan Bagi Ujian Galangan	57
4.8	Penutup	59
5	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	
5.0	Pengenalan	60
5.1	Cadangan Pembaikan	60
5.2	Cadangan Masa Hadapan	62
5.3	Penutup	62
	<b>RUJUKAN</b>	63
	<b>LAMPIRAN</b>	65

**SENARAI RAJAH**

<b>RAJAH</b>		<b>MUKA SURAT</b>
Rajah 1.1	Pelbagai Tahap Bunyi	7
Rajah 1.2	Julat Pendengaran Manusia	8
Rajah 1.3	Pembahagian Frekuensi	9
Rajah 1.4	Peringkat-Peringkat Kaedah Merekabentuk	20
Rajah 1.5	Kitaran Rekabentuk	23
Rajah 1.6	Kelajuan Bunyi Melawan Bahan Penyerap	27
Rajah 1.7	Penghantaran Bunyi Melalui Garisan	28
Rajah 1.8	Bahagian-Bahagian Asas Lapisan Pertama	37
Rajah 1.9	Penyambungan Panel Hadapan dan Bahagian Tepi dan Atas	38
Rajah 1.10	Pemasangan Jubin Seramik dan Kayu Penyokong	39
Rajah 1.11	Memasukkan Bancuhan Simen Pada Jubin Seramik	40
Rajah 1.12	Memasukkan Span Sebagai Bahan Penyerap	41
Rajah 1.13	Pembinaan Tingkat Ke-2	42
Rajah 1.14	Pembinaan Tingkat Ke-3	43
Rajah 1.15	Proses Pengemaskinian	44

<b>RAJAH</b>		<b>MUKA SURAT</b>
Rajah 1.16	Membuat Bingkai Pelindung Pembesar Suara	45
Rajah 1.17	2 Pasang Bingkai Pelindung	45
Rajah 1.18	Memasang Kain 'Grille'	46
Rajah 1.19	Model Yang Telah Siap	46
Rajah. 1.20	Sambungan Peralatan Bagi Ujikaji	51
Rajah 1.21	Graf Bagi Sambutan Frekuensi	52
Rajah 1.22	Polar Plot Bagi Pembesar Suara Talian Penghantaran	54
Rajah 1.23	Herotan Bagi Pembesar Suara Talian Penghantaran	55
Rajah 1.24	Alatan Bagi Ujian Galangan	56
Rajah 1.25	Graf Sambutan Galangan	57

## **BAB SATU**

### **PENGENALAN DAN MASALAH LATAR KAJIAN**

#### **1.0 Pengenalan**

Kemajuan sesebuah negara diukur berdasarkan tahap perkembangan ekonomi, pendidikan, kemajuan industri yang menggunakan sains dan teknologi yang terkini. Kita dapati negara-negara sedang membangun yang mengutamakan pembangunan sains dan teknologi akan mencapai kemajuan yang lebih cepat dan pesat. Daya pengeluarannya bertambah dan ekonominya meningkat apabila teknologi-teknologi yang terbaru digunakan.

Negara-negara maju di dunia, seperti Jepun, Amerika Syarikat, Taiwan dan beberapa buah negara maju yang lain telah membuktikan bahawa dengan penggunaan sains dan teknologi moden di dalam bidang perindustrian, kemajuan dapat dicapai dengan lebih cepat. Negara Cina yang mengamalkan pemerintahan parti fahaman komunis juga telah membuka pintunya kepada ekonomi pasaran sosialis<sup>1</sup> di mana kita dapati pada masa ini ia telah mula menjadi salah sebuah gergasi ekonomi di rantau Asia.

Malaysia juga tidak ketinggalan dalam penggunaan teknologi-teknologi terbaru ini, dan kita dapati dalam tahun-tahun kebelakangan ini Malaysia merupakan salah sebuah negara yang diakui dunia berkembang pesat dan mampu bersaing di arena antarabangsa.

---

<sup>1</sup> Utusan Malaysia (21/2/1997) - Deng: Bapa "Ekonomi Pasaran Sosialis" China.

Rekabentuk yang menggunakan gabungan teknologi antara komponen-komponen elektronik dengan peralatan harian telah menjadikan kehidupan kita lebih mudah. Rekabentuk boleh dilakukan sebagai hobi atau secara bersungguh-sungguh untuk memenuhi keperluan semasa. Di Malaysia rekabentuk berkembang dengan pesat dan mendapat perhatian di peringkat-pimpinan tertinggi negara.

Pemimpin-pemimpin yang menerajui tampuk pemerintahan negara pada hari ini, berusaha menjadikan Malaysia sebuah negara maju menjelang tahun 2020. Melalui idea Wawasan 2020, beberapa garis panduan telah dikemukakan untuk mencapai wawasan Malaysia ke arah menjadi negara maju sama ada dari segi ekonomi, pentadbiran, politik, sosial, kebudayaan dan sebagainya.

Untuk maju, rakyat mestilah peka kepada perkembangan teknologi-teknologi terbaru dan rakyat seharusnya berusaha supaya tidak menjadi pengguna teknologi dari luar, tetapi bergerak ke arah mencipta teknologi.

Faisal Othman<sup>2</sup> (1993) menyatakan bahawa manusia yang menggunakan akal fikirannya semaksima mungkin dalam usaha penyelidikan dan pengkajian terhadap rahsia alam seperti yang disarankan di dalam Al-Quran, maka bangsa itu akan mendapat kejayaan.

---

<sup>2</sup> Faisal Othman - "Barangsiapa yang mampu menggunakan akal fikirannya semaksima mungkin dalam usaha penyelidikan dan pengkajian terhadap rahsia alam seperti yang disarankan oleh Al-Quran, maka bangsa itulah yang akan memperolehi kejayaan. Bangsa yang rajin berusaha dan berjaya menguasai dunia tanpa mengira agamanya, maka bangsa itulah akan menjadi bangsa yang maju"

Mahathir Mohamed (1994) pula berpendapat hasil penyelidikan inovasi dan ciptaan teknologi tempatan harus mampu dikomersilkan untuk memenuhi keperluan pasaran global. Saintis dan ahli teknologi harus memikirkan kepada keusahawanan berteknologi, konsep keperluan pengguna teknologi serta strategi pemasaran yang berkesan.

Untuk melahirkan bangsa Malaysia yang berdaya saing dan dinamik, Kementerian Pendidikan khasnya telah memulakan reformasi pendidikan yang berteraskan sains dan teknologi moden. Visi dan misi ini akan berkebolehan untuk mendokong cita-cita negara ke arah industri maju, keluar dari kepompong pengguna teknologi kepada era inventif dan seterusnya pencipta dalam persaingan teknologi dunia. Fenomena ini diharapkan dapat melahirkan pakar-pakar teknologi yang akan merekacipta sendiri barangan seperti jentera-jentera canggih dan sistem pengeluaran berkomputer.

Barangan yang hendak dikeluarkan mestilah mempunyai daya cipta yang tinggi untuk meningkatkan kualiti dan kuantiti. Semasa proses merekabentuk, alatan atau mesin yang sedia ada diubahsuai untuk menambahkan produktiviti serta dapat memberikan persaingan di antara jenama-jenama tertentu.

Seorang perekabentuk haruslah memikirkan faktor-faktor seperti mudah kendalian, kelancaran, kos operasi yang murah, kegunaan yang optima, keupayaan maksima, ciri-ciri keselamatan serta mudahalih semasa mengetengahkan ideanya. Setiap barangan hendaklah mempunyai rekabentuk tersendiri yang menarik dan sesuai dengan kegunaannya.

Untuk menghasilkan rekabentuk yang baik, ianya memerlukan daya pemikiran yang luas, merangkumi bidang sains dan teknologi serta berbagai lagi bidang ilmu yang berkaitan dengan rekabentuk.

Faktor-faktor di atas, dititikberatkan agar pengguna mempunyai keyakinan terhadap sistem dan keupayaan sesuatu rekabentuk yang dihasilkan. Idea awal yang diilhamkan oleh pereka ini kemudiannya digambarkan di atas kertas yang meliputi beberapa sudut pandangan dan saiz mengikut keperluan. Untuk melaksanakan rekabentuk tersebut model atau prototype akan digunakan.

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pembesar suara adalah peringkat terakhir di dalam sistem audio. Tidak kira bagaimana bagus atau mahalnya peralatan audio anda, hasilnya adalah apa yang anda dengar dari keluaran pembesar suara. Pemilihan pembesar suara yang baik adalah sangat penting apabila kita hendakkan keluaran bunyi yang baik.

Pelbagai jenis dan rekabentuk pembesar suara boleh didapati di dalam pasaran pada hari ini. Rekabentuk dan sistem pembesar suara ini semakin hari semakin canggih sama ada dari segi rupa luaran atau kefungsiannya. Gabungan kemahiran dan kreativiti manusia telah menghasilkan produk yang sentiasa berubah-ubah rekabentuk dan ciri-ciri keistimewaannya. Perlu ditegaskan, walau bagaimanapun daya tarikan pada unit ini, fungsinya tetap sama iaitu memberikan kualiti bunyi yang sebaik mungkin kepada pendengar.



Julat frekuensi audio yang boleh didengar oleh telinga manusia biasa adalah dari 20hz hingga 30khz. Jadi pembesar suara hendaklah berupaya mengeluarkan julat frekuensi ini. Bunyi yang terlalu rendah dari julat ini tidak dapat didengar oleh telinga manusia dan jika terlalu tinggi pula akan merosakkan sistem pendengaran manusia.

Terdapat banyak binaan sistem kabinet pembesar suara di pasaran, seperti:

- (a) Sistem kotak tertutup dikenali juga sebagai sesekat tak terhingga (infinite baffle).
- (b) Sistem kotak bolong (vented box) atau dikenali juga sebagai pantulan bass (bass reflex) atau kotak berlubang ported box).
- (c) Sistem pembesar suara 'lulus-ruang' (Band Pass)
- (d) Sistem Rongga Ganding (Couple Cavity).

Kesemua sistem ini mempunyai kebaikan dan kelemahan yang tersendiri. Tidak ada satupun sistem di atas yang boleh mengeluarkan hampir kesemua julat frekuensi audio yang diterangkan seperti sebelum ini. Untuk membolehkan kesemua julat frekuensi ini dikeluarkan, sistem tersebut perlu menggunakan banyak jenis gabungan pembesar suara, pembesar suara yang berkualiti dan berkuasa tinggi juga bahan pembuatan kabinet yang bermutu. Ini menyebabkan kos sistem pembesar suara ini meningkat dan harga yang ditawarkan di pasaran adalah sangat tinggi hingga mencecah ke angka ribuan ringgit.

Rekabentuk yang dicadangkan oleh pereka bertujuan untuk mengatasi masalah-masalah di atas. Rekabentuk ini diberi nama pembesar suara talian penghantaran atau

labirin. Rekabentuk ini dicipta berdasarkan beberapa kepentingan yang diberi penumpuan khusus iaitu:

a) Struktur pembinaan kabinet/kotak.

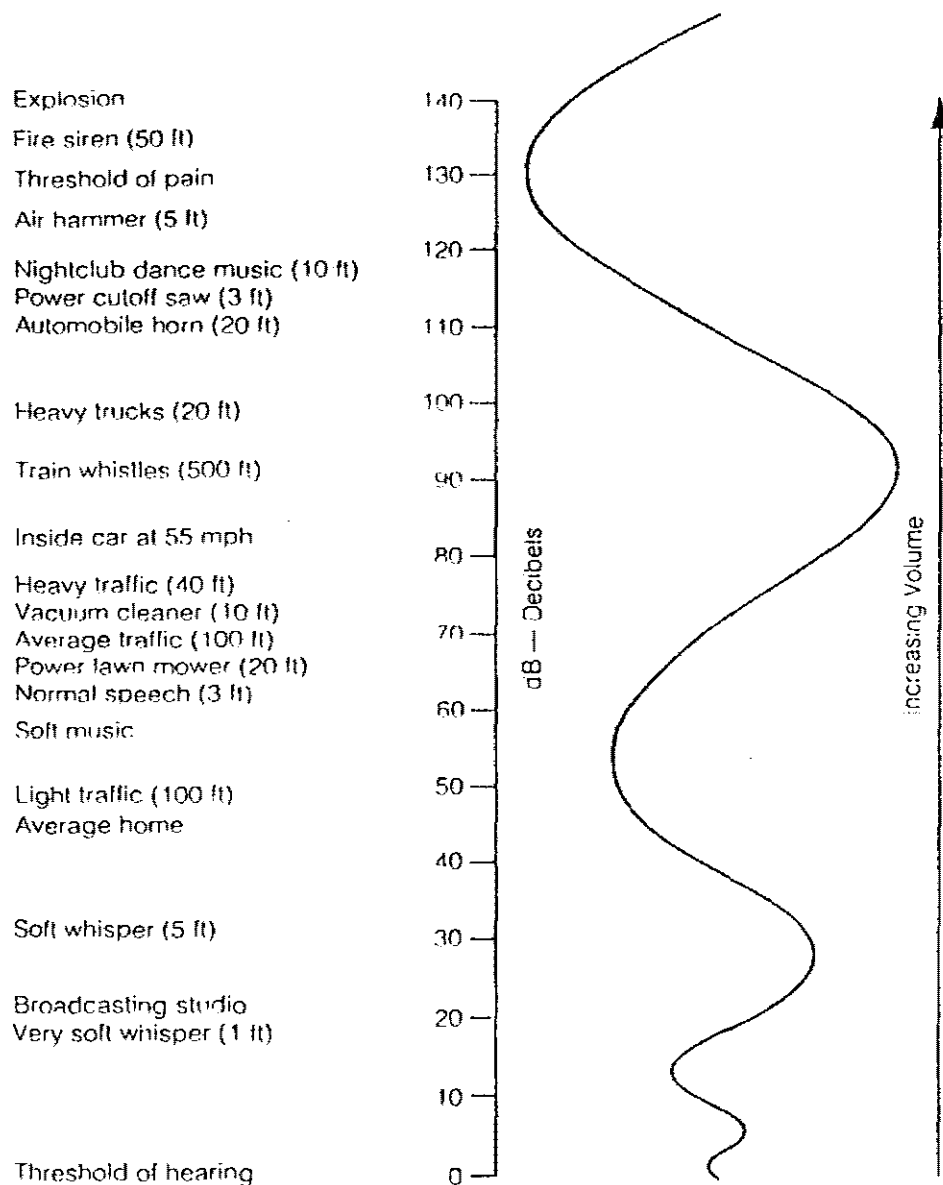
Pereka akan menggabungkan idea sistem kotak tertutup dan sistem kotak vented. Binaan ini akan menghasilkan sistem talian penghantaran (juga dipanggil labirin). Kelebihan yang terdapat pada kabinet jenis talian penghantaran ialah:

- i) Berkebolehan untuk membesarkan sehingga maksima ( $\infty$ ) menghasilkan rintangan yang lengkap kepada pemacu dengan menyerap semua tenaga/frekuensi yang diarahkan dari hadapan.
- ii) Hanya menggunakan satu pemacu (speaker). Sambutan 'treble' mencapai melebihi 16Khz dan hampir-hampir mencecah 20Khz. Ini disebabkan oleh pergerakan kon yang terkawal dan keberkesanan frekuensi tinggi yang dibengkokkan, dipusingkan di dalam laluan-laluan kabinet.
- iii) Sambutan di antara 5db bagi julat 200hz hingga 16Khz. Tiada masalah anjakan fasa ke atas semua julat frekuensi.

b) Struktur luaran

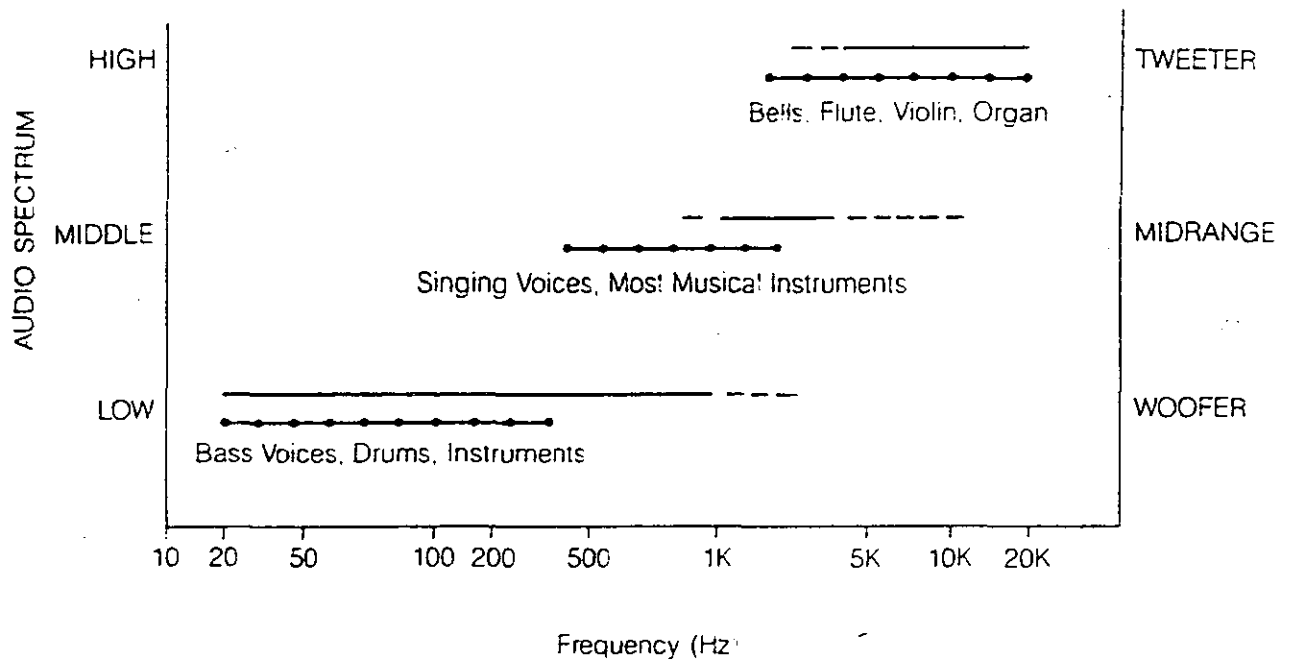
Sifat-sifat luaran pembinaan kabinet mementingkan aspek-aspek:-

- i) Sifat-sifat fizikal yang baik, kestabilan dan ketahanan.
- ii) Penebat elektrik yang baik (papan lapis)
- iii) Kos penghasilan yang rendah



**Rajah 1.1** Pelbagai tahap bunyi dalam dB. Sebagai perbandingan muzik lembut adalah lebih kurang dari 0.01 watt. Muzik rancak lebih kurang 105-115dB dan memerlukan penguat kuasa 30-300 watt.





**Rajah 1.3** Julat audio bagi pendengaran manusia terbahagi kepada 3 kumpulan, rendah, pertengahan dan tinggi.

## **1.2 Objektif Rekabentuk**

Melalui kajian rekabentuk ini pereka mempunyai 2 objektif, iaitu:

- (a) menghasilkan sistem pembesar suara jenis talian penghantaran atau dipanggil labirin
- (b) rekabentuk suatu sistem pembesar suara yang lain daripada sistem yang ada di dalam pasaran pada masa ini.

## **1.3 Skop Kajian**

Skop kajian ini akan ditumpukan kepada aspek pembinaan sistem pembesar suara jenis talian penghantaran yang akan dapat menghasilkan kualiti bunyi yang baik, kecekapan tinggi, bentuk yang menarik dan senang digunakan.

Kajian ini akan mengambilkira faktor-faktor pemilihan rekabentuk, kajian terhadap bahan, pemilihan bahan, pengujian dan untuk mendapatkan rekabentuk yang ada nilai komersil.

Sistem pembesar suara ini boleh dibahagikan kepada 3 bahagian utama iaitu:

- a) Struktur luaran - pembinaan rekabentuk kabinet
- b) Struktur dalaman - bahan penyerap bunyi
- c) Komponen elektronik (pemacu, terminal, pendawaian)

Terdapat beberapa kelebihan yang boleh diberikan oleh rekabentuk sistem pembesar suara ini seperti:-

- i) Menggunakan bahan yang murah dan mudah didapati dalam pasaran.
- ii) Bahan yang digunakan adalah selamat kepada pengguna dan alam sekitar.
- iii) Walaupun rekabentuk ini menggunakan kepingan-kepingan plywood yang banyak tetapi ianya bersaiz lurus (potongan-potongan empat segi). Ini dapat mengelakkan pembaziran bahan mentah.
- iv) Sistem pembesar suara jenis talian penghantaran mempunyai kotak yang besar dan ini menjadikan rekabentuk ini stabil.

#### **1.4 Kepentingan Kajian**

Sebagaimana dinyatakan di dalam pernyataan masalah, sistem pembesar suara jenis talian penghantaran tiada di dalam pasaran dan jika adapun sangat kurang (susah didapati). Sistem yang banyak digunakan ialah sistem kotak tertutup dan sistem kotak 'vented' (bass reflex). Memandangkan harga bagi sistem ini mahal, maka pereka akan mencadangkan sistem pembesar suara talian penghantaran yang berupaya mengeluarkan hampir semua julat frekuensi audio dan harga kos yang rendah.

Melalui pengalaman semasa mengajar di sekolah-sekolah Menengah Vokasional dalam bidang elektronik juga pemerhatian pereka terhadap rekabentuk

yang sedia ada di pasaran, terdapat beberapa faktor yang perlu difikirkan oleh pereka mengapa perlunya rekabentuk ini dibuat. Faktor-faktor tersebut ialah:

- i. Kos pembuatan
- ii. Kualiti bunyi
- iii. Kesesuaian penggunaan
- iv. Penjimatan maksima

**(a) Kos Pembuatan**

Pembesar suara yang ada di pasaran didapati agak mahal. Harga yang ditawarkan adalah mengikut jenis pembuatan iaitu sistemnya sama ada 2-hala, 3-hala, komponen-komponen pemacu (woofer, tweeter, midrange) dan bahan-bahan pembuatan kabinetnya (kotak). Walau bagaimanapun, di dalam rekabentuk sistem pembesar suara, bahan-bahan yang digunakan untuk membuat kabinet dan rekabentuk kabinet sangat mempengaruhi bunyi yang dihasilkan. Pereka mencadangkan rekabentuk ini kerana kosnya murah, bunyi yang baik.

**(b) Kualiti Bunyi**

Pembesar suara yang digunakan pada hari ini biasanya dari jenis kotak tertutup atau kotak berlubang. Biasanya jika kadar harga jualan pembesar suara ini murah, bunyi yang dihasilkan adalah seperti kotak kosong (boxy sound). Pembesar suara jenis kotak tertutup juga mempunyai masalah kesan tin minyak (oil can effect). Bunyi yang kosong disebabkan oleh tekanan yang terbina di sebelah atas kon pembesar suara.



**(c) Kesesuaian Penggunaan**

Pada kebiasaannya rekabentuk pembesar suara akan berbeza mengikut di mana ia hendak digunakan. Rekabentuk sistem pembesar suara jenis talian penghantaran ini sesuai digunakan bukan sahaja di rumah, tetapi boleh meliputi kawasan yang luas seperti dewan, masjid-masjid atau surau. Ini kerana sistem pembesar suara jenis transmission-line mempunyai saiz yang agak besar dan jarak jangkauan bunyi yang jauh.

**(d) Penjimatan Maksima**

Di dalam rekabentuk sistem pembesar suara talian penghantaran ini, binaannyalah yang memainkan banyak peranan di dalam penghasilan mutu, kualiti bunyi yang baik. Dengan menggunakan satu pemacu julat penuh sahaja dan kuasanya hanya 15 watt (mengikut rekaan yang dicadangkan) ia tidak memerlukan kuasa elektrik yang tinggi. Ini akan menjimatkan perbelanjaan pengguna. Ia juga tidak memerlukan 'tweeter' ataupun rangkaian melintas (cross-over network) dan ini amat berbeza dengan rekabentuk kotak tertutup atau kotak berlubang.

## 1.5 Definasi Terminologi

### (a) Sesekat Tak Terhingga (Infinite Baffle)

Kabinet pembesar suara yang tiada bukaan di mana frekuensi/gelombang bunyi boleh lalu dari depan pembesar suara dan berpusing di belakangnya.

### (b) Labirin (Labyrinth)

Kabinet pembesar suara yang besar, laluan yang panjang bagi gelombang bunyi untuk melengahkannya.

### (c) Kabinet/Pengepong

Rumah/Kotak bagi alat elektrik/elektronik, selalunya untuk pembesar suara.

### (d) Rajah Polar

Rajah yang menggunakan polar koordinat di mana ia boleh plot vektor kuantiti yang ada arah dan magnitud.

### (e) Komponen Pasif

Komponen yang tidak menghasilkan gandaan kepada sistem. Ia tiada tindakan mengawal dan tidak perlu masukan untuk berfungsi. Contoh komponen pasif ialah pengalir, perintang, kapasitor.

(f) Rekabentuk

Menurut A.K. Hosking dan M.R. Harris (1981), Rekabentuk adalah satu proses yang menggunakan unsur-unsur dalam pengetahuan Sains, Kejuruteraan, Matematik, Lukisan Teknik dan prinsip-prinsip saintifik dalam usaha untuk menghasilkan pelan, di mana kemudiannya membawa kepada penyelesaian dan seterusnya kepada keperluan praktikal.

(g) Ergonomik

Perkataan ini mengikut Galer I.A.R. (1987) ergonomik berasal dari dua perkataan Greek di mana Ergo bermaksud kerja dan "Nomos" bermaksud undang-undang atau peraturan. Oleh itu Ergonomik bermaksud undang-undang kerja atau peraturan kerja.

Harpajan Singh, Abdul Majid Othman (1988), Ergonomik adalah satu kajian perhubungan dengan keadaan kerja yang bertujuan mencapai ekonomi gerakan yang terbaik melalui salah satu daripada 3 perkara di bawah iaitu:-

- i. Tubuh manusia
- ii. Susunan tempat kerja
- iii. Rekaan alatan dan perkakas

(h) Reka Cipta

Menurut satu kertas kerja bagi kursus Orientasi Guru Sumber anjuran Pusat Perkembangan Kurikulum (PPK) Kementerian Pendidikan Malaysia di Maktab Perguruan Batu Pahat, Reka Cipta ialah penghasilan sesuatu barangan yang baru atau pengubahsuaian sesuatu barangan yang boleh menyelesaikan masalah dan memanfaatkan masyarakat.

## **BAB DUA**

### **PENELITIAN BAHAN ILMIAH YANG BERKAITAN**

#### **2.0 Pengenalan**

Perkara yang paling utama di dalam kerja merekabentuk komponen kejuruteraan adalah kaedah menjalankan rekabentuk, kaedah pembuatannya, kajian kesesuaian bahan dan pemilihan bahan berdasarkan sifat-sifat mekanikalnya dengan beban kegunaannya. Penelitian yang serius akan dapat menghasilkan satu produk yang bermutu dan boleh menyaingi rekabentuk yang sedia ada dan ini merupakan prinsip utama dalam kajian kejuruteraan rekabentuk.

Di negara kita, berbagai kemudahan telah dapat dinikmati hasil dari teknologi baru dan serba canggih ini. Pembangunan yang pesat di dalam sektor pembinaan seperti berdirinya bangunan-bangunan pencakar langit, sektor industri berat seperti Perwaja Steel, projek kereta nasional, kenaikan taraf infrastruktur seperti jalan raya (Lebuhraya Utara Selatan), bekalan kuasa elektrik (Projek Bakun) dan berbagai-bagai lagi ciptaan peralatan-peralatan atau bahan baru yang semakin berkembang.

Di dalam Pelan Induk Perindustrian Negara<sup>3</sup>, kerajaan menggalakkan rakyatnya mencebur bidang rekabentuk dan pembuatan seperti yang sedang berlaku pada hari ini.

---

<sup>3</sup> Pelan Induk Perindustrian Negara, 3/2/1986, Lampiran E - "Dari kajian yang dibuat, hasilnya digunakan untuk memajukan objektif-objektif pembangunan industri masing-masing, mengenalpasti barangan-barangan yang harus diberi keutamaan serta mengenalpasti arah pertumbuhan dalam kemajuan industri tersebut."

Dapat dilihat dengan jelas di pihak kerajaan sendiri adanya perkembangan atau satu usaha yang positif untuk menggalakkan rakyat lebih berminat menceburi bidang rekabentuk. Insentif-insentif disediakan, sebagai contoh Kerajaan Negeri Selangor telah memberi sebidang tanah kepada En. Zulkifli sebagai tanda penghargaan ke atas usaha-usaha beliau yang gigih dalam mencipta dan merekabentuk peralatan-peralatan berasaskan kejuruteraan elektrik dan elektronik.

Kerajaan juga mengadakan pertandingan Johan Kemahiran Kebangsaan setiap tahun. Melalui pertandingan ini, dapat dicungkil begitu banyak sekali rekabentuk-rekabentuk terbaru yang dihasilkan oleh pereka-pereka dari berbagai lapisan masyarakat dalam bidang kemahiran dan kepakaran masing-masing.

Di peringkat sekolah pula telah dimasukkan di dalam kurikulumnya mata pelajaran rekacipta untuk menggalakkan para pelajar menghasilkan ciptaan-ciptaan barangan baru atau pengubahsuaian sesuatu barangan yang boleh menyelesaikan masalah dan memanfaatkan masyarakat.

Matlamat kurikulum rekacipta di sekolah ialah menekankan dari sejak bangku sekolah pemikiran kreatif, inovatif dan inventif. Ia juga menekankan kesedaran kepada keagungan tuhan, pemupukan nilai murni, pengamatan etika rekacipta, semangat keusahawanan dan semangat kewarganegaraan.

## **2.1 Teori Rekabentuk**

Rekabentuk boleh didefinisikan sebagai satu proses kejuruteraan secara saintifik untuk menghasilkan sesuatu ciptaan. Ianya perlu menggunakan elemen dalam pengetahuan kejuruteraan seperti aplikasi matematik, grafik dan prinsip saintifik dalam usaha menghasilkan perencanaan pelan lingkup rekabentuk dan membawa kepada satu penyelesaian sebagai memenuhi keperluan praktikal.

A.K. Hoshing dan M.R. Harris (1981) - "Satu proses yang menggunakan elemen dalam pengetahuan kejuruteraan seperti aplikasi matematik, grafik dan prinsip saintifik dalam usaha menghasilkan perencanaan pelan lingkup rekabentuk dan membawa kepada satu penyelesaian sebagai memenuhi keperluan praktikal."

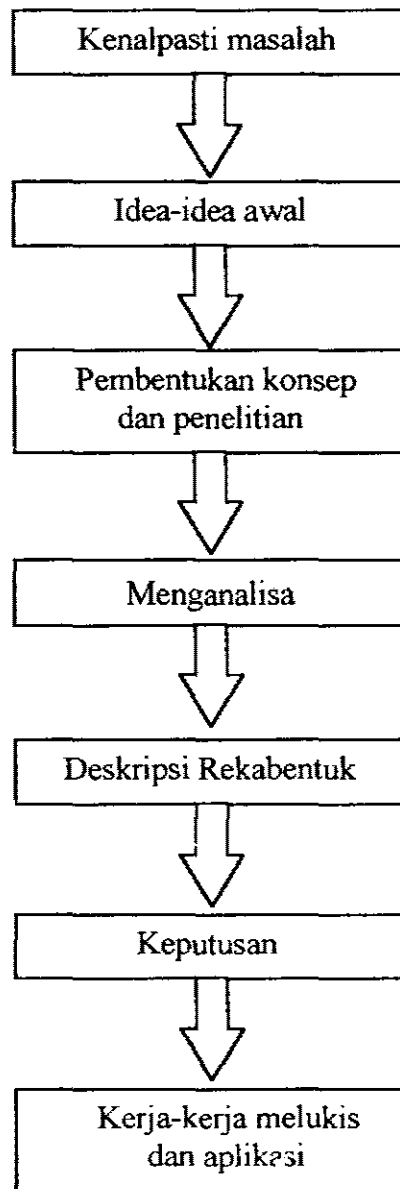
Menurut Arvid R. Bide (1986) pula, rekabentuk adalah satu fenomena mengenalpasti langkah demi langkah yang diambil untuk mendapatkan hasil yang dirancangkan.

Kesimpulannya, rekabentuk adalah satu aktiviti atau proses menghasilkan plan perancangan yang diatur secara saintifik untuk menyedia keperluan teknikal. Proses-proses ini termasuklah kaedah merekabentuk, kaedah pembuatan, kajian terhadap bahan dan pemilihan bahan.

## **2.2 Kaedah Merekabentuk**

Menurut buku "Fundamentals of innovative design: the total design proses", karangan Luzader rekabentuk sesuatu bahan atau alat perlu melalui proses kenalpasti

masalah, idea-idea awal, pembentukan konsep dan penelitian, menganalisa, deskripsi rekabentuk, keputusan mengaplikasikan (kerja-kerja melukis). Proses dan urutan rekabentuk itu adalah sebagaimana yang dinyatakan dalam rajah 1.4.



**Rajah 1.4 Peringkat-peringkat kaedah merekabentuk**

Langkah-langkah merekabentuk ini perlu diikuti oleh pereka supaya produk yang akan dihasilkan mesti mempunyai ciri-ciri yang dapat memenuhi keperluan atau objektif asal rekabentuk ini.



Selain dari tujuh langkah di atas, terdapat beberapa perkara penting lain yang perlu diberi perhatian dan pertimbangan oleh perekabentuk. Faktor-faktor tersebut ialah:

### **2.2.1 Kaedah Pembuatan**

Sebelum merekabentuk sesuatu ciptaan, pereka haruslah memikirkan satu kaedah yang paling sesuai untuk menghasilkan barangan yang direka. Selain dari aspek kesesuaian barangan yang direka, faktor kos pembuatan, mudah dilaksanakan, pembaziran bahan mentah dan juga sesuai dengan kemahiran buruh di tempat kita (R.D. Culum, 1988).

### **2.2.2 Penyelenggaraan Yang Mudah**

Maksud mudah disenggara ialah langkah-langkah penjagaan alat, misalnya membaikpulih dan mengganti. Penggunaan skru dan nut sebagai penetak, elakkan penggunaan keadaan tetap. Ini akan memudahkan kerja-kerja penyelenggaraan dan baikpulih jika berlaku kerosakan (Othman Bakar, 1991)

### **2.2.3 Ekonomi**

Usaha perekabentuk untuk mencari jalan terbaik untuk menzurangkan kos pembuatan supaya produk boleh dijual dengan harga yang rendah. Ini bertujuan supaya rekabentuk ini boleh bersaing di dalam pasaran. Pereka bentuk mestilah boleh membuat pertimbangan sendiri sejauh manakah kehendak perekabentuk itu patut

dipenuhi agar hasilnya menjadi lebih realistik serta menjimatkan kos keseluruhan. (Rosdi Yusoff, 1993).

#### **2.2.4 Keselamatan**

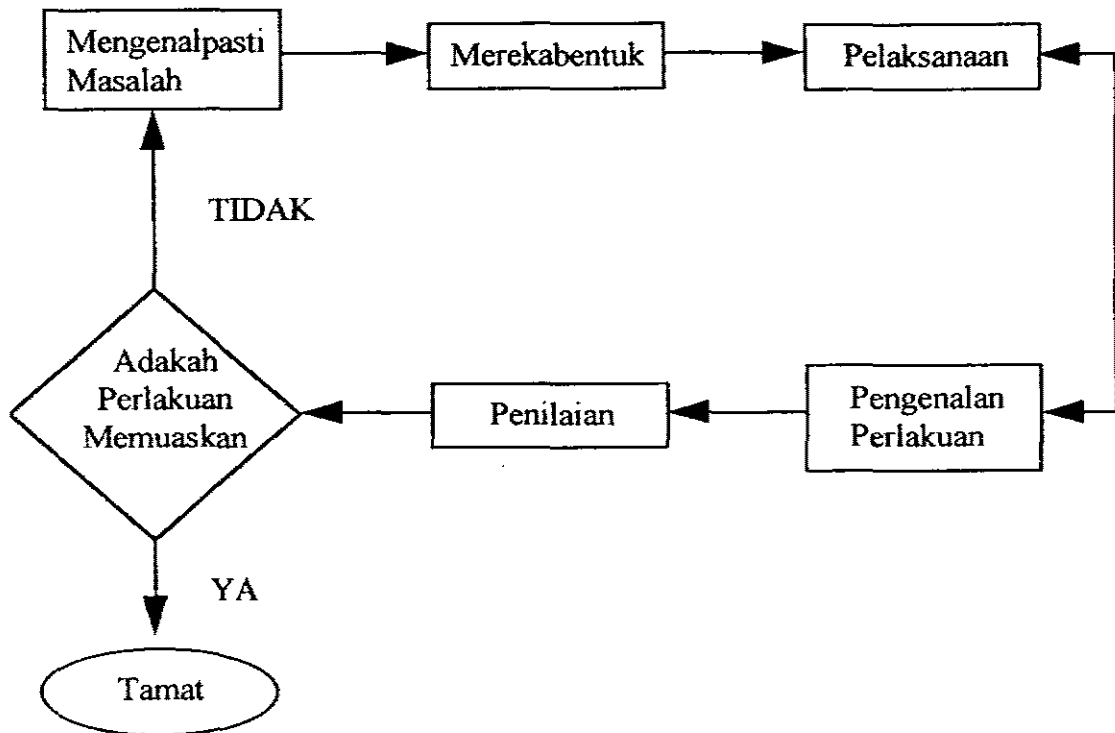
Di bawah Rang Undang-Undang Keselamatan dan Kesihatan 1993 (Section 20 hingga 23, Bahagian V, Kewajipan Am Perekabentuk, Pengilang dan Pembekal, Lampiran G) menyatakan bahawa setiap orang perekabentuk bertanggungjawab untuk memastikan rekabentuk yang dihasilkan itu dalam keadaan selamat bermula dari proses pembuatan sehingga sampai ke tangan pengguna untuk digunakan.

#### **2.2.5 Ergonomik**

Menurut C.D. Roy (1988), Ergonomik diertikan sebagai hubungan antara manusia dengan pekerjaannya. Ia mungkin interaksi di antara peralatan, persekitaran, psikologi kepada masalah-masalah yang berbangkit dari aktiviti antara manusia dengan perkara yang disebutkan.

Seorang perekabentuk perlulah menimbangkan faktor ergonomik dalam membuat pemilihan bahan, sesuatu peralatan dan komponen-komponen yang akan digunakan. Jika faktor ini tidak diambilkira, ia boleh mempengaruhi kecekapan seseorang pekerja dalam menjalankan tugas dan ini merupakan gangguan dari segi fizikal dan mental.

Lewis, W.P., menyatakan Kitaran Rekabentuk adalah seperti di bawah ini.



**Rajah 1.5: Kitaran Rekabentuk**

### 2.3 Memutuskan Sesuatu Rekabentuk

Menurut R.D. Culum (1988) menyatakan, dalam memutuskan sesuatu rekabentuk seseorang pereka mestilah bijak menggunakan sesuatu aspek yang lain agar barangan yang dihasilkan akan mencapai tahap yang boleh diterima oleh setiap pengguna. Merekabentuk ini juga memerlukan pengalaman serta pengetahuan yang luas dan imaginasi yang kreatif. Jika semua aspek-aspek ini tidak ada maka hasilnya tidak mencapai suatu tahap yang sesuai.

## 2.4 Kajian Terhadap Bahan

Matlamat akhir rekabentuk adalah, sistem yang dicipta boleh berfungsi dan mencapai kualiti seperti yang dirancangkan. Kejayaan ini bergantung kepada sifat-sifat bahan yang digunakan untuk merekabentuk. Robert M. Glorioso (1974) menyatakan bahawa sesuatu rekabentuk kejuruteraan mesti memenuhi dua keperluan, iaitu:

- (i) Kebolehan direkabentuk
- (ii) Kebolehan berfungsi

Van Ivanoff (1987) menyatakan bahawa cabang sains kejuruteraan yang melibatkan sifat-sifat mekanikal bahan adalah berkait rapat dengan masalah kekuatan dan kestabilan komponen atau struktur. Sifat-sifat bahan yang dipilih untuk pembinaan sistem pembesar suara ini diperincikan di bawah:

### 2.4.1 Kabinet/Kotak

Bahan-bahan yang boleh dibuat kabinet pembesar suara adalah seperti di bawah:

Bahan	Ketumpatan (Density)
Celotek	0.32
Walnut	0.56
Papan lapis	0.67
Oak	0.72
Papan Partikel	0.81

Bahan	Ketumpatan (Density)
Pasir kering	1.5
Bata	1.8
Jubin seramik	2.0
Konkrit	2.6
Marmar	2.6
Aluminium	2.7
Slate	2.9
Besi	7.8
Timah	11.3

Untuk mendapatkan hasil bunyi yang baik pereka menggabungkan bahan-bahan seperti plywood, jubin seramik, konkrit sebagai bahan binaan kabinet pembesar suara. Pemilihan bahan-bahan ini dibuat kerana setiap bahan ini mempunyai kelebihan seperti penebat arus, tidak berkarat, keras dan berat (rigid).

(i) Penebat Arus Elektrik

Papan lapis, jubin seramik dan konkrit merupakan penebat yang baik. Ini menyebabkan rekabentuk ini selamat digunakan.

(ii) Tidak Berkarat

Bahan-bahan seperti papan lapis, jubin seramik dan konkrit tidak berkarat. Semburan cat atau formula sudah memadai untuk mencantikkan rupabentuk fizikal pembesar suara ini.

(iii) Keras/Rigid/Pejal

Bahan-bahan seperti papan lapis, jubin seramik dan konkrit akan memberikan rintangan yang 'rigid' kepada gelombang bunyi apabila menyentuh permukaan bahan ini dan gelombang pantulan tidak berselerak dan diserap.

(iv) Berat

Bahan-bahan ini berat dan memberikan kestabilan kepada kedudukannya (kestabilan diameter).

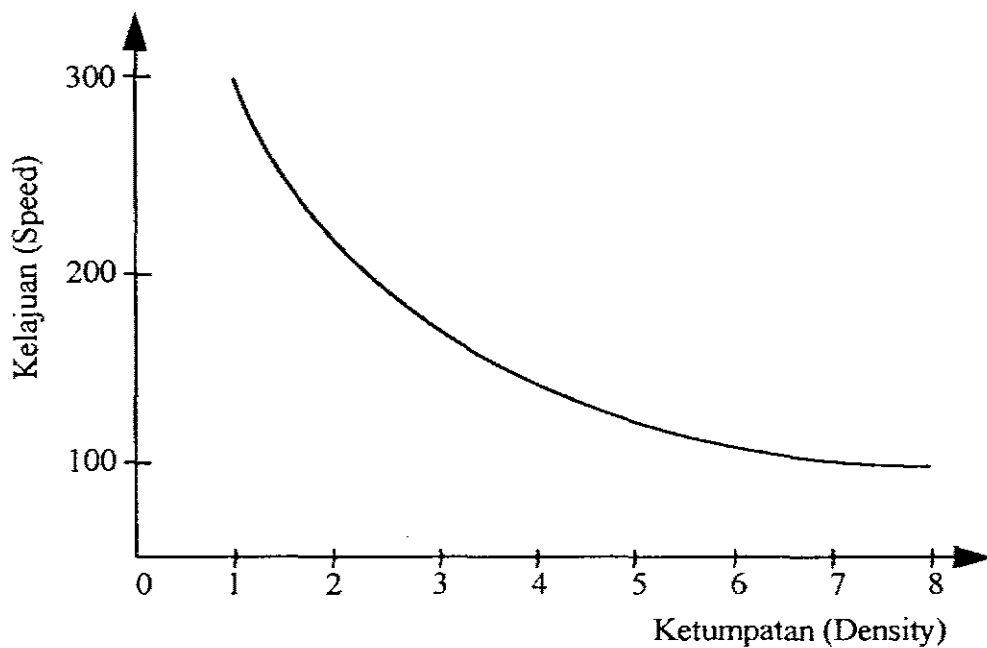
Dari faktor-faktor di atas, bahan yang digunakan sebagai bahan binaan kabinet sangat mempengaruhi mutu bunyi/kualiti suara.

#### **2.4.2 Struktur Dalaman/Bahan Penyerap**

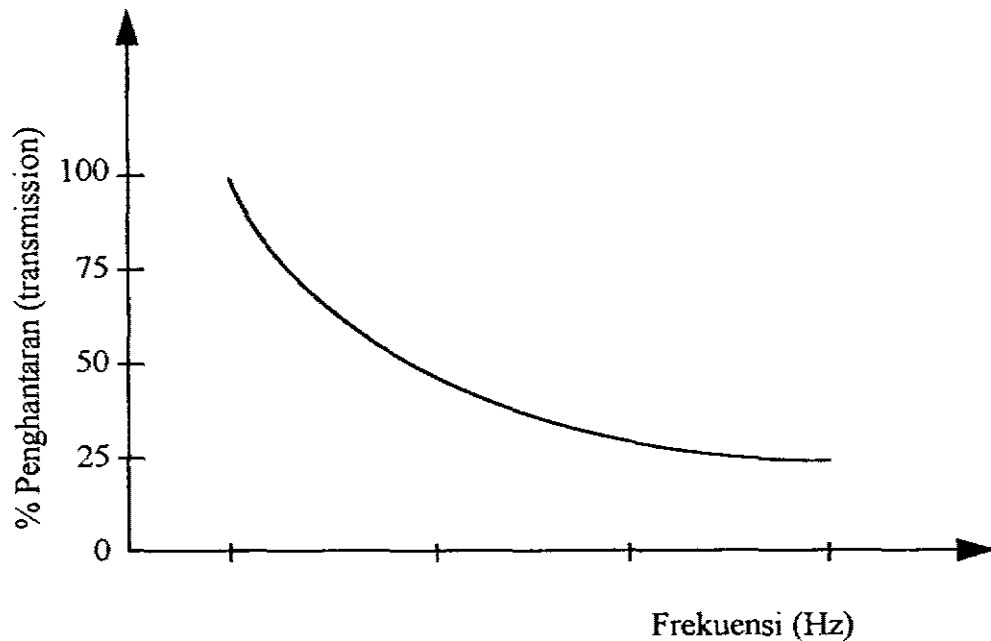
Bahan penyerap dapat menambahkan keberkesanan bunyi sebanyak 10% - 20%. Ianya dipasang di tepi-tepi dinding kabinet atau dipenuhi di dalam ruang dalam kabinet. Tanpa bahan penyerap, bunyi yang keluar akan 'kosong' tapi jika terlalu banyak (over-damping) boleh mengurangkan kecekapan dan keluaran bunyi rendah (bass).

Bahan-bahan yang digunakan sebagai lapisan penyerap bunyi adalah disenaraikan di bawah:

- (i) cotton wool
- (ii) soft carpet felt
- (iii) fibre glass
- (iv) cellulose wadding
- (v) slagwool
- (vi) borted acelate fibre
- (vii) foam plastic
- (viii) acoustic tiles



**Rajah 1.6** Rajah menunjukkan bagaimana kelajuan bunyi melalui talian penghantaran dilengahkan (diperlahankan) dengan menambah bahan penyerap bunyi dalam kabinet



**Rajah 1.7 Penghantaran bunyi melalui 'garisan' (line)**

Span digunakan di dalam rekabentuk ini kerana ia mudah dan senang didapati dalam pasaran. Penggunaan span (bahan penyerap) di dalam garisan penghantaran juga menghasilkan kesan penapis-frekuensi rendah.

Melalui graf kita dapati dengan memenuhi bahagian dalam binaan kabinet talian penghantaran dengan bahan penyerap bunyi akan menghasilkan (menambah) lebih julat frekuensi rendah. Binaan sistem pembesar suara talian penghantaran berkebolehan untuk melebarkan frekuensi sehingga infiniti, menghasilkan rintangan secara berkesan kepada pemacu dengan menyerap semua tenaga yang diarahkan dari bahagian hadapan.



### 2.4.3 Pemacu dan Komponen-Komponen Elektrik

- (i) Pemacu yang dipilih berbentuk oval. Kadaran kuasa 15 watt r.m.s. Galangan  $8\ \Omega$ . Saiz fizikal 7in x 4in, julat penuh (full-range) dan mempunyai dua kon (double-cone). Pembesar suara jenis julat penuh (full-range) berkeupayaan menghasilkan semula julat frekuensi audio.
- (ii) Terminal (2 pin push terminal)
- (iii) Kabel bersaiz 0.1mm (hitam, merah).

### 2.4.4 Kekuatan

Kekuatan adalah keupayaan bahan untuk menahan apabila daya dikenakan ke atasnya.

### 2.4.5 Ketumpatan

Ketumpatan sesuatu bahan ditakrifkan sebagai jisim per unit isipadu. Ini bermakna lebih tumpat sesuatu bahan itu maka jisimnya lebih berat. Contohnya papan lapis lebih berat dan tumpat berbanding papan partikel.

### 2.4.6 Rintangan Lesu

Ia adalah sifat di mana bahan berkebolehan untuk menahan daripada berubah bentuk apabila daya yang berterusan dikenakan ke atasnya.

### **2.4.7 Kekerasan**

Ditakrifkan sebagai kebolehrintangan bahan terhadap hakisan perudaraan, hakisan dan sukar dibentuk.

## **2.5 Pemilihan Bahan**

Dalam pemilihan bahan, beberapa faktor perlu diambilkira. Robert M. Glovioso (1974) mengklasifikasikan pemilihan bahan berdasarkan beberapa faktor iaitu:

- (i) jangka hayat
- (ii) mudah direkabentuk
- (iii) sifat-sifat fizikal menarik (nilai estetik)
- (iv) kesesuaian sifat-sifat mekanikal bahan
- (v) kos
- (vi) data-data kejuruteraannya

### **2.5.1 Jangka Hayat**

Ketahanan struktur atau sistem daripada hakisan, karat, makhluk perosak (tikus, gegat) cuaca, perubahan suhu dan sebagainya.

### **2.5.2 Mudah Direkabentuk**

Proses pemotongan bahan dan penyambungan. Prinsip merekabentuk kejuruteraan terhadap kebolehan direkabentuk diukur melalui keupayaan ia dikerjakan kepada bentuk akhir yang tepat dan kukuh.

### **2.5.3 Mempunyai Sifat Yang Menarik**

Nilai estetika, dari segi rupa, kesesuaian saiz dan rekabentuk.

### **2.5.4 Kesesuaian Sifat-Sifat Mekanikal Bahan**

Sesuai dengan rekabentuk dari segi ketahanan, kekuatan, kecekapan dan tahan lama. Dalam masa pembinaan kabinet pembesar suara ini faktor yang diambil kira ialah ketumpatan bahan, kebolehserapan, rintangan bahan dan tahan hakisan.

### **2.5.5 Keberkesanan Kos**

Kos yang murah tetapi menepati ciri-ciri rekabentuk, sebagai contoh timah, besi atau aluminium lebih tumpat, tetapi papan lapis digunakan kerana ia lebih murah dan ada ciri-ciri keselamatan (penebat arus elektrik).

## **BAB TIGA**

### **KAEDAH REKABENTUK**

#### **3.0 Pengenalan**

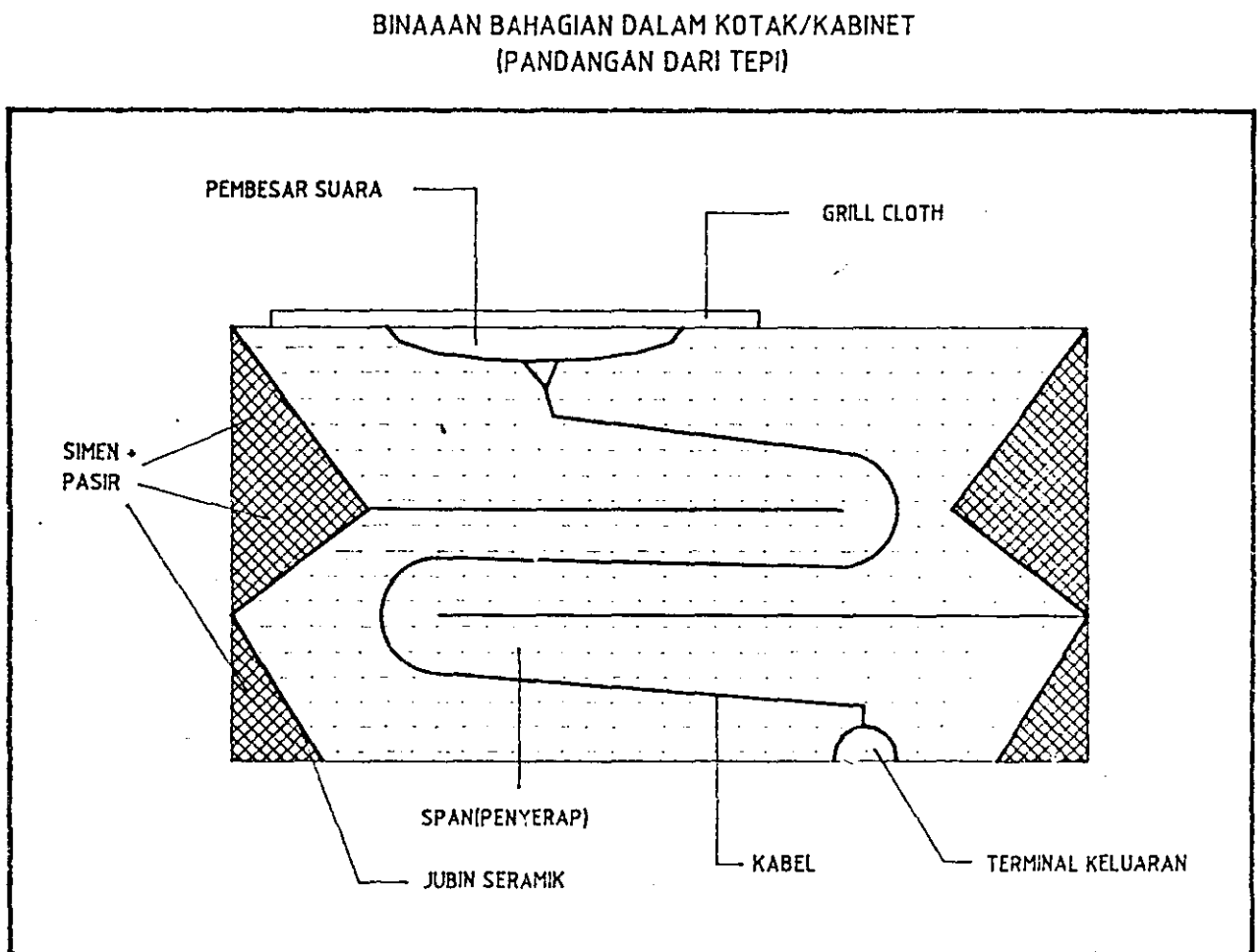
Dalam bahagian ini pereka akan menerangkan dengan terperinci bagaimana rekabentuk ini dihasilkan. Rekabentuk ini meliputi pengenalan kepada rekabentuk, konsep dan lukisan model, prinsip operasi, spesifikasi bahan, langkah-langkah merekabentuk model dan kos bahan yang digunakan.

#### **3.1 Pengenalan Rekabentuk**

Rekabentuk ini dinamakan pembesar suara talian penghantaran atau dipanggil juga labirin. Nama ini digunakan di mana frekuensi atau gelombang bunyi dihantar melalui laluan-laluan panjang untuk sampai ke pembesar suara. Fungsinya adalah sama seperti penghantaran gelombang bunyi melalui kabel sepaksi (co-axial) di mana frekuensi ini tidak boleh terpantul keluar dan balik semula ke pemacu. Tindakan ini berlaku kerana bahagian dalam kabinet ini dipenuhi dengan bahan penyerap bunyi. Kebaikannya juga ialah bahan penyerap yang tumpat boleh melengahkan kelajuan pergerakan frekuensi dan ini memberi kebaikan kepada frekuensi rendah.

### 3.2 Konsep dan Lukisan Rekabentuk

Pembinaan rekabentuk sistem pembesar suara talian penghantaran ini dibentuk berdasarkan teori bahawa ukuran panjang talian tidak boleh kurang dari 72 in. Pemacu yang digunakan hanyalah satu unit sahaja dan berjulat penuh.



Rajah 3.2 Rekabentuk Pembesar Suara Talian Penghantaran

### **3.3 Peralatan Dan Bahan**

#### **3.3.1 Bahan Buatan Kabinet adalah seperti di bawah**

- a) Papan lapis
- b) Jubin Seramik
- c) Bongkah Tigasegi
- d) Simen + Pasir (Konkrit)
- e) Paku
- f) Gam
- g) Skru
- h) Kain Grille
- i) Magic Tape
- j) Cat (putih dan coklat)
- k) Kertas Pasir
- l) Polyfiller

#### **3.3.2 Bahan Penyerap**

Bahan penyerap yang digunakan dalam rekabentuk ini ialah span.

#### **3.3.3 Bahagian Elektronik**

- (i) Pemacu yang dipilih ialah pembesar suara jenis julat penuh di mana ia berkebolehan mengeluarkan semula hampir semua julat frekuensi audio

dari 20Hz hingga 20kHz. Spesifikasi pemacu adalah seperti di bawah ini:-

- 1) Saiz 7" x 4"
  - 2) Kadaran kuasa 15 watt
  - 3) Bentuk - Oval
  - 4) Galangan - 8  $\Omega$
  - 5) Double-kon
- (ii) Terminal - 2 pin push-terminal
- (iii) Kabel - hitam/merah

### **3.4 Peralatan Pembinaan**

- a) Gergaji papan
- b) Tukul besi
- c) Pahat
- d) Berus cat
- e) Gergaji besi
- f) Gunting
- g) Pisau
- h) Pemutar skru
- i) Stapler
- j) Alat pemateri elektrik
- k) Mesin gerudi

- l) Gayung
- m) Sudip pembancuh simen
- n) Pemotong dawai

### **3.5 Proses Pembuatan**

#### **3.5.1 Peringkat Pertama**

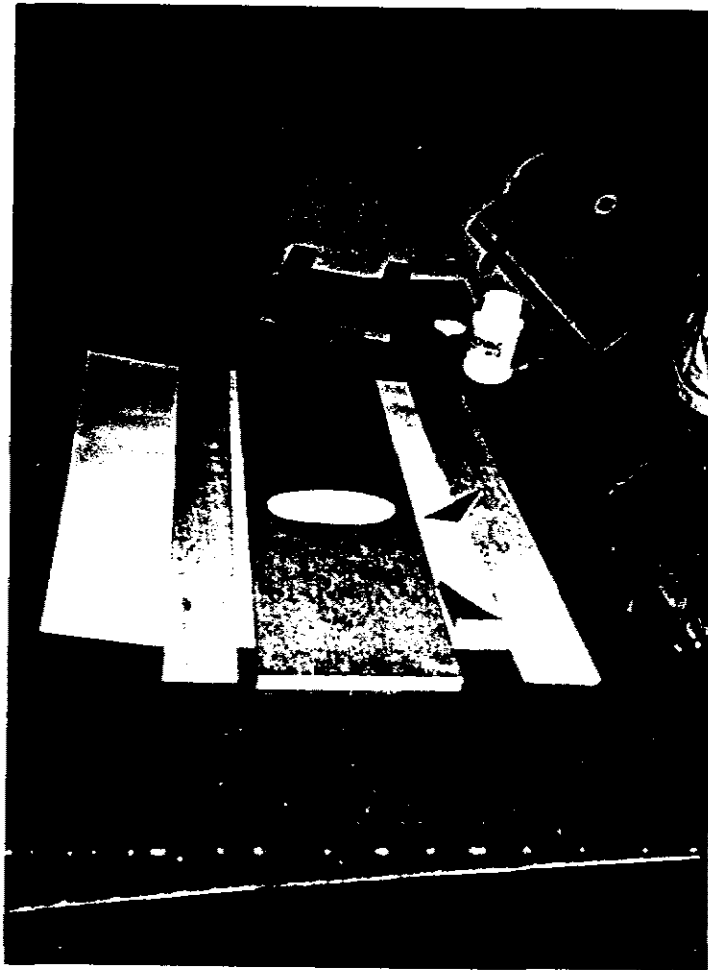
Rujuk gambarajah bahagian-bahagian potongan kayu papan lapis yang dilampirkan di bahagian belakang (lampiran 1). Potong bahagian-bahagian tersebut mengikut ukuran yang diberi. Untuk mendapatkan ketepatan ukuran, adalah lebih baik jika bahagian-bahagian ini dipotong dengan mesin pemotong papan/kayu. Ketebalan papan lapis hendaklah mengikut saiz yang dikehendaki supaya kualiti bunyi yang akan dihasilkan memuaskan. Ukur saiz pembesar suara dengan tepat sebelum membuat bulatan untuk lubang pembesar suara.

#### **3.5.2 Peringkat Kedua**

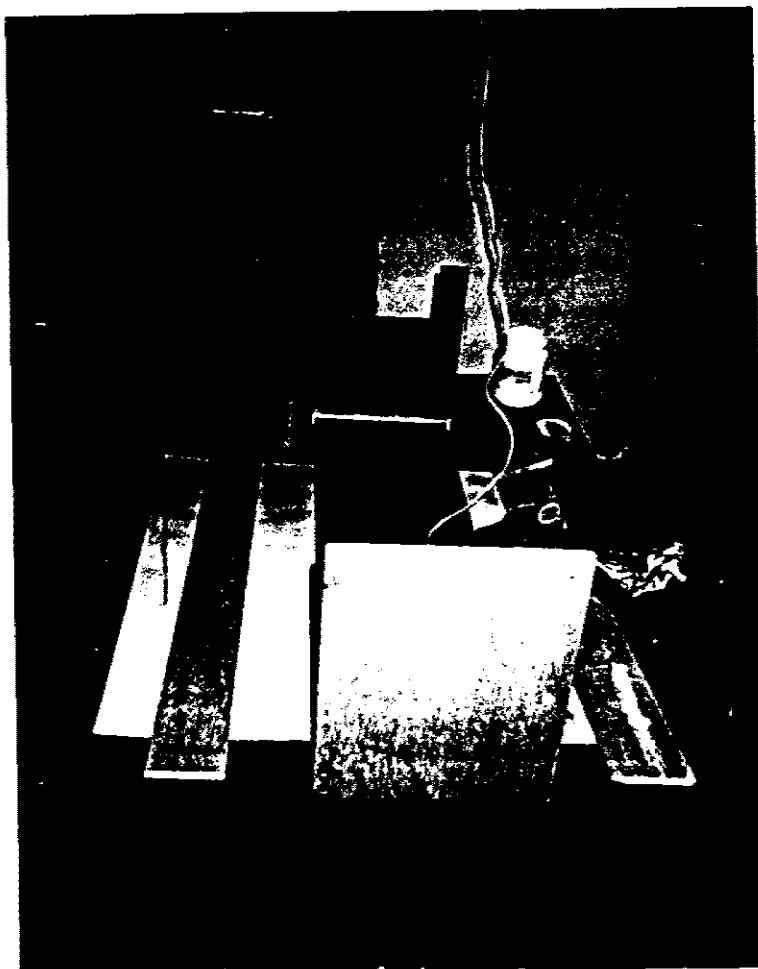
Mulakan dengan panel hadapan dengan membaringkan bahagian ini. Letakkan kayu untuk meninggikannya. Gamkan kedua-dua bahagian hujungnya dan sambungkan dengan bahagian atas dan bawah. (lihat gambar 1.8, 1.9 dan 1.10. Setelah gam kering, pakukan untuk mengukuhkan sambungan. Pasangkan kedua-dua bahagian tepi (tingkat pertama), gamkan kepada bahagian panel hadapan dan kedua-dua bahagian atas dan bawah. Pakukan setelah kering. Gamkan bongkah segitiga



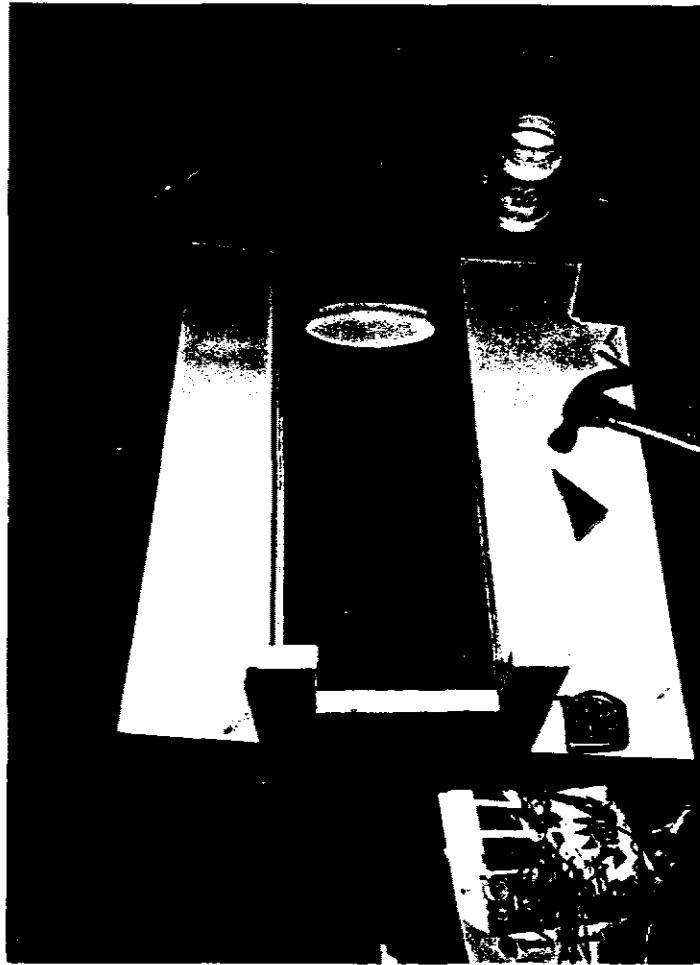
pada bahagian atas dan bawah panel untuk menyokong jubin seramik. Pakukan beberapa paku untuk memegang simen supaya lekat pada dinding.



**Rajah 1.8** Bahagian-bahagian asas lapisan pertama.



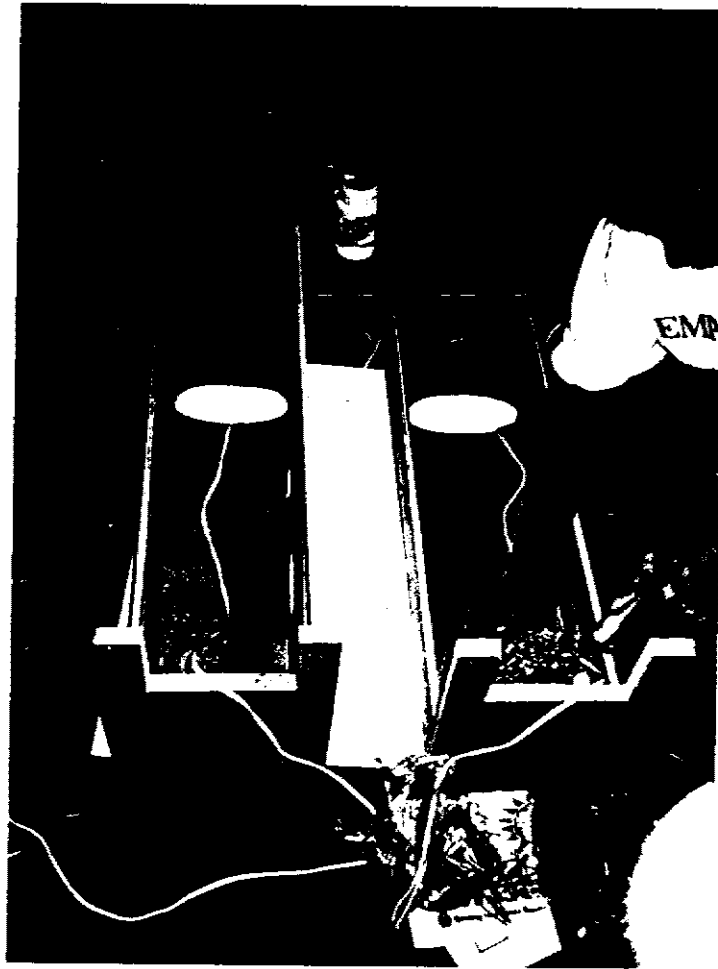
**Rajah 1.9** Penyambungan panel hadapan dan bahagian tepi dan atas.



**Rajah 1.10 Memasang jubin seramik dan kayu penyokong**

### **3.5.3 Peringkat Ketiga**

Bancuhkan simen dan pasir, masukkan pada bahagian dalam dan atas jubin seramik yang berpaku. Tunggu sehingga kering dan kemudian pasangkan 'baffles' di atasnya. Pasangkan kabel dari lubang pembesar suara dan keluarkan mengikut garisan penghantaran. (lihat rajah 1.11).



**Rajah 1.11 Memasukkan bancuhan simen pada jubin seramik**

#### **3.5.4 Peringkat Keempat**

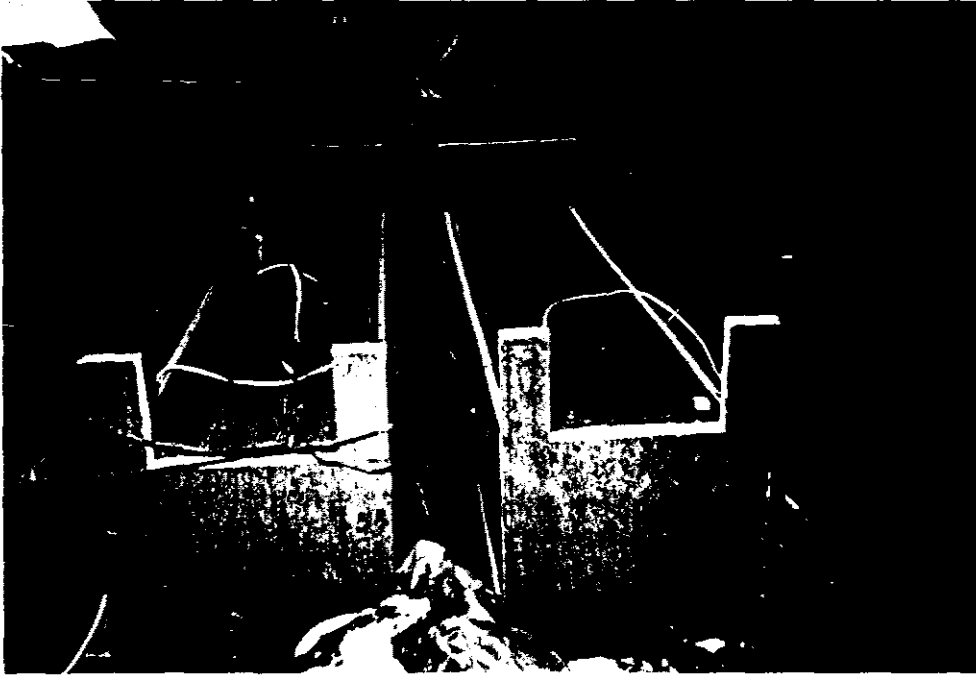
Pasangkan bahagian tepi tingkat kedua, gamkan kepada bahagian bawah dan atas. Pasang jubin seramik dan bungkah segitiga seperti langkah ketiga dan masukkan bancuhan simen. (lihat rajah 1.12). Pasangkan span di dalam dinding.



**Rajah 1.12** Masukkan span sebagai bahan penyerap

### **3.5.5 Peringkat Kelima**

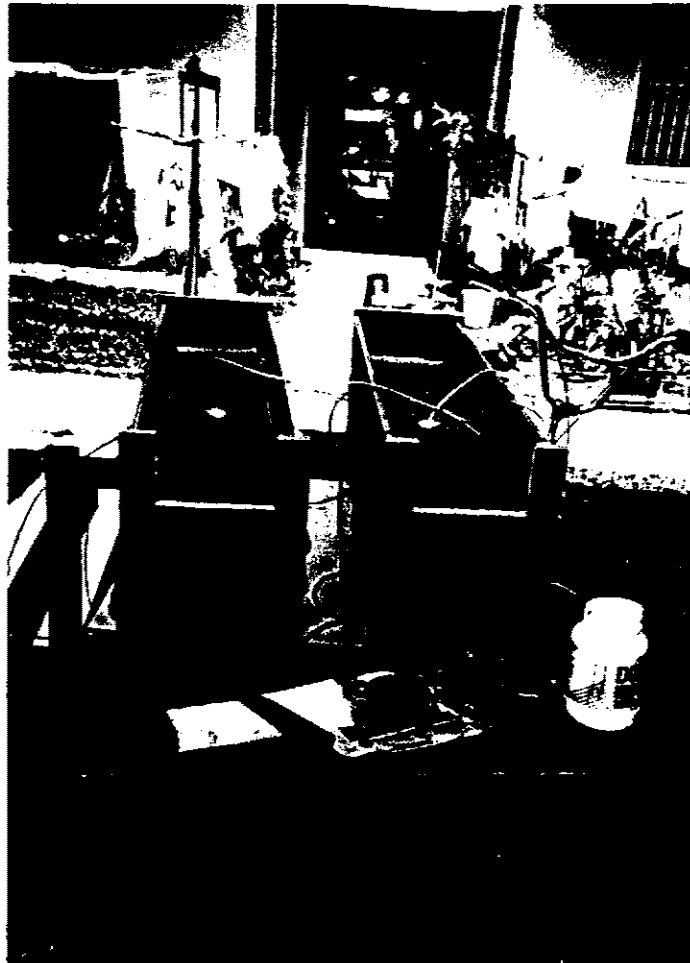
Pasangkan penyekat kedua dan gam serta pakukan. (lihat rajah 1.13) Ikat dengan dawai kabel supaya menguatkan konkrit yang belum kering. tunggu hingga simen kering.



**Rajah 1.13** Pembinaan tingkat ke-2

### **3.5.6 Peringkat Keenam**

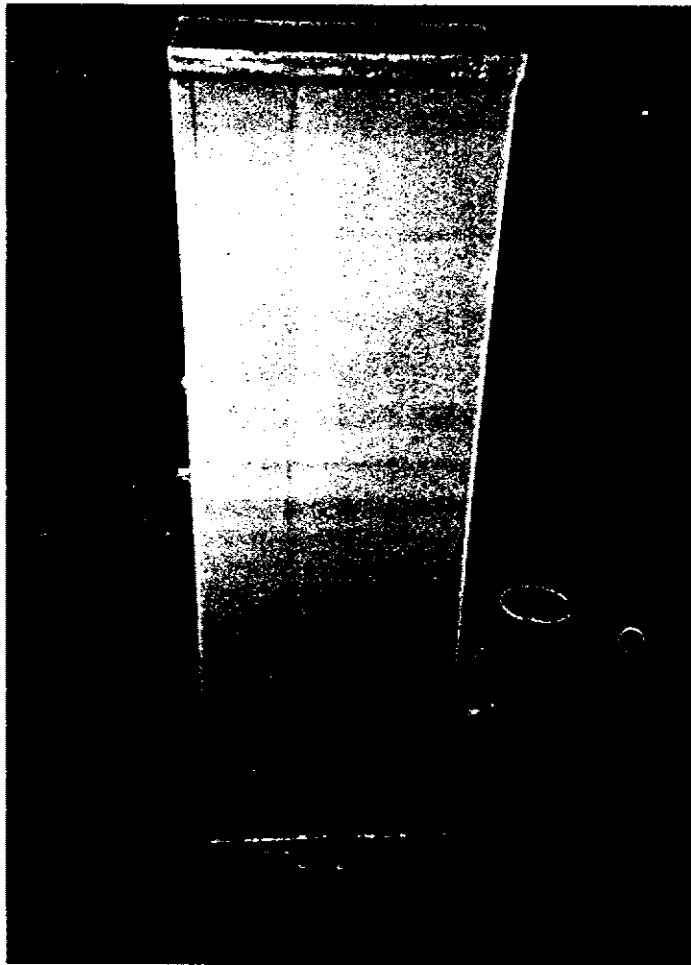
Ulangi langkah empat dan lima untuk tingkat ketiga. (lihat rajah 1.14)



**Rajah 1.14** Pembinaan tingkat ke-3

### **3.5.7 Peringkat Ketujuh**

Untuk mengelakkan kerengangan di antara penyambungan bahagian-bahagian, isikan/tampal dengan 'polyfiller'. Ini bertujuan mengelakkan gelombang bunyi keluar dari dinding tersebut. Kemaskan dengan menggosok permukaan tersebut sehingga licin dengan kertas pasir.



**Rajah 1.15 Proses Pengemaskinian**

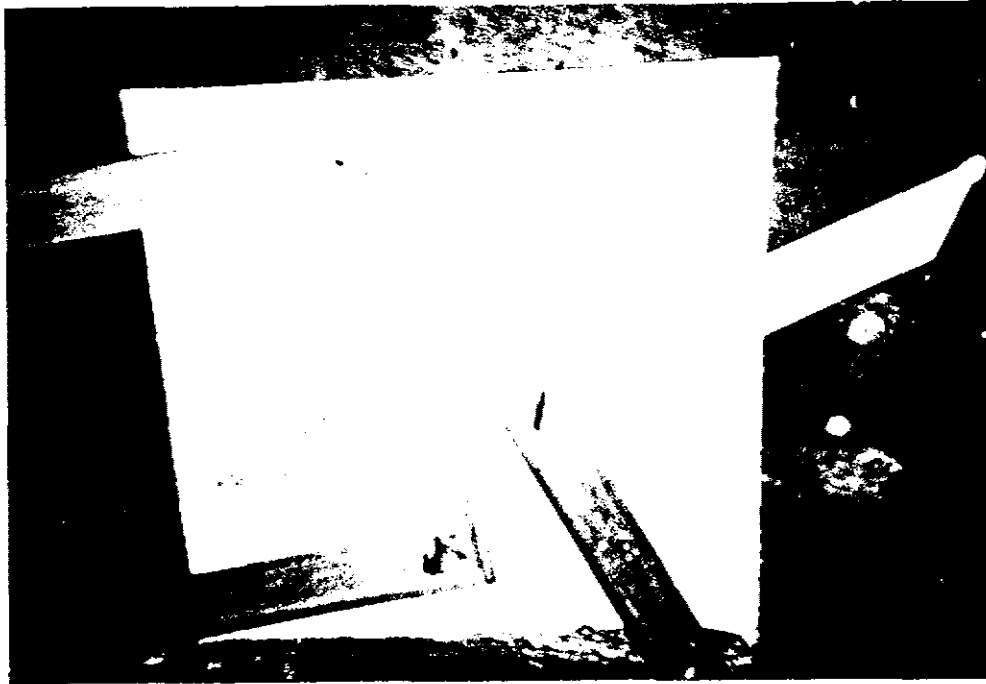
### **3.5.8 Peringkat Kelapan**

Pasangkan terminal dan pembesar suara. Paterikan kabel kepada terminal dan pembesar suara.

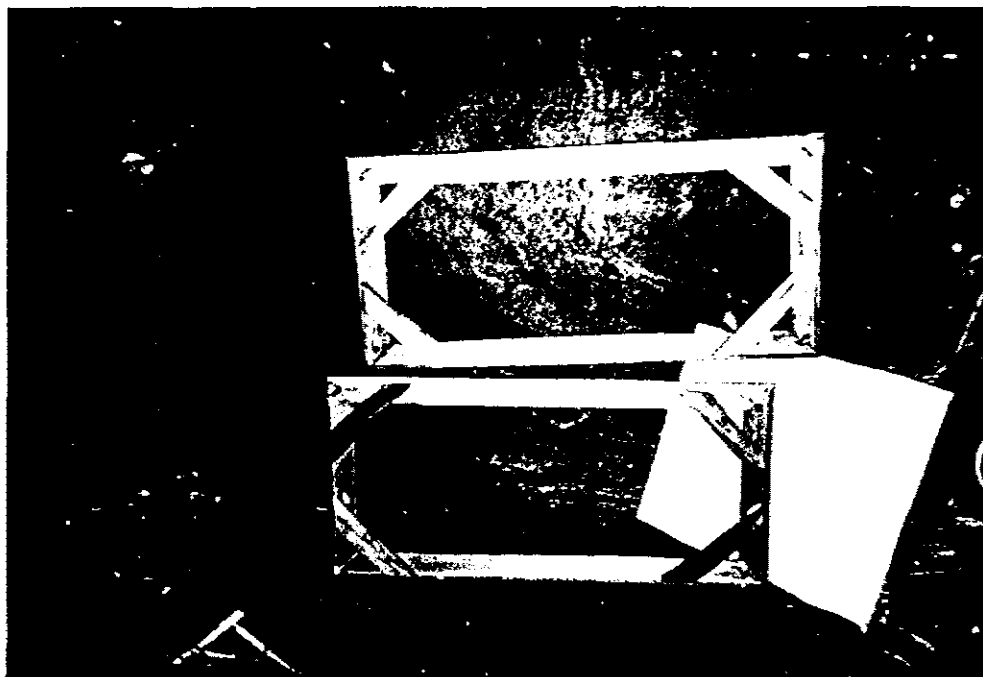


### 3.5.9 Peringkat Kesembilan

Untuk kemasan, pasang formika pada bahagian luar. Gunakan 'kain grill' untuk menutup bahagian hadapan pembesar suara. Pembesar suara ini sedia untuk diuji. Lihat rajah 1.16, 1.17 dan 1.18.



Rajah 1.16 Membuat bingkai pelindung pembesar suara



Rajah 1.17 2 pasang bingkai pelindung pembesar suara



Rajah 1.18 Memasang kain 'grille' pada bingkai

### 3.5.10 Model Sebenar Yang Telah Siap Dan Sedia Diuji



Rajah 1.19 Model yang telah siap

### 3.6 Kos Produk

Jadual di bawah menunjukkan harga bagi membina 2 buah model pembesar suaran jenis talian penghantaran (kiri dan kanan).

Kuantiti	Bahan	Harga (RM)
2	Pemacu/speaker	50.00
1 keping	Papan Lapis	95.00
2	Jubin Seramik	6.00
3 kg	Simen	5.00
5 kg	Pasir	2.00
100 g	Paku	2.00
1 botol	Gam	4.00
2	Terminal	4.00
1/2 meter	Kain Grill	4.00
1/2 meter	Magic Tape	1.50
2 meter	Formika	18.00
1 keping	Kertas Pasir	0.80
	<b>Jumlah Harga</b>	<b>192.30</b>

\* Harga bagi sebuah model  $\pm$  RM100.00.

### 3.7 Kesimpulan

Rekabentuk pembesar suara jenis talian penghantaran ini telah dibuat dengan menggabungkan konsep pembesar suara kotak tertutup dan kotak berlubang.

Rekabentuk ini telah dihasilkan dengan pertimbangan beberapa teori, faktor juga pengalaman dan pemerhatian penulis dan dijadikan panduan ketika merekabentuk

model ini sehingga siap. Rekabentuk ini akan dapat memenuhi objektif asal pembuatannya dan dapat menyelesaikan beberapa masalah seperti dinyatakan dalam permasalahan kajian.

Sepanjang proses merekabentuk model ini telah melalui beberapa prosedur yang telah dinyatakan dalam Bab 1 dan Bab 2. Prosedur kejuruteraan pula akan dikaji dalam Bab 4 dan seterusnya untuk membuat analisa kejuruteraan pada komponen-komponen dan struktur yang menyokong pembesar suara ini.

## **BAB EMPAT**

### **DAPATAN KAJIAN DAN ANALISA DATA**

#### **4.0 Pengenalan**

Di dalam pembesar suara, terdapat dua jenis pengukuran iaitu pengukuran objektif dan pengukuran subjektif. Pengukuran objektif adalah untuk mengenalpasti kesan pada kecekapan prestasi bagi dimensi yang berbeza, bahan-bahan atau komponen dan boleh dilukis dan ditulis secara spesifik. Pengukuran secara objektif dalam pembesar suara merangkumi:

- (a) Sambutan frekuensi axis
- (b) Karakteristik pengarah (rajah polar)
- (c) Herotan/Gangguan
- (d) Impedance/galangan

Pengukuran secara subjektif pula merangkumi ujian pendengaran di mana keadaan-keadaan fizikal tertentu dijelaskan, seperti standard, peranti pengukuran (pendengar) mestilah stabil dan nyata dan unit dan skala pengukuran mestilah disebarkan semasa membuat pengukuran subjektif akan melibatkan bilik pengujian (tempat ujian dilakukan, peralatan elektrik, alat-alat ujian dan pendengar).

## **4.1 Keadaan Semasa Pengukuran Dibuat**

Semasa membuat pengukuran, objektif, persekitaran juga harus diambilkira untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dan tepat.

### **4.1.1 Suhu**

Suhu memberi kesan pada kecekapan (performance) pembesar suara. Suhu normal bilik sepatutnya  $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$

### **4.1.2 Bilik Ujian**

Bilik ujian bagi pembesar suara harus dipentingkan kerana ruang-ruang dan bahan-bahan mempengaruhi mutu bunyi. Segala pengukuran dibuat di Makmal Akustik di Universiti Teknologi Malaysia, Johor. Makmal ini dilengkapi dengan bilik kedap bunyi untuk tujuan ujian bunyi. Bilik ini dikelilingi bahan penyerap bunyi dari bahan 'polyurethane foam' sepanjang 1/2 meter dan dipasang di sekeliling permukaan bilik.

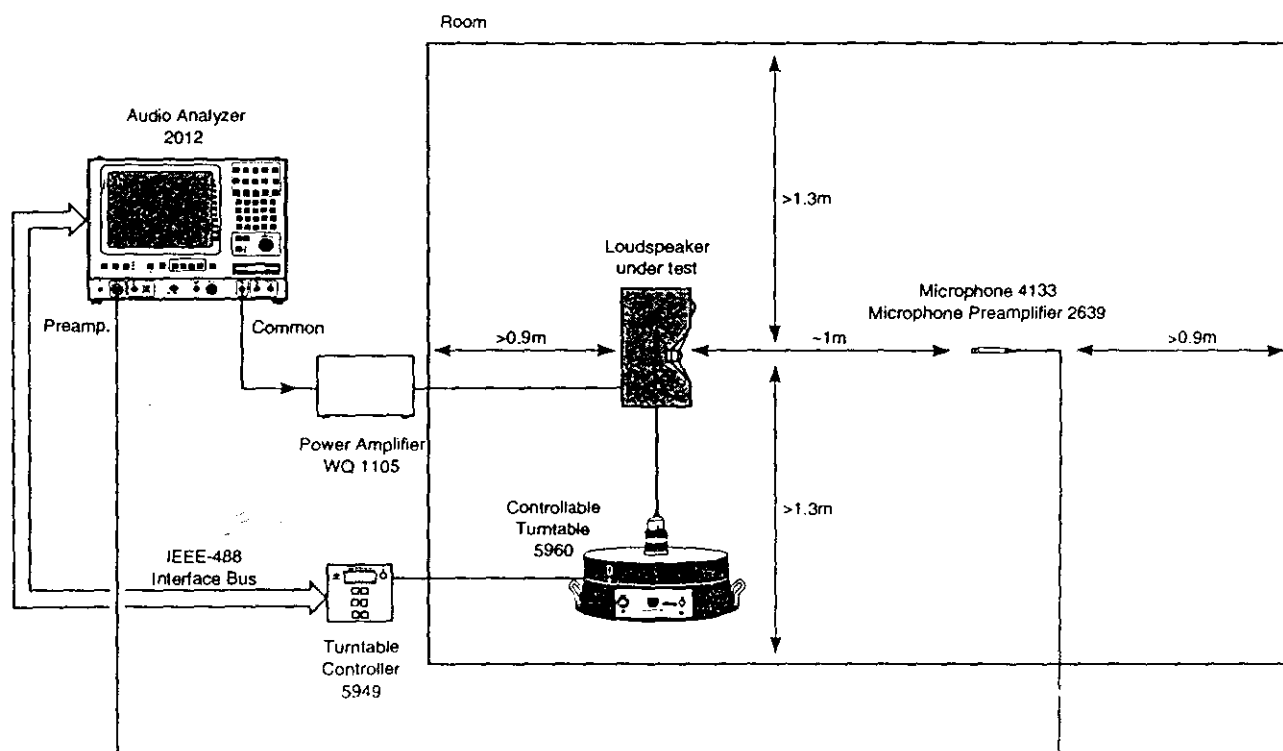
### **4.1.3 Peralatan**

Alat-alat ujian yang digunakan untuk pengujian ini terdiri dari:-

- (i) Turntable System - Type 9640 (Bruel & Kjaer)
- (ii) Remote Control - WB 1254 (Bruel & Kjaer)
- (iii) Penguat Kuasa (P.A): 60w

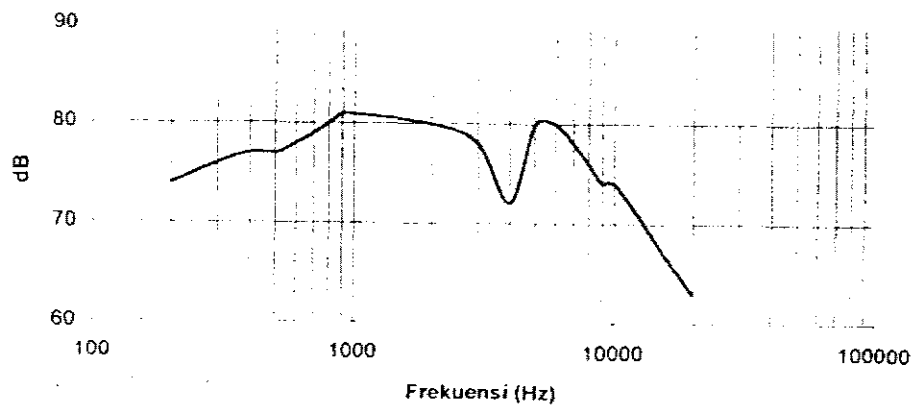
- (iv) Audio Analyzer - 2012 (Bruel & Kjaer)
- (v) Microphone/Pre-Amplifier 4132/2639
- (vi) Turntable Controller - 5949 (Bruel & Kjaer)
- (vii) Plotter
- (viii) PC

#### 4.2 Rajah Penyambungan Peralatan Ujikaji Bagi Sambutan Frekuensi, Pola Pengarahan dan Herotan



Rajah 1.20 Sambungan Peralatan Semasa Ujikaji

### 4.3 Keputusan Bagi Ujian Sambutan Frekuensi



**Rajah 1.21 Graf Sambutan Frekuensi**

Ujikaji untuk melihat sambutan frekuensi telah dibuat pada jarak 1 meter dari mikrofon pada On-Axis. Sambutan frekuensi digambarkan pada graf keluaran (dB) melawan frekuensi (Hz).

Sambutan frekuensi bagi sesebuah pembesar suara dilihat dari segi rata atau tidaknya sambutan tersebut. Sambutan frekuensi yang ideal adalah sama pada semua frekuensi audio (20Hz hingga 20KHz) frekuensi yang paling rendah hingga frekuensi yang paling tinggi. Tetapi secara praktikalnya, sambutan yang rata pada



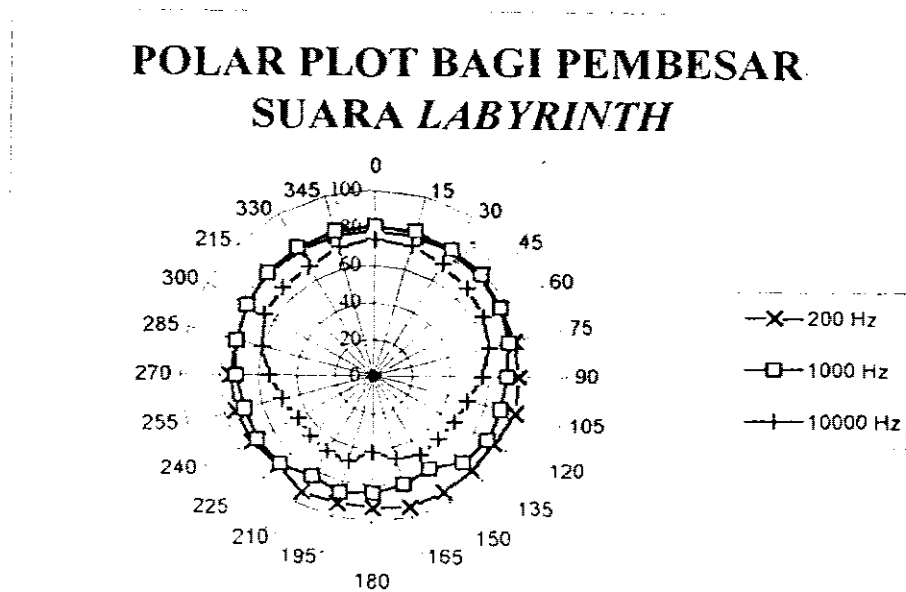
keseluruhannya tidak mungkin diperolehi tetapi sebaliknya terdapat sambutan yang berlengkung-lengkuk dan tahap kecuraman lengkung ini membezakan kualiti sambutan frekuensi yang dikeluarkan.

Dari ujikaji yang dijalankan ke atas pembesar suara labirin ini, didapati perbezaan antara nilai maksima dan nilai minima ialah 18dB. Nilai puncak maksima ialah pada 81dB dan nilai puncak minima ialah 63dB. Sambutan pada frekuensi rendah dari 200hz hingga 3KHz hampir rata tetapi terdapat kejatuhan puncak yang agak ketara pada frekuensi 4KHz dan rata semula pada frekuensi 5KHz, 6KHz dan 7KHz. Kejatuhan pada frekuensi sederhana 4KHz ini adalah disebabkan kelemahan hasil kerja (workmanship) dan juga kesan penyerapan bunyi oleh span yang tidak begitu berkesan. Kejatuhan pada puncak frekuensi tinggi sangat jelas iaitu bermula dari 8KHz hingga 20KHz. Kesan ini dapat didengar pada ujian bunyi (pengujian pendengaran) di mana pembesar suara talian penghantaran ini tidak begitu berupaya mengeluarkan bunyi-bunyi muzik yang bernada tinggi. Kesan kejatuhan pada frekuensi rendah (kurang dari 200Hz) boleh diperbaiki dengan memberikan peningkatan bass (bass boost) pada penguat. Peningkatan bass boleh mengawal kerataan lengkok sambutan sehingga 1KHz tanpa mengeluarkan bunyi yang 'boomy' (pecah).

Frekuensi yang digunakan berbeza mengikut kegunaan untuk sistem siaraya, jalur frekuensi yang biasa digunakan di antara 200Hz hingga 6Khz, jadi pembesar suara yang direka ini amat sesuai sekali digunakan untuk tujuan sistem siaraya. Untuk menjadikan rekabentuk ini sesuai untuk kegunaan muzik rendah dan tinggi misalnya sistem stereo di rumah, harus dipertimbangkan pemilihan pemacu yang lebih berkualiti

dan kadaran kuasa tinggi supaya kesemua julat frekuensi audio dapat didengar dengan jelas dan berkualiti.

#### 4.4 Keputusan Bagi Ujian Pola Penyerakan (Pola Plot)



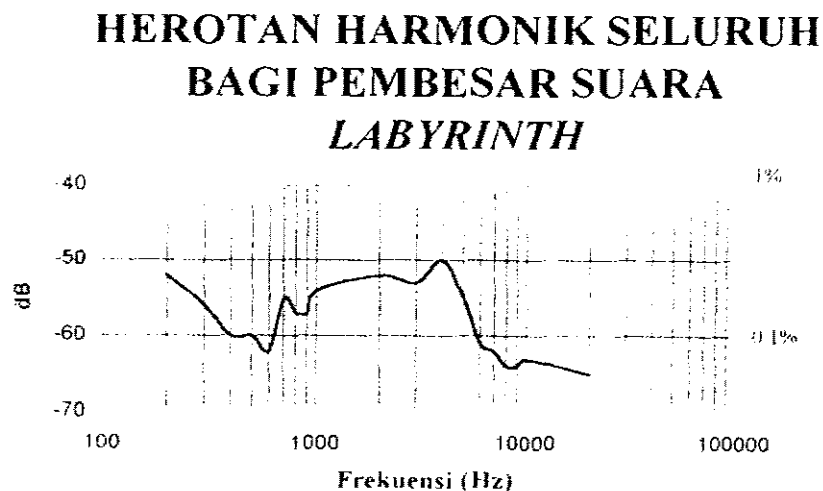
**Rajah 1.22 Polar Plot Bagi Pembesar Suara Talian Penghantaran**

Tujuan melakukan ujian pola penyeakan ialah untuk mengetahui di manakah kedudukan pembesar suara boleh diletakkan, sama ada di bahagian tengah, tepi, depan atau belakang sesuatu ruang. Jika pola penyerakan sekata, ini bermakna pendengar boleh mendengar bunyi dari semua arah. Untuk tujuan ini, ujian dilakukan ke atas 3 frekuensi utama ialah rendah (200Hz), pertengahan (1 KHz) dan tinggi (10 KHz)

dengan meletakkan mikrofon 1 meter dari pembesar suara. Hasilnya ditunjukkan dalam graf pola penyerakan pada rajah 1.22.

Dari keputusan ujikaji didapati pembesar suada talian penghantaran ini mempunyai nilai tekanan bunyi yang agak sekata di man anilai SPL pada bahagian hadapan ialah 80dB pada frekuensi 200Hz dan 1 KHz, dan menurun sedikit kepada 70dB di bahagian tepi. Pada bahagian belakang pula nilai SPL 70dB pada frekuensi 200Hz dan 1 KHz dan 60dB pada frekuensi 1 KHz. Pada frekuensi 10KHz, nilai SPL di bahagian hadapan ialah 70dB dan berkurangan pada bahagian tepi ke bahagian belakang kepada 50dB. Hasil ujian suara ini sangat sesuai digunakan di kawasan seperti dewan ceramah, surau dan sebagainya di mana penonton yang menjadi sasaran ialah di bahagian hadapan. Walau bagaimanapun pendengar di bahagian belakang masih boleh mendengar bunyi tetapi tidak sejelas bahagian hadapan.

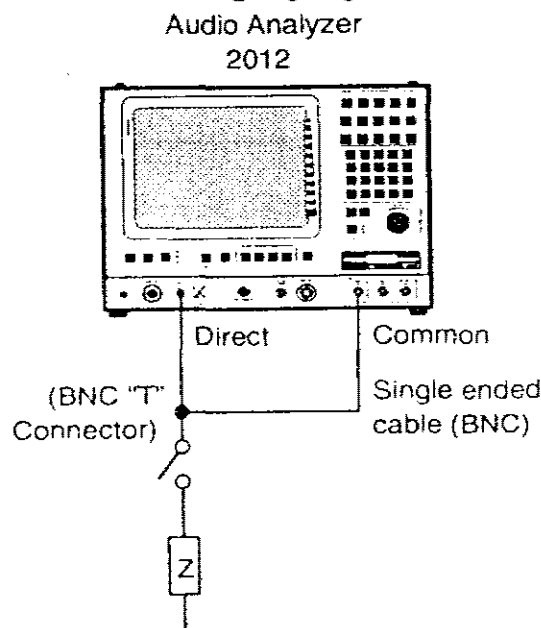
#### 4.5 Keputusan Bagi Ujian Herotan (Distortion)



**Rajah 1.23 Herotan Bagi Pembesar Suara Talian Penghantaran**

Pada umumnya pembesar suara yang mempunyai peratus THD (Total Harmonic Distortion) yang kurang dari 10% adalah dikira baik. Graf sambutan Herotan Harmonik Seluruh (THD) ditunjukkan seperti rajah 1.23. Hasil dari ujikaji ini menunjukkan binaan pembesar suara talian penghantaran ini mempunyai kesan herotan yang sangat rendah iaitu pada frekuensi 1KHz hanya 0.2% pada nilai -54dB. Semasa pengujian pendengaran yang dilakukan oleh juruteknik-juruteknik Pengarah Kerja (Unit Elektrik) iaitu En. Hisyam (TA) dan En. Jasmi Mustabin yang berpengalaman di dalam bidang siaraya di UTM, seperti menyediakan sistem siaraya semasa Majlis Konvokesyen di UTM, atau majlis-majlis rasmi di Dewan Sultan Iskandar, di mana mereka mendapati hasil bunyi (ujian suara) yang dilakukan ke atas rekabentuk ini di Dewan Sultan Iskandar, tidak terdapat kesan herotan seperti bunyi 'hamming', 'echo' dan sebagainya. Ini menunjukkan rekabentuk ini sesuai dan baik dan perlu diperkembangkan lagi di masa akan datang.

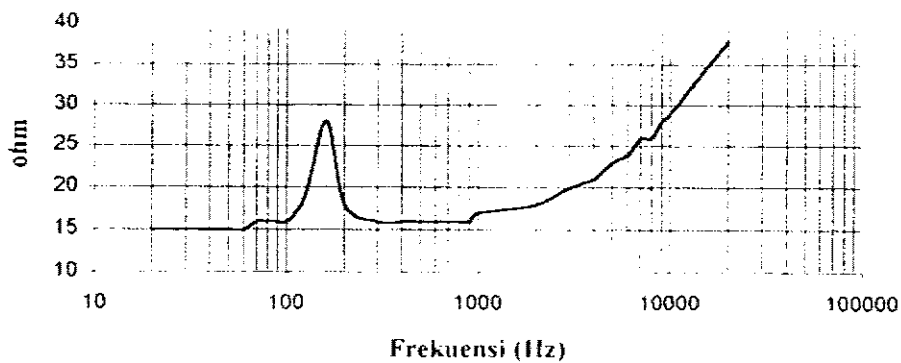
#### 4.6 Pemasangan Peralatan Bagi Ujikaji Ke Atas Galangan



Rajah 1.24: Alatan Bagi Ujian Galangan

#### 4.7 Keputusan Bagi Ujian Galangan

### GALANGAN BAGI PEMBESAR SUARA *LABYRINTH*



Rajah 1.25 Graf Sambutan Galangan

Nilai galangan akan berubah dengan frekuensi. Biasanya pada satu frekuensi tertentu terdapat nilai peak iaitu pada frekuensi salur. Nilai galangan yang terdapat pada spesifikasi pembesar suara biasanya diambil pada frekuensi 1 KHz dan nilai yang biasa digunakan ialah  $16\Omega$ ,  $8\Omega$  dan  $4\Omega$ .

Graf galangan hasil dari ujikaji bagi pembesar suara talian penghantaran ditunjukkan dalam rajah 1.25. Hasil ujikaji, mendapati, nilai galangan bagi pembesar suara ini pada frekuensi 1 KHz ialah  $17\Omega$  dan frekuensi salur berlaku pada 160 KHz.

Ketiadaan perbezaan puncak yang kerap, tidak berlaku anjakan (exersion) kon yang terlalu banyak (excessive) pada mana-mana frekuensi. Peningkatan bass boleh dibuat tanpa bimbang pemacu akan rosak dan hasilnya kadaran kuasa pemacu yang rendah yang digunakan dalam rekabentuk ini masih boleh bertahan. Pada hujung frekuensi tinggi kenaikan lengkok galangan secara cepat hampir  $40\Omega$  pada frekuensi 20 KHz. Ini bukan disebabkan kesan frekuensi tinggi tetapi boleh dinyatakan dengan formula di bawah ini:

$$Z = R + jx$$

di mana  $Z$  = nilai galangan

$R$  = rintangan

$jx$  =  $2\pi f$

$f$  = frekuensi

jadi apabila  $jx$  ( $2\pi f$ ) iaitu frekuensi semakin tinggi, maka nilai  $Z$  (galangan juga semakin tinggi. Ini menunjukkan kurang kuasa diambil/digunakan dari penguat pada frekuensi ini. Memandangkan gangguan dalam penguat selalunya berkurang dengan pertambahan galangan beban, tidaka da masalah akan berlaku apabila galangan antara pembesar suara dan penguat berpadanan (matching).

#### **4.8 Penutup**

Kesimpulan dari ujikaji yang dilakukan ke atas rekabentuk ini, pereka mendapati ianya boleh ditingkatkan lagi prestasinya dengan melakukan beberapa ubahsuai. Cadangan-cadangan tersebut diperjelaskan di dalam Bab 5. Pereka berpuashati dengan hasil yang diperolehi dengan penggunaan pemacu yang dipilih dan bahan yang digunakan.

## **BAB LIMA**

### **KESIMPULAN DAN CADANGAN**

#### **5.0 Pengenalan**

Pada keseluruhannya, rekabentuk ini telah mencapai objektif asal projek ini. Keputusannya menunjukkan pembesar suara jenis talian penghantaran ini dapat mencapai sambutan frekuensi yang hampir rata pada keseluruhan julat dari 20Hz hingga 10kHz. Kualiti bunyi yang dihasilkan juga memuaskan jika dibandingkan dengan kos produk yang telah dikeluarkan.

Pemadanan galangan juga serasi antara penguat dan pembesar suara kerana tiada masalah perbezaan puncak yang nyata pada pertambahan frekuensi, kecuali pada frekuensi tinggi. Pengawalan bass pada penguat juga dapat memberi kesan bass pada keluaran pembesar suara, walaupun terdapat ketidakrataan pada frekuensi rendah.

#### **5.1 Cadangan Pembaikan**

Untuk meneruskan projek ini di masa akan datang, saranan-saranan di bawah patut dipertimbangkan oleh pereka yang lain yang ingin mendapatkan hasil yang lebih baik lagi. Perkara-perkara yang harus diambilkira adalah seperti disenaraikan di bawah ini:



### **5.1.1 Penggunaan Bahan Kabinet Yang Lebih Ringan dan Padat**

Pereka menggunakan papan lapis sepenuhnya sebagai kabinet pembesar suara. Adalah dicadangkan penggunaan MDF board (medium density fibre-board) di masa akan datang kerana ketumpatan bahan ini lebih baik dari ketumpatan papan lapis dan permukaannya adalah rata dan licin, senang untuk membuat kemaskini.

### **5.1.2 Pemacu/Speaker**

Pemacu yang digunakan di dalam rekabentuk ini mempunyai kadaran kuasa yang rendah, 15 watt sahaja. Walaupun begitu bunyi yang dihasilkan di luar jangkaan dan sangat memuaskan. Pereka berpendapat jika di masa akan datang, jika digunakan pemacu yang lebih baik spesifikasinya (pemacu berkualiti tinggi) kadaran kuasa dalam 100 watt r.m.s., sudah pasti hasilnya akan lebih membanggakan. Kejatuhan sambutan frekuensi tinggi di mana pereka dapati ianya tidak dapat dikeluarkan sepenuhnya, dapat diatasi dengan penggunaan unit tweeter dan rangkaian melintas (cross-over network).

### **5.1.3 Bahan Penyerap Bunyi**

Melalui ujian yang dilakukan, didapati span mempunyai kecekapan penyerapan yang rendah, jadi adalah dicadangkan penggunaan serabut kaca (fibre-glass) sebagai bahan penyerap bunyi dan jika menggunakan serabut kaca (fibre-glass) perlu difikirkan ciri-ciri keselamatan pada bahagian yang terbuka di bahagian bawah supaya serabut kaca tidak meninggalkan kesan-kesan negatif kepada pengguna.

### **5.3 Cadangan Masa Hadapan**

Pembesar suara talian penghantaran ini seseuai digunakan untuk kawasan yang luas seperti dewan, surau atau masjid. Memandangkan pada kebiasaannya, kita mendapati masalah penyambungan kabel yang berserabut dan selalu mendatangkan masalah gangguan pada bunyi, fasa kedua rekabentuk ini ialah membina satu sistem pembesar suara tanpa kabel di mana litar penguat dan penerima dipasang di dalam binaan kotak pembesar suara. Pada bahagian pertama pula dibina litar pemancar dan mikrofon. Jadi isyarat suara dari mikrofon tidak perlu disambung dengan kabel ke pembesar suara tetapi melalui pancaran frekuensi sahaja.

### **5.4 Penutup**

Pereka merasa yakin rekabentuk pembesar suara talian penghantaran ini dapat membantu penggemar-penggemar alat muzik untuk mendapat satu pilihan rekabentuk yang murah kos pembinaannya dan kualiti bunyi yang dihasilkan pula berpatutan.

Selain daripada itu, pembesar suara jenis ini sesuai digunakan untuk masjid-masjid kerana ianya berbentuk kolom (tinggi) dan separas dengan telinga pendengar (tempat-tempat awam seperti surau, dewan juga sesuai kerana jarak jangkauan bunyi agak jauh).

Akhirnya, pereka bersyukur ke hadrat Allah s.w.t. dengan izinNya rekabentuk ini dapat disiapkan dan diharap dapat memberi manfaat pada semua yang menggunakannya.

## RUJUKAN

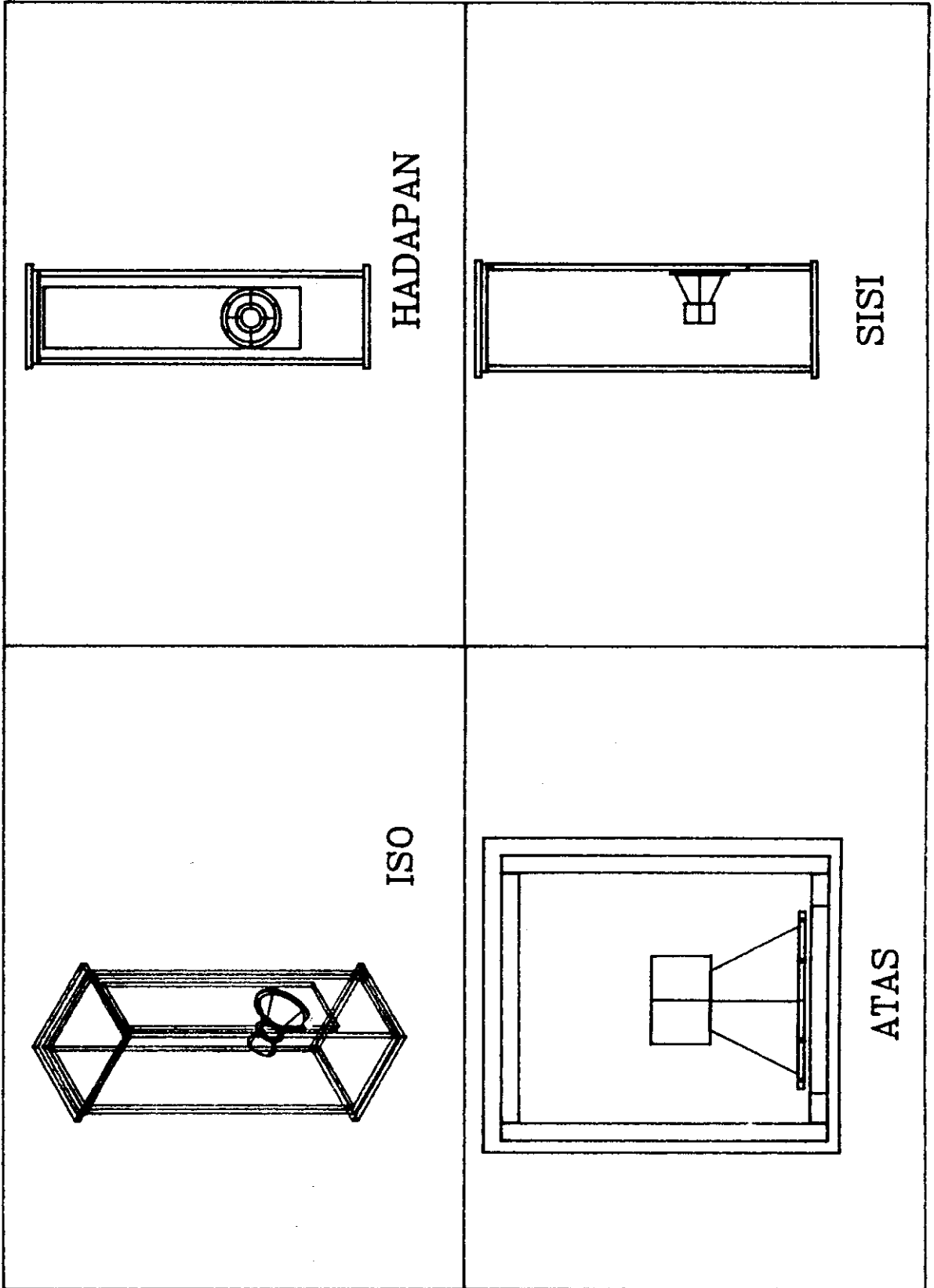
- Adnan (1996). Workshop Elektronik (Latihan Nota Asas). Jabatan Elektronik  
Fakulti Kejuruteraan Elektrik. Universiti Teknologi Malaysia, Skudai.
- Aziz Hj. Nain (1995). Proses Perekaan Projek Reka Cipta. PPK Kementerian  
Pendidikan Malaysia, Kuala Lumpur.
- Briggs, G.A. Loudspeakers, Wharfedale Wireless Works United (1948 - 1st Edition).
- Colloms, Martin. High Performance Loudspeakers, Printech Press, London (1978).
- Earl, John. How to Choose and Use Pickups and Low Speakers. Fountain Press:  
London (1973).
- Gayford, M.L. STC Monograph, Electroacoustics Microphones, Earphones and  
Loud Speakers. London Newnes - Butterworths (1970).
- Gloves, Ivon D. Jr. Acoustic Transducers. Hutchison Ross Publishing Corp. (1981).
- Graff, Rudolf F. and William Sheets. Video, Stereo and Optoelectronics, TAB  
Books, 1990.
- Greenless, A.E. The Amplification Distribution of SOUND, Chapman and Hall Ltd  
(1954).
- King, Gordon J. The Audio Handbook. London Newnes - Butterworths (1975).

Olson, Harry F. (E.E, PH.D). Elements of Acoustical Engineering. D. Van Nostrand Company Inc. (1947).

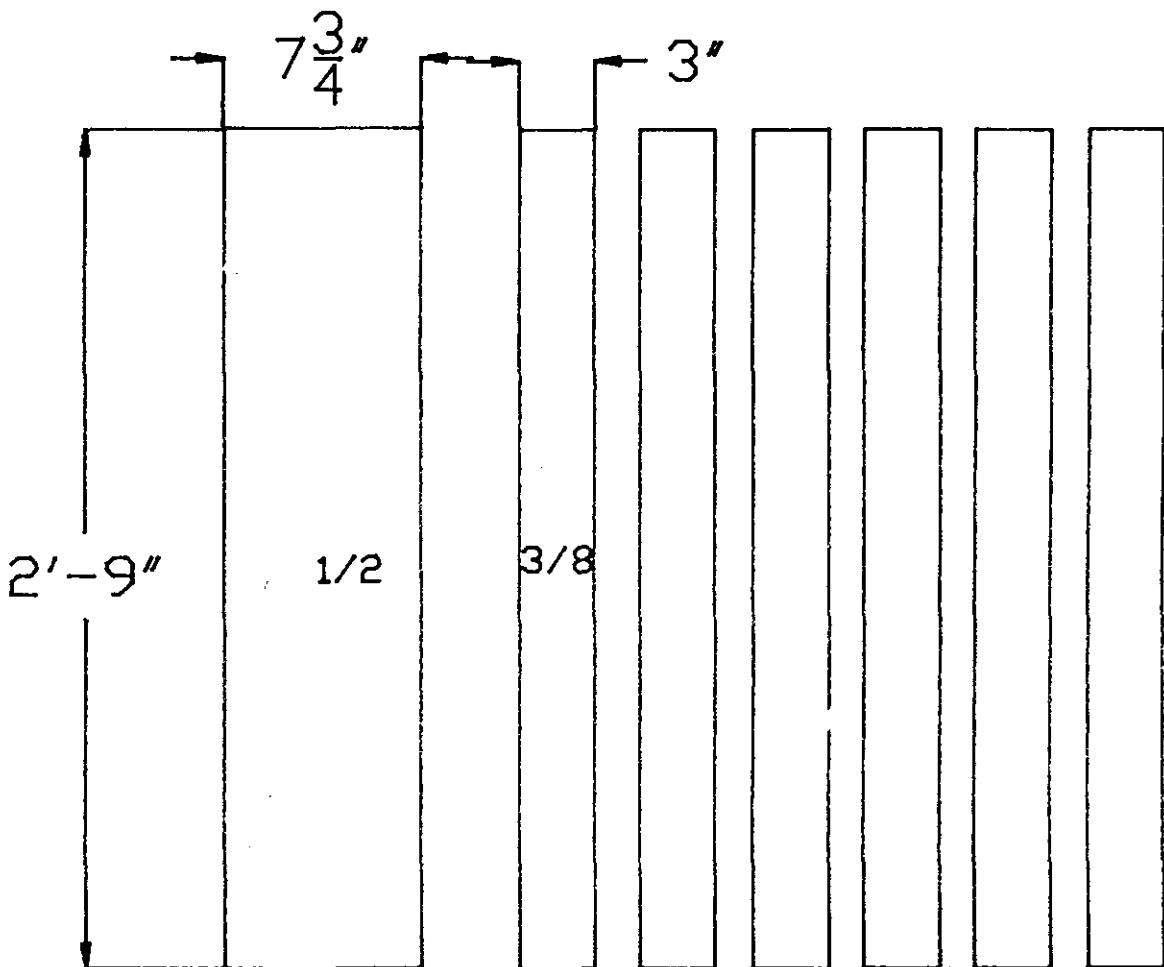
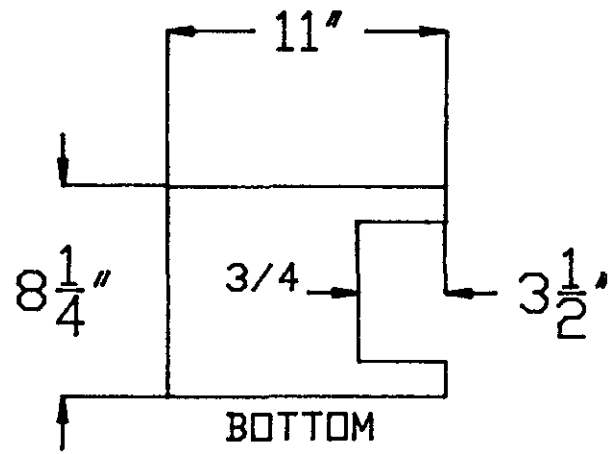
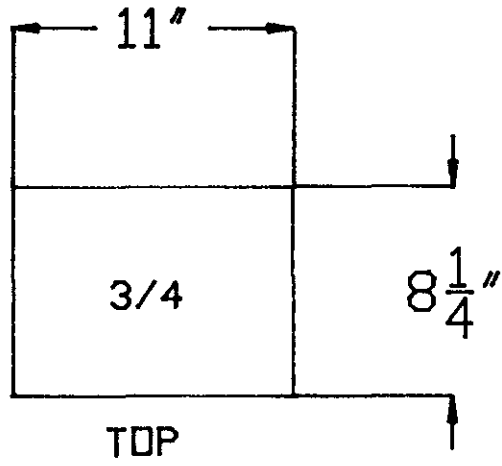
Rossi, Mario. Acoustic and Electroacoustic, Avtech House (1988).

Weems, David B. Great Sound Stereo Speakers Manual (Wire Projects). TAB Books Blue Ridge Summit, PA.

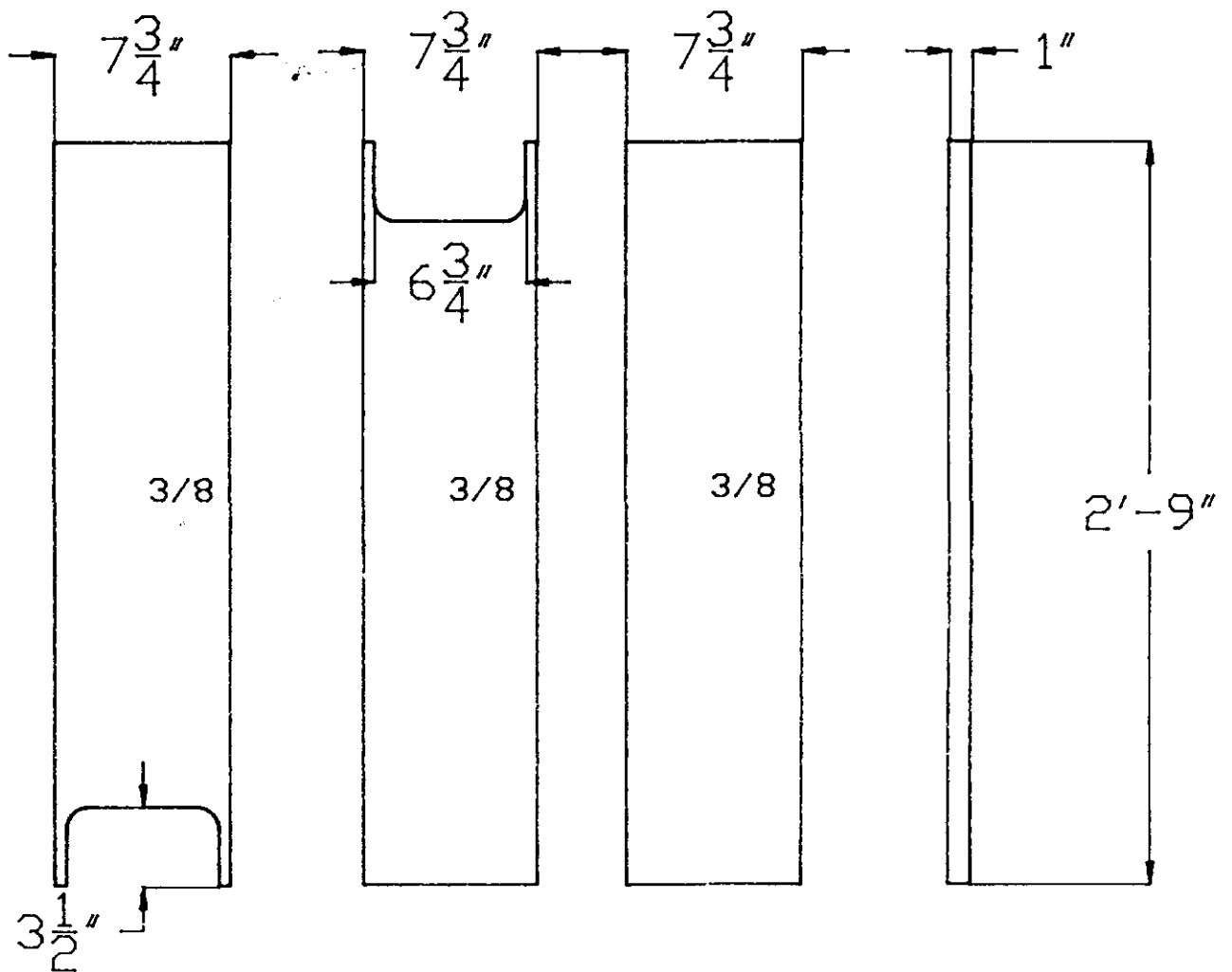
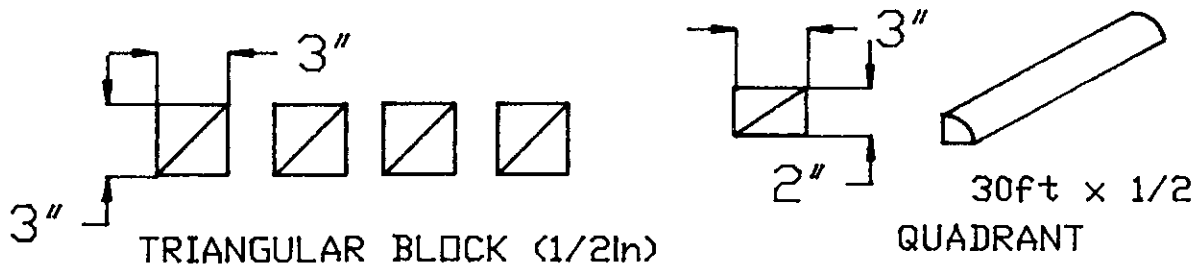
PANDANGAN – PANDANGAN ISO, HADAPAN, ATAS DAN SISI



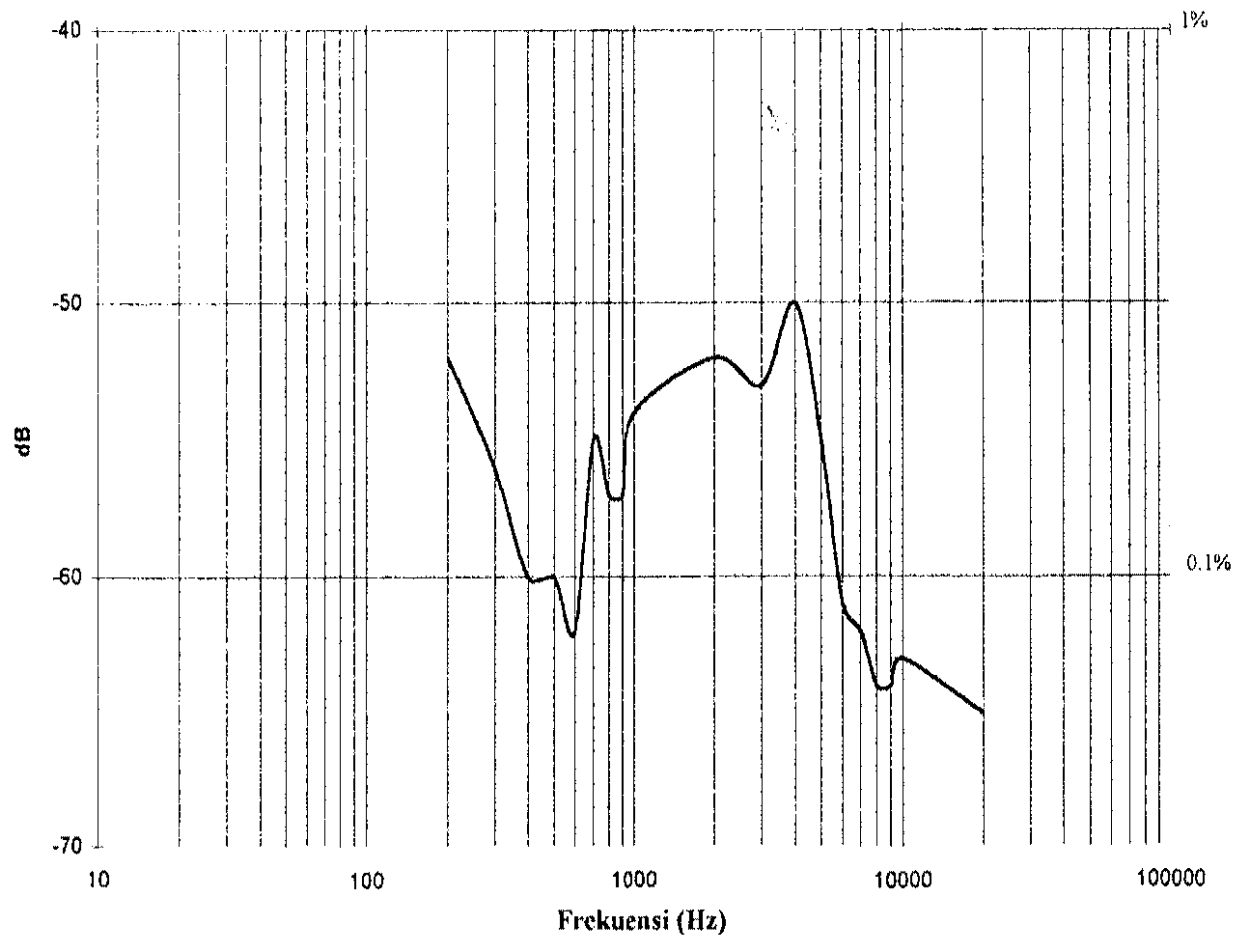
Lampiran 2



Lampiran 3

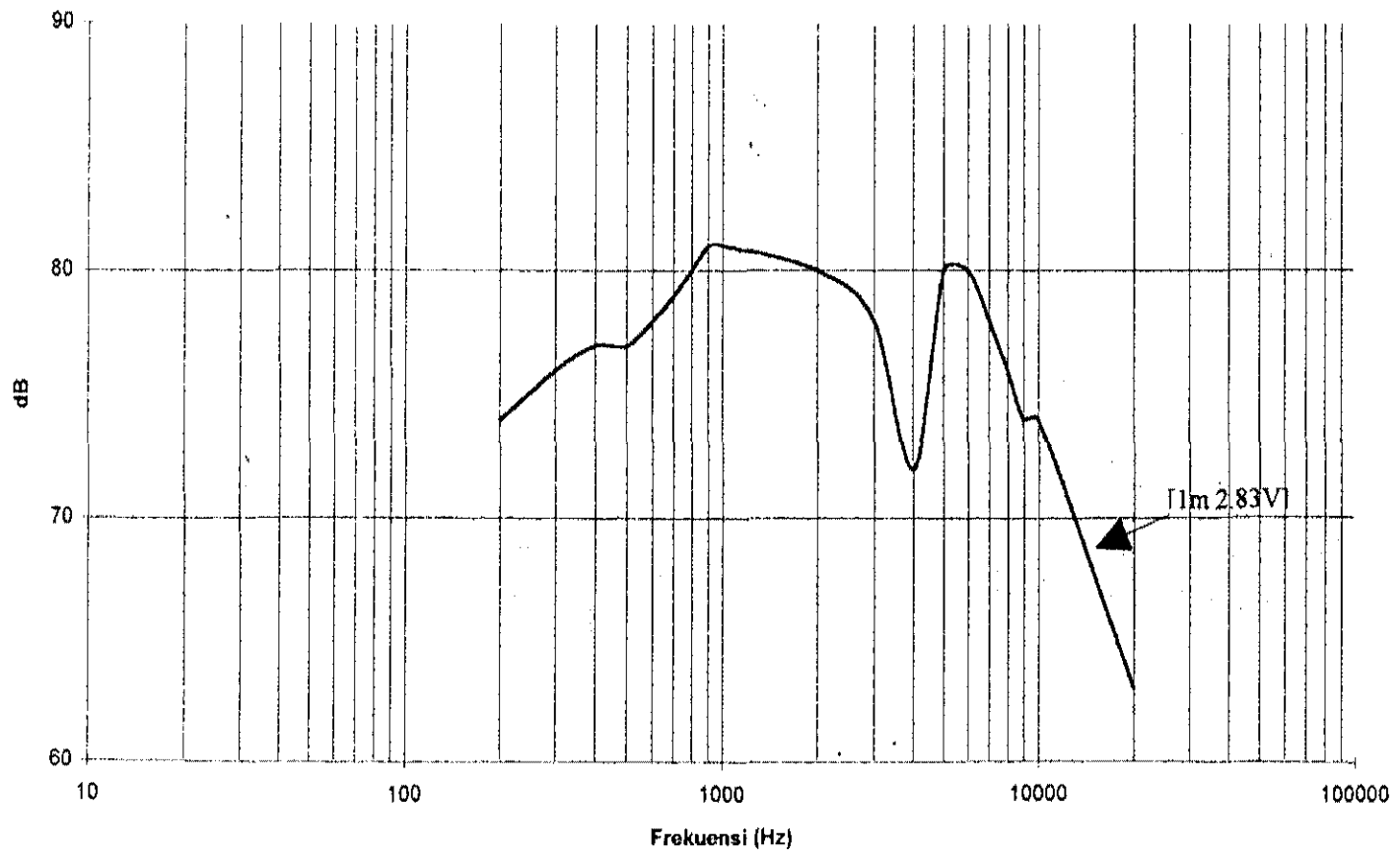


## HEROTAN HARMONIK SELURUH BAGI PEMBESAR SUARA 'LABYRINTH'

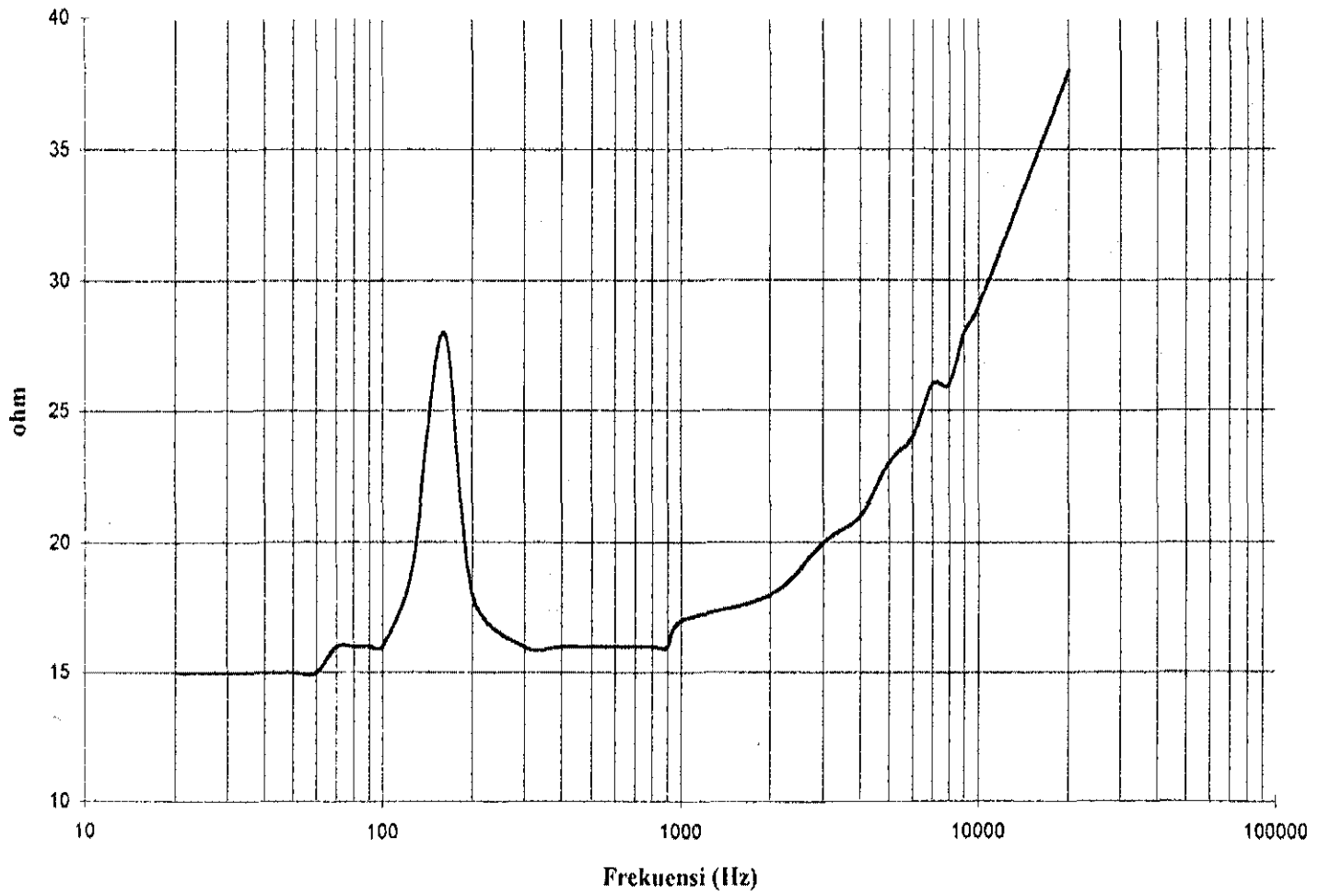




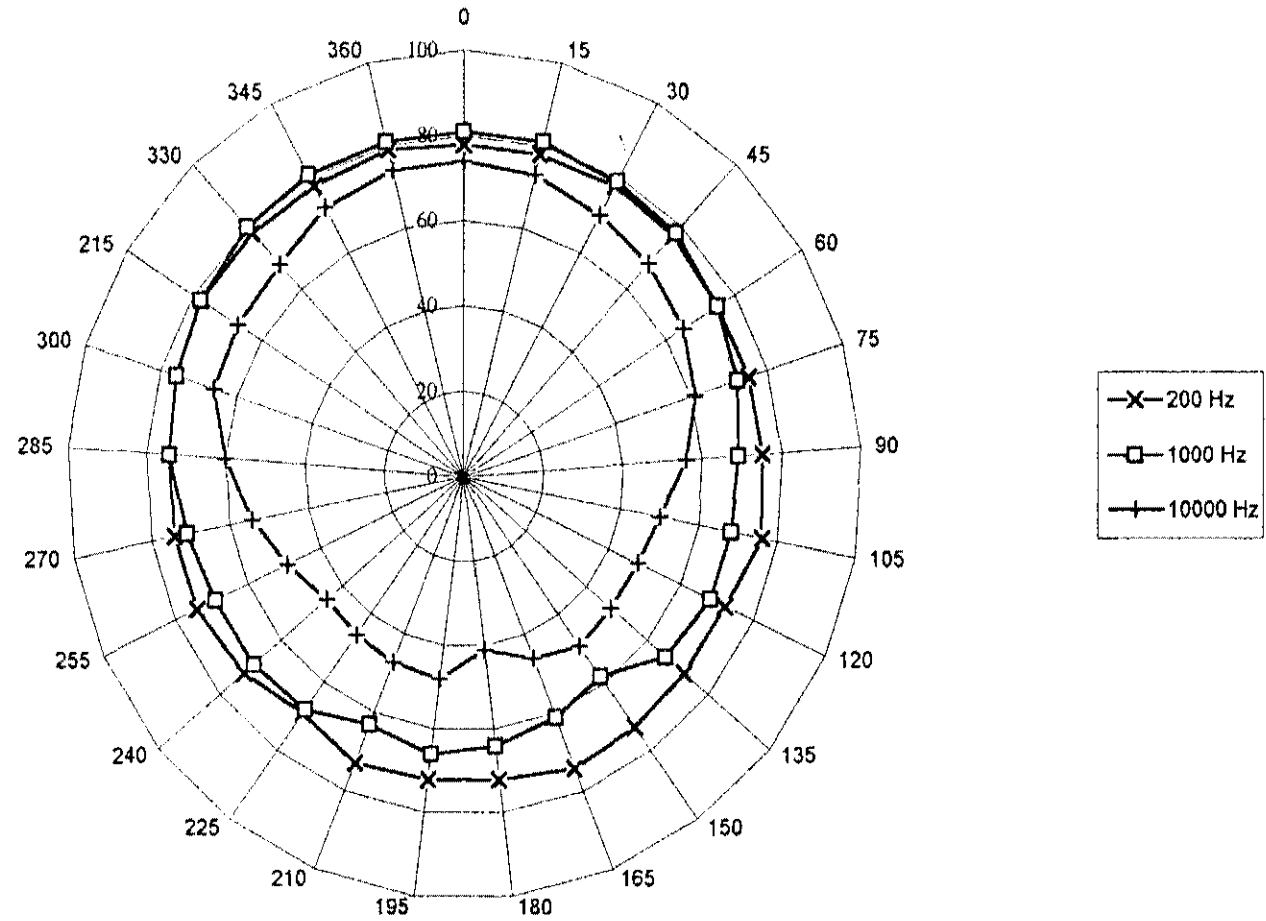
## SAMBUTAN FREKUENSI BAGI PEMBESAR SUARA 'LABYRINTH'



# GALANGAN BAGI PEMBESAR SUARA 'LABYRINTH'



# POLAR PLOT BAGI PEMBESAR SUARA 'LABYRINTH'



BINAAAN BAHAGIAN DALAM KOTAK/KABINET  
(PANDANGAN DARI TEPI)

