

## UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

**BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS\***

**JUDUL : KAJIAN TERHADAP "MEREKABENTUK DAN  
MENGHASILKAN PROROTAIP SISTEM PEMBESAR  
SUARA DENGAN PERISIAN KOMPUTER"**

**SESI PENGAJIAN : 1997/98**

Saya

**MOHD RASYID BIN HUSSIN**

(HURUF BESAR)

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

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

SULIT

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

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap: **135, LORONG 5, DESA**

**EN SHAIKH NASIR SHAIKH ABD. RAHMAN**

Nama Penyelia

**PERWIRA, KM12, MAJIDEE, 81200,**

**JOHOR BAHRU, JOHOR**

Tarikh: **19 MAC 1998**

Tarikh: **19 MAC 1998**

CATATAN :

- \* Potong yang tidak berkenaan.
- \*\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT 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 (PSM)

KAJIAN TERHADAP "MEREKABENTUK DAN MENGHASILKAN  
PROTOTAIIP SISTEM PEMBESAR SUARA DENGAN PERISIAN  
KOMPUTER"

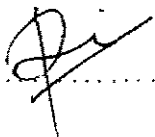
MOHD RASYID BIN HUSSIN

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

FAKULTI KEJURUTERAAN ELEKTRIK  
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

1998

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

TANDATANGAN :  .....

NAMA PENULIS : MOHD RASYID BIN HUSSIN

TARIKH : 17 mac 1998 .....

" Syukur kehadiran ilahi dengan izinnya segala yang diimpikan terlaksana. Untuk arwah ayah semoga roh mu dicucuri rahmat, buat emak yang banyak berkorban serta angah, uda, zura, ida dan ayu jadikanlah segala usaha along ini sebagai sumber inspirasimu bagi membentuk masa depan.

Untuk sanak saudara, rakan seperjuangan serta pensyarah, jasa kalian tetap ku kenang "

## **PENGHARGAAN**

Syukur kehadiran ilahi keran dengan izinNya, Projek Sarjana Muda ini terlaksana jua akhirnya. Jutaan terimakasih kepada pensyarah yang membimbing Tuan Shaikh Nasir bin Shaikh Abdul Rahman, serta pembantu makmal yang bekerja keras membantu dalam menyempurnakan projek ini. Jasa baik kalian akan tetap dikenang, semoga Allah memberkati dan memberi rahmat terhadap jasa baik kalian.

Sekian, Terima kasih.

## **ABSTRACT**

The main purpose of this project is to explore the process of designing and building a two way speaker system. Speaker is a device that can be found in electronic instruments acting as a reception set in radios,televisions and others. It's main function is to convert electrical pulses to sound waves. A special software is used in designing this speaker system to enhance the operation. The software that is being used in this system is called 'MACSPEAKEARZ', which is useful to analyze the adaptation of this speaker system theoretically . In order to get the best result of adaptation, series of tests were held upon speakers that being built. To put in a enclosure, the use of this software can produce near-to-perfect two way speaker system with the best presentation. Tests were also held theoretically and practically parallel in order to measure the accuracy of this speaker system. In addition, this project explain detail descriptions of how the parameters of a certain directory were built.

## ABSTRAK

Tujuan projek ini adalah untuk mengetahui proses merekabentuk dan pembinaan satu sistem pembesar suara dua hala jenis berliang. Pembesar suara adalah satu peranti yang terdapat di dalam alat-alat elektronik dimana ia biasa digunakan pada set penerimaan radio, televisyen dan sebagainya yang mana ia berfungsi untuk menukarkan dedenyut elektrik kepada gelombang bunyi. Proses merekabentuk sistem pembesar suara ini dilakukan dengan bantuan perisian komputer dimana perisian ini memudahkan proses pembinaannya. Perisian yang digunakan untuk projek ini adalah "MACSPEAKERZ". Perisian ini digunakan untuk menganalisa sambutan sistem pembesar suara yang direka itu secara teori. Bagi mendapatkan hasil sambutan secara praktikal beberapa ujian dilakukan pada sistem pembesar suara yang telah siap dibina. Secara keseluruhannya, penggunaan perisian ini dapat menghasilkan satu sistem pembesar suara dua hala jenis berliang dimana ia mempunyai ciri-ciri yang yang dapat memberikan satu persembahan yang baik. Hasil dari ujikaji yang dijalankan untuk mendapatkan sambutan bagi sistem pembesar suara yang dibina ini secara praktikal dapat memenuhi kehendak sambutan secara teori. Sebagai tambahan, projek ini juga menerangkan secara terperinci bagaimana parameter-parameter bagi sesuatu pemacu yang digunakan itu diperolehi.

## KANDUNGAN

<b>Perkara</b>	<b>Mukasurat</b>
Judul	i
Pengakuan	ii
Dedikasi	iii
Penghargaan	iv
Abstrak	v
Kandungan	vii
Senarai Rajah	xi
Senarai Jadual	xii
Glosari	xiii

<b>Bab    Perkara</b>	<b>Mukasurat</b>
1     PENGENALAN	
1.1 Latarbelakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Skop	3
1.4 Masalah	5
2     TEORI	
2.1 Fungsi Utama Sistem Pembesar Suara	6
2.2 Ciri-ciri Pembesar Suara Yang Baik	7
2.3 Sistem Pembesar Suara Untuk Bunyi Muzik	8
2.4 Sistem Pembesar Suara Tertutup	8



2.5 Sistem Pembesar Suara Berliang	8
2.6 Parameter-parameter	10
2.6.1 Galangan	10
2.6.2 Sambutan Frekuensi	11
2.6.3 Resonan Udara Bebas	12
2.6.4 $Q(fs)$	12
2.6.5 $V(as)$	12
2.6.6 Berat Magnet	13
2.6.7 SPL	13
2.6.8 Julat Kuasa	13
2.7 Sistem Pembesar Suara Secara Am	14
2.8 “Macspeakerz”	15
2.8.1 Menu “ANALYSIS”	15
2.8.1.1 “FREQUENCY RESPONSE”	16
2.8.1.2 “PHASE RESPONSE”	17
2.8.1.3 “GROUP DELAY”	18
2.8.1.4 “EXCURSION RESPONSE”	19
2.8.1.5 “IMPEDANCE RESPONSE”	21
2.8.2 Menu “BOX”	22
2.8.3 Menu “VENT”	24
2.8.4 Menu “CROSSOVER”	25
2.9 Rangkaian Lintasan	26
2.9.1 “1 <sup>ST</sup> ORDER BUTTERWORTH CROSSOVER”	27

2.9.2	“2 <sup>ND</sup> ORDER BUTTERWORTH CROSSOVER”	27
2.9.3	“3 <sup>RD</sup> ORDER BUTTERWORTH CROSSOVER”	27
2.9.4	“1 <sup>ST</sup> ORDER SERIES CROSSOVER”	27
2.9.5	Pemilihan Frekuensi Lintasan	28
2.10	“dB SPL”	29
2.10.1	Penggunaan Skil “dB SPL”	29
2.11	Kuasa Masukan Maksima “Pt”	30
2.12	Hubungan “EXCURSION” Dan “INPUT POWER”	30
2.13	Hubungan “IMPEDANCE” Dan “NUMBER OF DRIVERS”	31
2.14	Penyelarasan Nilai Q	31
3	<b>KAEDAH</b>	
3.1	Mencari Parameter Pemacu	33
3.1.1	Peralatan	33
3.2	Ujikaji Untuk Mendapatkan $f_s$	34
3.3	Ujikaji Untuk Mendapatkan Galangan	35
3.4	Ujikaji Untuk Mendapatkan Nilai Q	38
3.5	Ujikaji Untuk Mendapatkan Nilai $V_{AS}$	40
3.6	Proses Merekabentuk	41
3.7	Kaedah Merekabentuk	42
3.8	Kaedah Penggunaan “Macspeakerz”	45
3.8.1	Langkah Pertama	45
3.8.2	Langkah Kedua	46
3.8.3	Langkah Ketiga	46

3.8.4	Langkah Keempat	47
3.8.5	Langkah Kelima	47
3.8.6	Langkah Keenam	47
3.9	Pembinaan Pembesar Suara	48
4	ANALISIS	
4.1	Peralatan	49
4.2	Kaedah	50
4.3	Keputusan	56
5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	59
5.1	Kesimpulan	59
5.1.1	Kelebihan	60
5.1.2	Kelemahan	60
5.2	Cadangan	61
	BIBLIOGRAFI	62
	LAMPIRAN	64

## SENARAI RAJAH

<b>Rajah</b>	<b>Penerangan</b>	<b>Mukasurat</b>
2.1	Sambutan Frekuensi	17
2.2	Sambutan Fasa	18
2.3	Sambutan Kumpulan Lambatan	19
2.4	Sambutan Isyarat Besar untuk Kotak Jenis Tertutup	20
2.5	Sambutan Isyarat Besar untuk Kotak Jenis Berliang	20
2.6	Sambutan Galangan bagi Kotak Jenis Tertutup	21
2.7	Sambutan Galangan bagi Kotak Jenis Berliang	22
3.1	Litar Ujikaji	34
3.2	Sambutan Galangan Pemacu	37
3.3	Blok Diagram Kaedah Merekabentuk	42
4.1	Litar Pengukuran	49
4.2	Plot Polar Pengarahan	56
4.3	Sambutan Frekuensi Pembesar Suara 1	58
4.4	Sambutan Frekuensi Pembesar Suara 2	58

**SENARAI JADUAL**

<b>Jadual</b>	<b>Penerangan</b>	<b>Mukasurat</b>
1	Saranan Frekuensi Lintasan	28
2	Frekuensi dan Ohm	36
3	Polar Pengarahan	55

## GLOSARI

### ISTILAH DALAM AKUSTIK

**Bahan Penyerap** Bahan yang diletakkan didalam ruang kotak pembesar suara bagi menyerap bunyi dan mengurangkan pemalihan keatas diafragma pemacu.

**dB (decibel)** Unit perubahan bagi kebisingan. Satu decibel mempersembahkan perubahan yang kecil yang boleh didengar.

**$f_3$**  Frekuensi dimana sambutan pemacu jatuh 3dB daripadaparas sambutan jalur tengah. Ia juga dipanggil frekuensi potong.

**$f_b$**  Penyelarasan frekuensi bagi kotak berliang.

**Frekuensi lintasan** Frekuensi dibahagikan dimana woofer dan tweeter menerima kuasa yang sama dari rangkaian lintasan.

**Frekuensi Lintasan** Pembahagi frekuensi dimana woofer dan tweeter menerima kuasa yang sama daripada rangkaian lintasan.

**Frekuensi** Nilai bagi getaran per saat.

**f<sub>r</sub>** Frekuensi resonan bagi pemacu dalam udara bebas.

**Galangan** Kesan gabungan bagi rintangan, induktor dan kapasitor pembesar suara dimana ia berlawanan sifat dengan kemasukan arus. Ia diukur dalam unit ohm dan berubah mengikut frekuensi bagi sesuatu isyarat.

**Herotan** Sebarang gangguan pada penghasilan bunyi yang mengubah isyarat asli.

**Hertz (Hz)** Pengukuran bagi frekuensi getaran bunyi. Satu hertz sama dengan satu pusingan per saat.

**Kon** Bentuk diafragma pada semua jenis woofer, pembesar suara julat penuh, pemacu julat tengah dan tweeter jenis murah.

**Lebar Jalur** Julat frekuensi yang diliputi oleh pemacu atau rangkaiannya.

**Parameter Pemacu** Unsur fizikal bagi pemacu dimana ia menerangkan kelakuan elektrik dan akustiknya.

**Pemacu** Unit pembesar suara, contohnya woofer dan tweeter.

**Pembesar suara tertutup** Sistem pembesar suara yang mempunyai ruang kedap udara dimana ia mengasingkan gelombang beilakang daripada depan

**Pembesar suara tertutup** Suatu sistem pembesar suara yang menghalang kandungan angin keluar dimana ia mengasingkan gelombang belakang dari depan.

**Rangkaian Lintasan** Rangkaian yang membahagikan isyarat audio dimana ia menghantar frekuensi rendah ke woofers dan frekuensi tinggi ke tweeters.

**Rangkaian lintasan** Suatu rangkaian yang membahagikan isyarat audio dimana hanya frekuensi rendah ke woofers dan frekuensi tinggi ke tweeters.

**Sambutan Rata** Penghasilan bunyi tanpa mengubah keamatan bahagianbagi julat frekuensi.

**Tweeter** Pembesar suara dibina bagi mengeluarkan bunyi berfrekuensi tinggi sahaja.

**Woofers** Pembesar suara yang dibina bagi mengeluarkan bunyi berfrekuensi rendah sahaja.



# BAB I

## PENGENALAN

### 1.1 Latarbelakang

Pembesar suara merupakan salah satu alat yang penting bagi melengkapkan satu sistem bunyi yang berkualiti. Ia juga tidak akan memberikan persembahan yang baik jika pembesar suara itu tidak ditempatkan kedalam sesuatu ruang tertutup. Pelbagai jenis ruang dan beberapa faktor rekabentuk yang perlu dititikberatkan untuk mendapatkan ciri-ciri sistem pembesar suara. Ini termasuklah perbincangan terhadap pembesar suara, rekabentuk ruang dan persembahan pembesar suara tersebut.

Secara amnya, tujuan projek ini adalah untuk merekabentuk satu sistem pembesar suara dengan bantuan komputer. Perisian yang akan digunakan ini ialah perisian "MACSPEAKERZ". Perisian ini merupakan perisian yang hanya boleh digunakan pada komputer jenis Macintosh sahaja. Perisian ini direka oleh seorang ahli fizik dari Amerika Syarikat yang bernama John Murphy. "MACSPEAKERZ" merupakan satu perisian yang membolehkan satu sistem pembesar suara yang mempunyai mutu persembahan yang tinggi dihasilkan dengan ciri-ciri "frekuensi response" yang optima.

Perisian ini mengandungi model matematik untuk pembesar suara jenis berliang dan tertutup samada dalam bentuk "rectangular" dan "trapezoidal". Didalam

perisian ini juga terdapat matlummat tentang komponen yang terdapat pada “crossover” dan data-data untuk lebih 670 pemacu pembesar suara.

Penggunaan perisian ini adalah sebahagian daripada proses membina pembesar suara. Kajian perlu dilakukan keatas pemacu yang hendak digunakan itu bagi mengetahui ciri-ciri yang diperlukan untuk menghasilkan satu pembesar suara yang baik dan berkualiti. Pembesar suara merupakan sebahagian daripada sistem bunyi yang hanya mempunyai beberapa spesifikasi tetapi ia memberi kesan yang besar terhadap kualitinya.

Selain daripada penggunaan perisian ini, pengetahuan yang mendalam dalam proses membina struktur kotak pembesar suara amat penting. Teknik pembinaan struktur kotak pembesar itu berdasarkan daripada hasil simulasi perisian. Perisian ini akan memberikan ukuran kasar untuk pembinaan kotak pembesar suara serta nilai bagi komponen-komponen yang terdapat didalam lintasan yang digunakan.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan projek ini adalah untuk menghasilkan satu sistem pembesar suara yang mempunyai sistem yang boleh memberikan persembahan serta prestasi yang baik dan bermutu tinggi dan mempunyai ciri-ciri yang optima. Secara khususnya, projek ini dijalankan bagi menghasilkan satu sistem pembesar suara dua hala jenis berliang. Sistem pembesar suara yang dibina adalah bertujuan untuk kegunaan bunyi muzik. Proses mereka bentuk dijalankan dengan bantuan “MacSpeakerz” dan proses pembinaannya dilakukan berdasarkan dimensi yang diberikan oleh perisian ini.

Penggunaan perisian “Macspeakerz” merupakan salah satu inisiatif yang ada dalam memudahkan proses merekabentuk dan membina pembesar suara. Dalam proses merekabentuk satu sistem pembesar suara, pengetahuan yang luas tentang pembesar suara diperlukan. Pengetahuan tentang ciri-ciri yang baik dalam merekabentuk pembesar suara akan menghasilkan pembesar suara yang bermutu tinggi. Beberapa sistem pembesar suara yang bermutu tinggi perlu dikenali sebagai bahan rujukan dalam merekabentuk pembesar suara dengan bantuan komputer.

### **1.3 Skop Projek**

#### **1.3.1 Mengetahui Kaedah serta Keperluan Perisian “Macspeakerz”**

Mengetahui cara-cara penggunaan “Macspeakerz” dalam merekabentuk sesuatu pembesar suara. Sebelum proses merekabentuk dijalankan, parameter-parameter pemacu yang hendak digunakan perlu diketahui. Antaranya, nilai Qts, Qms, Qes, Vas, Fs dan Re. Parameter ini amat penting bagi mendapatkan nilai sambutan frekuensi, sambutan galangan, sambutan fasa dan sambutan kumpulan lambatan.

#### **1.3.2 Mengetahui Langkah-Langkah dalam Pembinaan Pembesar Suara**

Dalam pembinaan pembesar suara kita perlu mengikut langkah-langkah yang telah ditetapkan. Nilai dimensi kotak yang diberikan merupakan nilai dimensi kotak mengikut isipadu yang telah dikirakan oleh perisian ini. Dengan adanya dimensi ini, ia merupakan rujukan kasar kepada pembina untuk membina pembesar suara mengikut

nilai isipadu yang telah ditetapkan. Langkah-langkah pembinaan pembesar suara itu perlu juga diketahui agar kotak yang dihasilkan memenuhi ciri-ciri yang diperlukan.

### **1.3.3 Mengenal Pasti Masalah yang Terdapat dalam Proses Pembinaan Sesuatu Pembesar Suara**

Terdapat beberapa masalah yang perlu dihadapi dalam proses merekabentuk dan membina pembesar suara. Untuk mendapatkan parameter bagi sesebuah pemacu, ujikaji perlu dijalankan terhadap pemacu tersebut. Masalah yang mungkin dihadapi dimana keputusan ujikaji tidak dapat ditentusahkan ini kerana tidak terdapat bahan rujukan yang disertakan oleh pengeluar tentang pemacu tersebut.

### **1.3.4 Mengetahui Kelebihan dan Kelemahan**

Kebaikan serta keburukan penggunaan perisian ini akan diketahui setelah proses merekabentuk serta membina pembesar suara ini siap dijalankan. Hasil sambutan frekuensi yang didapati hasil daripada ujian terhadap pembesar suara yang telah siap boleh dibandingkan dengan sambutan frekuensi yang diberikan oleh perisian ini.

## **1.4 Masalah**

Masalah untuk mendapatkan nilai parameter bagi pemacu yang digunakan dalam merekabentuk satu sistem pembesar suara. Nilai parameter perlu dicari terlebih dahulu sebelum penggunaan “MacSpeakerz”. Dari hasil Ujikaji yang dijalankan sukar untuk membuat pengesahan tentang kesahihan nilai parameter yang dicari itu. Pengeluar pemacu tidak memberikan nilai parameter yang lengkap untuk pemacu yang dikeluarkannya.

Masalah juga timbul dalam membuat rangkaian lintasan. Komponen untuk rangkaian lintasan yang digunakan sukar diperolehi terutama induktor jenis gelung angin. Kebanyakan kedai elektronik hanya menjual induktor jenis biasa.

## **BAB II**

### **TEORI**

#### **2.1 Fungsi Utama Sistem Pembesar Suara**

Beberapa fungsi utama dikenalpasti agar sebuah ruang besar dapat digunakan:

##### **2.1.1 Meningkatkan Aras Bunyi**

Secara semulajadi, aras bunyi akan berkurangan apabila ia semakin jauh daripada sumber bunyi. Pengurangan bunyi ini berkadar terus dengan kuasa dua jarak antara pendengar dengan sumber bunyi. Untuk mendapat kejelasan pendengaran, suatu sistem pembesar suara yang mampu meningkatkan aras sumber bunyi sekurang-kurangnya 10 dB lebih tinggi daripada gangguan bunyi yang lain agar bunyi itu dapat sampai ke telinga.

##### **2.1.2 Menyelaraskan Gerak-geri**

Penyerentakan perlu diperlukan agar gelombang bunyi yang sampai mesti sama dengan gelombang cahaya. Perkara ini mesti diambilkira bagi mendapatkan satu sistem yang boleh memberikan satu persembahan yang baik dan memuaskan.

## 2.2 Ciri-ciri Sistem Pembesar Suara yang baik

Sistem pembesar suara yang baik perlu mempunyai ciri-ciri seperti yang berikut:

- Kewujudan sistem ini tidak disedari oleh pendengar yang menggunakan ruang tersebut.
- Keaslian bunyi tidak berubah sekurang-kurangnya pada frekuensi 30 - 30000 Hz.
- Aras bunyi 100 dB dapat didengar sehingga jarak 30 meter dari sumber bunyi tanpa mengalami herotan
- Sistem pembesar suara itu perlulah mampu menghalakan bunyi dengan tepat ke sesuatu kawasan yang dikehendaki secara seragam. Maksud seragam ialah perbezaan aras kekuatan di sebarang sudut dalam kawasan itu, jika ada, hendaklah tidak melebihi 3 dB.
- Sistem pembesar suara itu perlulah mampu berfungsi tanpa gangguan pantulan atau gema. Sekiranya terjadi pantulan, sistem pembesar suara itu akan mengaum atau berdesing.

### 2.3 Sistem Pembesar Suara untuk Bunyi Muzik

Adalah satu perkara yang rumit dalam merekabentuk sistem pembesar suara untuk bunyi muzik jika dibandingkan dengan sistem pembesar suara untuk bunyi yang lain, contohnya suara percakapan. Ini kerana julat frekuensi bunyi muzik lebih besar dibandingkan dengan julat frekuensi bunyi suara. Dalam merekabentuk sistem pembesar suara untuk bunyi, masalah akan timbul dimana kedudukan punca-puncunya yang berselerak. Satu sistem pembesar suara perlu direkabentuk agar dapat mengekalkan keadaan semula jadi punca bunyi yang berselerak dalam ruang tiga dimensi

### 2.4 Sistem Pembesar Suara Tertutup

Untuk merekabentuk pembesar suara jenis ini, pemilihan isipadu kotak yang sesuai mesti dilakukan bagi penyesuaian terhadap pemacu yang digunakan. Untuk mendapatkan nilai isipadu kotak yang sesuai, tiga parameter pemacu “woofers” perlu diketahui:

- $f_s$  - free air resonance
- $Q_{ts}$  - jumlah faktor Q
- $V_{as}$  - jumlah isipadu udara

Tiga parameter ini dapat membantu pereka dalam merekabentuk pembesar suara yang diinginkan. Pemilihan untuk merekabentuk pembesar suara jenis tertutup atau lain boleh dilakukan dengan menguji nilai “nisbah F” ( $f_s/Q_{ts}$ ). Jika nilai “nisbah F”



menghampiri 50, “woofer” tersebut amat sesuai untuk kotak jenis tertutup. Jika nilai nisbah bersamaan atau lebih besar dari 100 maka “woofer” tidak sesuai untuk kotak jenis tertutup.

## 2.5 Sistem Pembesar Suara Berliang

Secara amnya, terdapat tiga jenis rupabentuk dalam sistem pembesar suara jenis berliang.

- Lubang mudah pada permukaan kotak.
- Lubang bersilinder.
- Diafragma gantian.

Penyelarasan yang sempurna pada sistem pembesar suara berliang akan menghasilkan suatu sambutan “bass” yang amat rata. Jika penyelarasan yang terlalu tinggi terhadap kotak ia akan menghasilkan sambutan frekuensi yang berbonggol. Jika penyelarasan yang terlalu rendah ia akan menghasilkan sambutan “bass” yang lemah. Penyelarasan frekuensi yang optimum untuk pelbagai jenis pembesar suara bermula dari frekuensi yang lebih rendah daripada frekuensi resonan udara bebas,  $f_s$  sehinggalah frekuensi yang lebih tinggi daripada  $f_s$ . Ini semua bergantung kepada nilai  $Q$  untuk pembesar suara tersebut.

Kesan isipadu kotak kepada sistem pembesar suara jenis berliang adalah sama dengan pembesar suara jenis tertutup. Kotak yang kecil meningkatkan nilai  $Q$  serta

meningkatkan bunyi yang rendah dan bergaung lebih daripada kotak yang besar. Ini menunjukkan kotak yang besar untuk pembesar suara mempunyai nilai Q yang tinggi. Jika kotak yang kecil perlu digunakan maka pembesar suara mesti mempunyai nilai Q yang rendah serta nilai kawalan terhadap penerimaan getaran yang tinggi. Untuk pembesar suara jenis berliang, pertimbangan untuk nilai Q boleh dibuat. Untuk pembesar suara yang mempunyai nilai Q yang kecil daripada 0.38, ia dianggap rendah dan untuk nilai Q yang lebih besar daripada 0.38 ia dianggap tinggi.

Pembesar suara yang direkabentuk untuk jenis berliang perlu mempunyai nilai Q yang rendah daripada 0.38 dan jika ia melebihi nilai ini maka ia sesuai untuk sistem tertutup. Samada kotak itu kecil ataupun besar ia bergantung kepada nilai Vas. Sebagai contoh, pembesar suara 15 inci mempunyai nilai Vas antara 20 hingga 30 kaki padu dan pembesar suara 8 inci pula mempunyai nilai Vas lebih kurang 1 kaki padu.

## **2.6 Parameter-parameter**

### **2.6.1 Galangan**

Setiap pembesar suara diberi nilai galangannya sendiri. Prestasi sesebuah pembesar suara sangat dipengaruhi oleh ciri-ciri galangannya. Galangan pembesar suara adalah tidak sekata. Kebanyakan pembesar suara mempunyai nilai galangan samada empat atau lapan ohm. Halangan yang diberikan oleh gegelung suara (voice coil) untuk mengalirkan arus pada setiap frekuensi dinamakan galangan. Unit untuk

galangan diberikan dalam unit ohm, sama dengan unit untuk rintangan tetapi perlu diingat bahawa ia mempunyai perbezaan yang amat penting antara galangan pembesar suara dengan rintangan tulen.

Dalam membuat pengukuran nilai rintangan untuk gegelung suara dengan menggunakan ohmmeter, didapati nilainya hanya dalam lingkungan 75 % daripada nilai galangan tersebut. Sebagai contoh, pembesar suara bergalangan lapan ohm selalunya mempunyai nilai rintangan lebih kurang 6 ohm.

Galangan berubah dengan frekuensi. Dengan merujuk graf sambutan galangan didapati bahawa benjolan pada frekuensi resonan berlaku dimana medan elektromagnet gegelung suara berbalik adalah besar. Peningkatan galangan pada frekuensi yang tinggi disebabkan oleh aruhan gegelung suara. Puncak tinggi pada resonan ini menandakan kekuatan kawasan medan magnet.

Kadar galangan pembesar suara biasanya terletak pada frekuensi pertengahan. Kadaran ciri galangan sesuatu pembesar suara sebenarnya akan memberikan maklumat yang berguna untuk memahami ciri-ciri prestasi sesuatu pembesar suara.

### **2.6.2 Sambutan Frekuensi “Frequency Response”**

Sambutan frekuensi yang baik mempunyai sambutan yang lebar. Graf sambutan frekuensi untuk sesuatu pembesar selalunya berbentuk bergerigi, seperti bentuk pergunungan. Ini adalah suatu keadaan yang normal. Adalah lebih baik jika pembesar suara tersebut mempunyai sambutan frekuensi yang rata pada puncaknya.

### 2.6.3 Resonan Udara Bebas “Free-Air Resonance”

Ia merupakan suatu cara yang biasa digunakan untuk menerangkan tentang resonan terhadap kon. Dalam penggunaan komputer, kita perlu menggunakan nilai ini untuk merekabentuk saiz kotak yang terbaik bagi sesuatu pembesar suara.

### 2.6.4 $Q(ts)$

Nilai  $Q$  bagi sesuatu pembesar suara itu menunjukkan pembesaran resonan, dimana ia mengambilkira kesan gegaran serta kecenderungan pembesar suara itu mencapai paras bunyi keluaran yang paling maksima apabila ia beroperasi pada frekuensi resonan udara bebas ( $f_s$ ). Kedudukan pembesar suara samada didalam kotak yang tertutup rapat atau di ruang udara bebas mempengaruhi nilai  $Q$ . Nilai  $Q$  dan frekuensi resonan meningkat apabila pembesar suara diletak didalam kotak yang tertutup. Parameter  $Q(ts)$  ini diperlukan bila dalam menggunakan perisian Macspeakerz.

### 2.6.5 $V(as)$

$V(as)$  adalah isipadu udara yang dapat memberikan kesan daya balikan terhadap kon sama dengan pergantungan kon tersebut. Nilai  $V(as)$  bergantung kepada saiz pembesar suara, lagi besar pembesar suara maka lagi tinggi nilai  $V(as)$ . Parameter

ini juga penting dalam merencanakan sistem pembesar suara dengan menggunakan perisian komputer.

### **2.6.6 Berat Magnet**

Berat sesuatu magnet mempengaruhi keberkesanan dan kawalan terhadap getaran bagi sesuatu pembesar suara. Parametr ini tidak diperlukan dalam merencanakan pembesar suara secara berkomputer. Kebanyakan "woofer" mempunyai berat magnet antara 15 hingga 20 auns, tetapi bagi "woofer" berkuasa tinggi ia mempunyai berat magnet melebihi 50 auns.

### **2.6.7 SPL ( Sensitiviti )**

SPL ( sound pressure level ) menunjukkan jumlah bunyi yang dikeluarkan oleh pembesar suara apabila kemasukan kuasa elektrik sebanyak satu watt. SPL boleh diketahui dengan menggunakan alat penguji yang dinamakan Meter Paras Bunyi (Sound level meter). Pada kebiasaannya , bagi "woofer" lapan inci SPLnya lebih kurang 88 hingga 90 dB. Bagi "woofer" 12 - 15 inci ia mempunyai SPL antara 91 hingga 93 dB.

### **2.6.8 Julat Kuasa**

Nombor maksimum untuk watt RMS yang selamat untuk sesuatu pemacu selalunya dispesifikasikan sebagai julat kuasa, kuasa masukan atau kuasa kendalian. Nilai julat kuasa maksima selalunya dinyatakan pada pemacu dan semakin tinggi nilai julatnya maka semakin baik pemacu tersebut.

## 2.7 Sistem Pembesar Suara Secara Am

Satu sistem pembesar suara yang berjulat penuh merupakan satu sistem yang mempunyai komponen kompleks. Komponen yang menghasilkan sistem pembesar suara dua hala terdiri daripada:

- Subsistem “Woofers”
- Subsistem “Tweeters”
- Rangkaian Lintasan

Lintasan adalah satu rangkaian yang membahagikan frekuensi dimana ia dapat mengasingkan isyarat masukan yang berjulat penuh kepada jalur frekuensi yang sesuai untuk setiap subsistem yang tertentu.

Sistem pembesar suara tiga hala terdiri daripada:

- Subsistem “Woofers”
- Subsistem “Tweeters”
- Subsistem “Mid-Range”
- Rangkaian lintasan

Sistem pembesar suara jenis 4 atau 5 hala boleh membahagikan spektrum frekuensi kepada 4 atau 5 jalur frekuensi dan menggunakan banyak subsistem bagi menghasilkan spektrum audio.

## **2.8 “Macspeakerz”**

“Macspeakerz” merupakan satu program reaktentuk terbantu komputer yang membolehkan kita menghasilkan satu sistem pembesar suara yang mempunyai mutu persembahan yang baik serta memberi ciri-ciri yang optima. Perisian ini menyediakan 7 menu utama:

- Menu “ANALYSIS”
- Menu “BOX”
- Menu “VENT”
- Menu “CROSSOVER”
- Menu “FILE”
- Menu “DISPLAY”
- Menu “EDIT”

### **2.8.1 Menu “ANALYSIS”**

Terdapat 5 jenis sambutan yang dianalisiskan pada menu ini:

- “FREQUENCY RESPONSE”
- “PHASE RESPONSE”
- “GROUP DELAY RESPONSE”

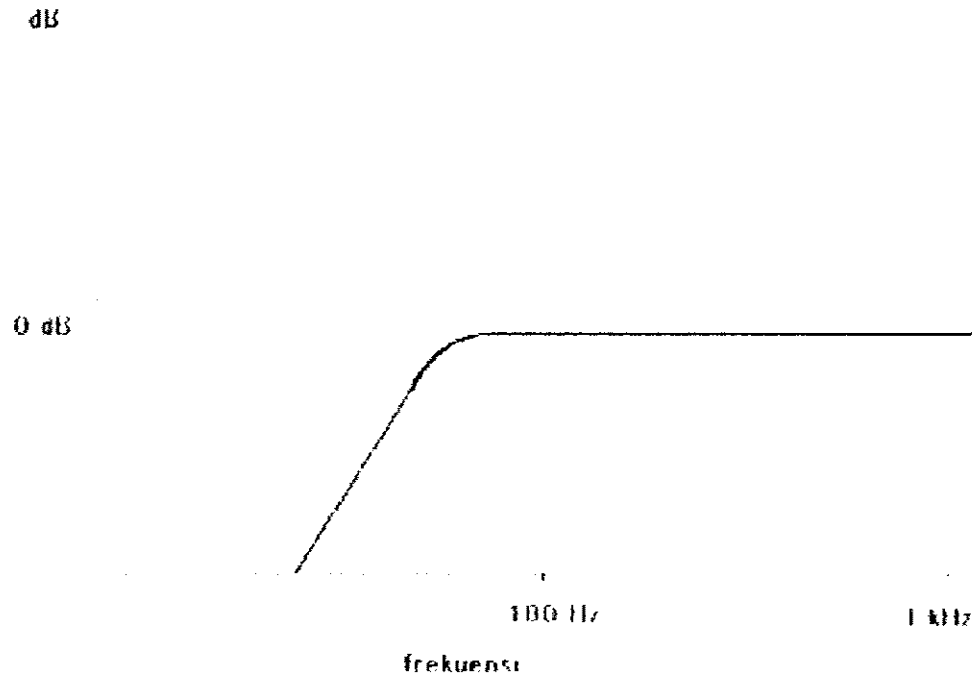
- “EXCURSION RESPONSE”
- “IMPEDANCE RESPONSE”

Analisis untuk kelima-lima jenis sambutan ini boleh dilakukan terhadap kotak jenis “2<sup>nd</sup> Order Closed” dan “4<sup>th</sup> Order Vented”. Untuk menganalisis kotak jenis “3<sup>rd</sup> Order Closed” dan “4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup>, and 6<sup>th</sup> Order Bandpass” ia hanya melibatkan analisis “FREQUENCY RESPONSE” dan “EXCURSION RESPONSE”.

### **2.8.1.1 “Frequency Response”**

Ia juga disebut sebagai sambutan magnitud, amplitud atau kelantangan. Ia menerangkan mengenai sambutan kelantangan bagi sistem pembesar suara itu sebagai fungsi frekuensi. Ia juga menjelaskan tentang kelantangan pembesar suara itu berfungsi ketika melebihi julat spektrum frekuensi dengar. Kebiasaanya kita mahu sebuah pembesar suara yang berfungsi pada kelantangan yang sama dengan menghiraukan tinggi atau rendah sesuatu nada bunyi. Secara gambarannya, kita mahu hasil sambutan frekuensi tersebut mempunyai garisan rata pada 0 dB seperti graf 1 dibawah.





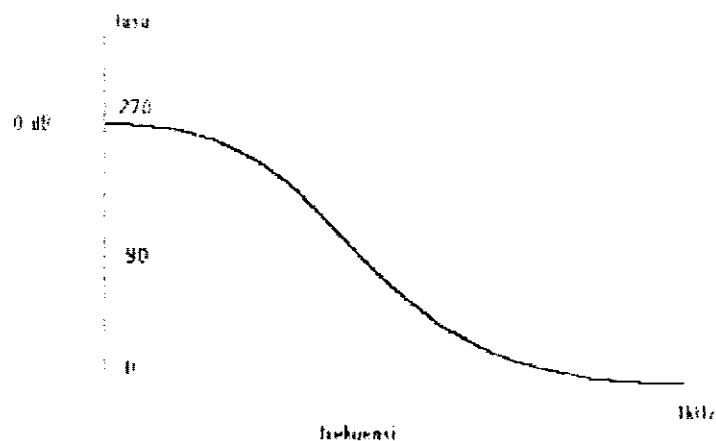
Rajah 2.1 : Sambutan Frekuensi

### 2.8.1.2 “Phase Response”

Dengan bantuan graf 2 kita dapat membincangkan mengenai sambutan fasa. Graf ini menunjukkan mengenai apa yang berlaku apabila satu isyarat gelombang dimasukkan kedalam pembesar suara. Ia menerangkan bahawa kedua-dua isyarat ini tidak sefasa kerana puncaknya tidak sama. Perbezaan fasa antara isyarat masukan dengan isyarat keluaran ini menerangkan mengenai sambutan fasa bagi sistem pembesar suara itu.

Pada frekuensi yang tinggi, isyarat masukan dan isyarat keluaran bagi sistem pembesar suara tersebut adalah sefasa. Pada frekuensi yang rendah pula, keluarannya beranjak untuk mendapatkan perbezaan sudut fasa antara isyarat masukan. Untuk mendapatkan suatu sistem pembesar suara yang sempurna, pembezaan isyarat keluaran dengan isyarat masukan mestilah sifar tetapi secara praktikalnya sistem ini mempunyai perbezaan pada isyarat keluaran. Perbezaan ini disebut sambutan fasa.

Dengan bantuan “Macspeakerz”, graf sambutan boleh diperolehi seperti graf dibawah dimana perbezaan fasa boleh diperolehi.

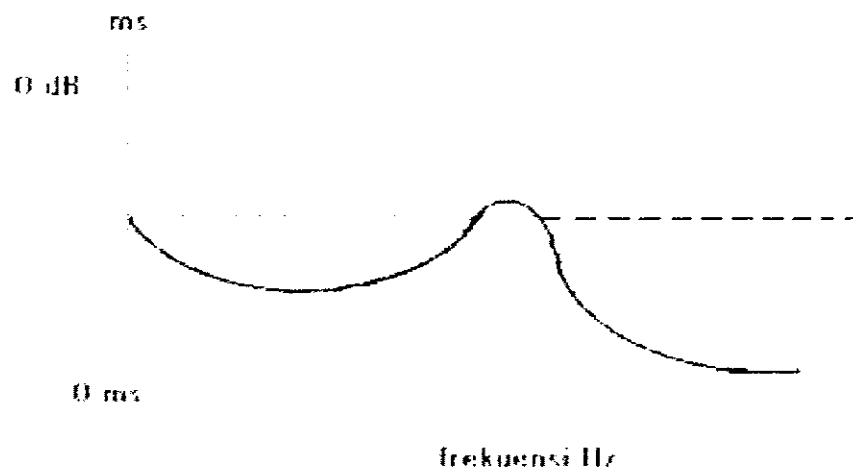


Rajah 2.2 : Sambutan Fasa

### 2.8.1.3 “Group Delay”

Sambutan kumpulan lambatan ini menunjukkan masa lambatan bagi sistem pembesar suara tersebut. Secara spesifiknya, ia menerangkan mengenai lambatan bagi sesuatu ledakan bunyi atau sesuatu isyarat. Kumpulan lambatan ini amat penting kerana sebarang perbezaan dalam masa lambatan pada sebarang frekuensi bagi

spektrum yang dikenakan adalah tidak diperlukan. Dibawah merupakan graf 3 bagi sambutan kumpulan lambatan:

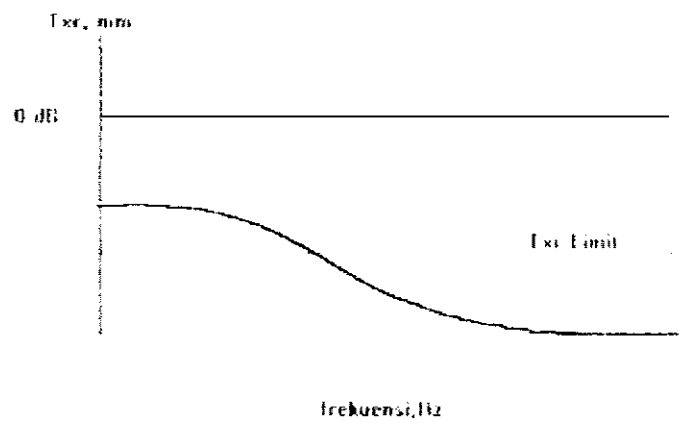


Rajah 2.3 : Sambutan Kumpulan Lambatan

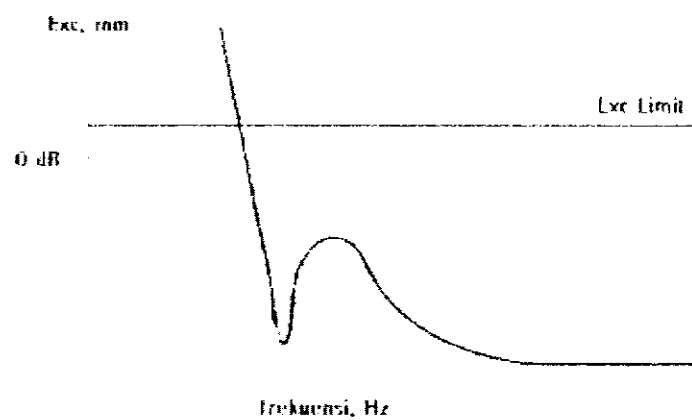
#### 2.8.1.4 “Excursion Response”

Ia disebut sebagai fungsi sambutan “isyarat besar” bagi sesuatu sistem pembesar suara. Ini kerana ia berkaitan mengenai had kuasa atau dengan kata lain betapa kuat pembesar suara itu boleh berfungsi. Ada dua perkara dalam menghadkan kuasa kendalian bagi pembesar suara. Pertama, had kepanasan maksima kuasa masukan. Ini adalah kadaran kuasa yang ditentukan oleh pengeluar. Kedua, had perubahan maksima kuasa masukan. Ini merupakan kuasa masukan yang menyebabkan kon pemacu bergerak pada had bagi isyarat besar. Sambutan

“Excursion” ini merupakan kemampuan “Macspeakerz” mengesan betapa sistem itu boleh dimainkan sebelum herotan berlaku. Dibawah ini terdapat dua graf bagi sambutan “Excursion” untuk kotak jenis tertutup dan berliang.



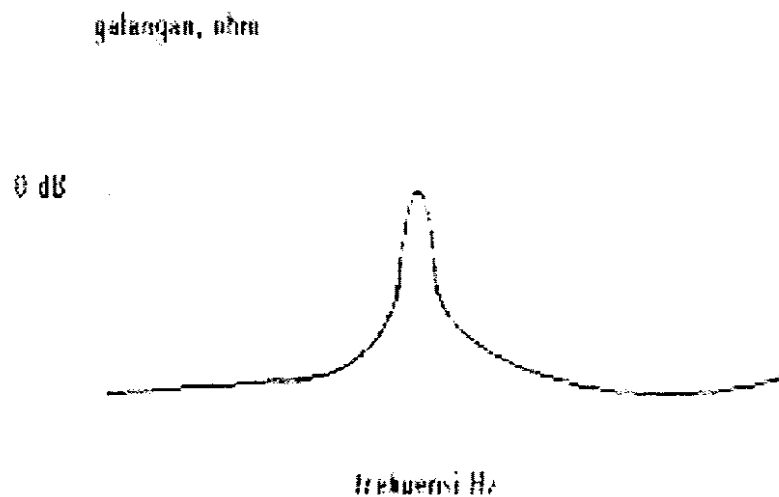
Rajah 2.4 : Sambutan Isyarat Besar Untuk Kotak Jenis Tertutup



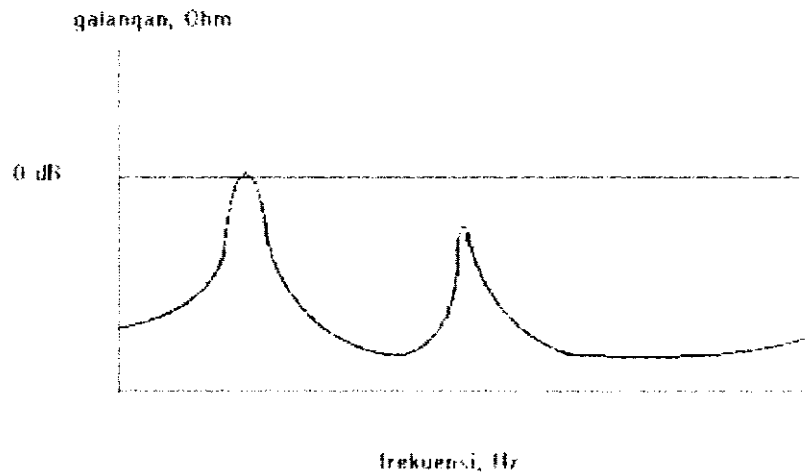
Rajah 2.5 : Sambutan Isyarat Besar Untuk Kotak Jenis Berliang

### 2.8.1.5 “Impedance Response”

Graf yang dihasilkan dapat memberitahu kita tentang sistem pembesar suara yang digunakan. Bagi sistem pembesar suara jenis tertutup ( graf 5.1 ), ia mempunyai satu puncak resonan sahaja tetapi untuk sistem pembesar suara jenis berliang ( 5.2 ) ia mempunyai dua puncak resonan pada graf sambutan galangan. Rupa bentuk graf sambutan galangan ini berhubung kait dengan nilai  $Q$  untuk sistem tersebut. Bagi nilai  $Q$  yang tinggi, sambutan galangannya mempunyai puncak yang tinggi dan tajam dan bagi nilai  $Q$  yang rendah, sambutan galangannya akan lebih lebar serta mempunyai puncak yang rendah.



Rajah 2.6 : Sambutan Galangan Bagi Kotak Jenis Tertutup



Rajah 2.7 : Sambutan Galangan Bagi Kotak Jenis Berliang

### 2.8.2 Menu “BOX”

Perisian ini menyediakan 6 jenis kotak pembesar suara yang berbeza:

- “2<sup>nd</sup> ORDER CLOSED BOX”
- “3<sup>rd</sup> ORDER CLOSED BOX”
- “4<sup>th</sup> ORDER VENTED BOX”
- “4<sup>th</sup> SYMMETRIC BANDPASS BOX”
- “5<sup>th</sup> ORDER ASSYMMETRIC BANDPASS BOX”
- “6<sup>th</sup> ORDER SYMMETRIC BANDPASS BOX”

Selain daripada itu, ia juga menyediakan pengiraan bagi tiga jenis rupabentuk kotak yang berbeza rupabentuk:

- “RECTANGULAR BOX CALCULATOR”
- “TRAPEZOIDAL BOX CALCULATOR”
- “BANDPASS BOX CALCULATOR”

Gambarajah ketiga-tiga jenis kotak ini boleh dilihat pada lampiran 1, 2 dan 3. Untuk kotak jenis tertutup, hanya satu perkara yang menerangkan tentang ruang kotak pembesar suara iaitu isipadu kotak,  $V_B$ . Bagi sistem pembesar suara jenis berliang, dua perkara iaitu isipadu kotak,  $V_B$  dan frekuensi resonan kotak  $F_B$ . Frekuensi resonan kotak ini dikenali sebagai Frekuensi Resonan Helmholtz. Kotak jenis tertutup mempunyai frekuensi resonan bersamaan 0 Hz.

Secara teori, masalah dalam merekabentuk ruang kotak pembesar suara jenis berliang ini boleh dikatakan agak mudah. Ia hanya memerlukan nilai isipadu ruang kotak dan frekuensi resonan yang betul. Secara praktikalnya, ia menitikberatkan jenis bahan yang digunakan dan nilai nisbah untuk bahagian ruang kotak tersebut. Perisian ini akan memberikan nilai dimensi ruang kotak dengan menggunakan nisbah Emas. Nilai isipadu kotak akan diberikan jika dimensi ruang kotak dimasukkan dan sebaliknya.

Nisbah untuk tinggi ke lebar adalah menghampiri 1.62 sebagaimana nisbah purata untuk lebar ke tinggi. Nisbah Emas ini digunakan kerana ia menjadikan gelombang dalaman bagi sesuatu ruang kotak itu berselerak dengan baikny.

Pengiraan untuk kotak jenis trapezoid mengambilkira nilai sudut medan bagi menspesifikasikan nilai sudut bahagian ruang kotak. Nilai sudut yang telah disetkan adalah 15 darjah. Perisian ini akan menggunakan nilai isipadu kotak yang diberikan

untuk mendapatkan nilai dimensi bagi ruang kotak trapezoid 15 derajat berdasarkan kepada nisbah Emas. Jika sudut itu ditukar, nilai isipadu kotak tidak akan berubah. Dimensi lebar 1 dan lebar 2 akan berubah bagi mendapatkan penyesuaian sudut dimana nilai isipadu kotak tidak berubah.

### **2.8.3 Menu “VENT”**

Pada menu ini , ia menyenaraikan pelbagai jenis konfigurasi untuk tiub diameter yang berbeza yang seringkali digunakan untuk pembesar suara jenis berliang. Terdapat 4 bahagian antaranya:

Bahagian satu:

1. “One 2 inch i.d Tube”
2. “Two 2 inch i.d Tubes”
3. “Three 2 inch i.d Tubes”
4. “Four 2 inch i.d Tubes”

Bahagian dua:

1. “One 3 inch i.d Tube”
2. “Two 3 inch i.d Tubes”
3. “Three 3 inch i.d Tubes”
4. “Four 3 inch i.d Tubes”



Bahagian tiga:

1. "One 4 inch i.d Tubes"
2. "Two 4 inch i.d Tubes"
3. "Three 4 inch i.d Tubes"
4. "Four 4 inch i.d Tubes"

Bahagian empat:

1. ".5 in baffle w cutout"
2. ".75 in baffle w cutout"

Kotak jenis berliang yang mempunyai sambutan yang baik bagi subsitem yang diberi memerlukan satu ruang kotak yang besar berbanding kotak jenis tertutup. Penyesuaian terhadap nilai  $Q_{tc}$  dan  $F_b$  perlu dilakukan bagi mendapatkan keluk sambutan frekuensi yang rata. Pemilihan jenis liang yang hendak digunakan bergantung kepada nilai "Vent Area,  $S_v$ MIN". Nilai ini merupakan nilai yang paling kecil disarankan untuk jenis ruang berliang ini dimana ia akan mengelakkan daripada hingar pada liang.

#### **2.8.4 Menu "CROSSOVER"**

Menu ini menyediakan pengiraan untuk 4 jenis "CROSSOVER" yang berbeza:

- "1<sup>st</sup> ORDER BUTTERWORTH CALCULATOR"
- "2<sup>nd</sup> ORDER BUTTERWORTH CALCULATOR"

- “3<sup>rd</sup> ORDER BUTTERWORTH CALCULATOR”
- “1<sup>st</sup> ORDER SERIES CALCULATOR”

Gambrajah untuk semua jenis “Crossover” ini boleh dilihat pada lampiran 4, 5, 6 dan 7.

Didalam menu ini juga disediakan 3 jenis pengiraan tambahan iaitu:

- “RESONANCE COMPESANTOR CALCULATOR”
- “INDUCTANCE COMPESANTOR CALCULATOR”
- “TWEETER ALTERNATOR CALCULATOR”

Rupabentuk rangkaian litar boleh dilihat pada lampiran 8, 9, dan 10.

## **2.9 Rangkaian Lintasan**

Rangkaian lintasan, ia adalah rangkaian yang terdiri daripada pemuat, peraruh dan perintang yang disusun diatas papan litar didalam kotak pembesar suara yang bertujuan untuk membahagikan isyarat masukan dari penguat kuasa kepada jalur frekuensi bagi setiap unit pemacu pembesar suara. Sebagai contoh bagi pembesar suara dua hala, rangkaian lintasan akan memasukkan frekuensi tinggi (treble) ke “tweeter” dan “midrange / bass” ke kon utama unit pemacu.

### **2.9.1 “1<sup>st</sup> Order Butterworth Crossover”**

Ini merupakan rangkaian lintasan asas dimana ia menghasilkan kecondongan potong (cutoff slopes) sebanyak 6 dB per oktaf dan ia juga disarankan untuk semua jenis penggunaan daripada kuasa rendah ke kuasa sederhana.

### **2.9.2 “2<sup>nd</sup> Order Butterworth Crossover”**

Rangkaian lintasan ini tidak disarankan tetapi ia membenarkan pengawalan kuasa tinggi untuk “tweeter” berbanding dengan jenis “1<sup>st</sup> Order” dimana ia memberikan kecondongan potong sebanyak 12 dB per oktaf.

### **2.9.3 “3<sup>rd</sup> Order Butterworth Crossover”**

Ini merupakan rangkaian lintasan yang sesuai untuk sistem pembesar suara berkuasa tinggi. Ia memberikan kecondongan potong sebanyak 18 dB per oktaf dan ia memberi perlindungan terhadap subsistem berfrekuensi tinggi.

### **2.9.4 “1<sup>st</sup> Order Series Crossover” (Quasi 2<sup>nd</sup> Order)**

Rangkaian lintasan ini amat disarankan untuk semua jenis penggunaan kerana keringkasannya serta keberkesanannya. Ia menghasilkan kecondongan potong sebanyak 12 dB per oktaf dalam julat frekuensi lintasan yang kritikal tetapi kira-kira melebihi satu oktaf ia kembali kepada kecondongan 6 dB per oktaf. Rangkaian ini

juga sesuai untuk kegunaan sistem 3 hala dimana subsistem “midrange” digunakan dalam penambahan terhadap “woofer” dan “tweeter”.

### 2.9.5 Pemilihan Frekuensi Lintasan.

Untuk menghasilkan keputusan yang baik dalam merekabentuk sistem pembesar suara, setiap subsistem mesti mempunyai sambutan yang licin sekurang-kurangnya satu oktaf jauh daripada frekuensi lintasan. Dibawah ini disediakan jadual frekuensi lintasan yang disarankan untuk bermacam jenis diameter subsistem:

Jadual 1 : Saranan Frekuensi Lintasan

<b>Diameter Subsitem</b>	<b>Had Atas Konsevatif</b>	<b>Frekuensi Saranan</b>
18"	576 Hz	1.14 kHz
15"	720 Hz	1.48 kHz
12"	863 Hz	1.73 kHz
10"	1079 Hz	2.16 kHz
8"	1.23 kHz	2.46 kHz
6"	1.73 kHz	3.46 kHz
5"	2.16 kHz	4.32 kHz
4"	2.88 kHz	5.76 kHz

## 2.10 “dB SPL”

“dB SPL” adalah ringkasan untuk “decibel Sound Pressure Level”. Ia merupakan pengukuran tentang paras kekuatan bunyi suara. 0dB merujuk kepada skil “SPL” merupakan paras bunyi yang paling rendah dapat didengar oleh manusia, “60dB SPL” merupakan paras bunyi untuk suatu perbualan di ruang tamu dan bagi suatu persembahan konsert rock ia mungkin mempunyai paras bunyi sekitar “120dB SPL”.

Kebanyakan pembesar suara mempunyai skil “SPL” 1W/1m dalam julat antara “80dB” kepada “100dB”. Spesifikasi bagi sesuatu pemacu “SPL” akan menyatakan tentang berapa kuat bunyi sesuatu pemacu apabila kuasa masukan sebanyak 1 watt dimasukkan untuk jarak 1 meter. Kebanyakan pemacu sesuatu pembesar suara itu akan mempunyai julat “SPL” antara “80dB” hingga “90dB”. Secara teori, julat yang paling tinggi (keberkesanan 100%) adalah 112.1dB bagi sesuatu jenis sistem pembesar suara.

### 2.10.1 Penggunaan Skil “dB SPL”

Untuk menentukan frekuensi bagi “-3dB” dan “-10dB” pada suatu keluk sambutan (dalam bentuk graf), perlu menggunakan “0dB Mode”. Ia berguna bagi menunjukkan betapa kuat bunyi yang dapat dihasilkan oleh sesuatu sistem pembesar suara apabila kuasa kemasukan penuh (full power) diberikan atau untuk beberapa

kuasa kemasukan ( $P_{in}$ ) yang berbeza. Selain daripada itu, ia juga berfungsi untuk mengurangkan kuasa bagi sistem dibawah julat kuasa maksima terma bagi sesuatu pemacu. Ini adalah bertujuan untuk mengelakkan dari melebihi had “excursion” pada pemacu.

### **2.11 Kuasa Masukan Maksima “ $P_t$ ”**

Apabila pemacu ditambah, terdapat subsistem dimana kuasa masukan maksima untuk subsistem adalah jumlah kuasa kendalian untuk semua pemacu pada subsistem tersebut. Dengan kata lain apabila terdapat dua pemacu 100 Watt, ini bermakna kuasa masukan maksima yang boleh dikendalikan oleh subsistem tersebut adalah 100 Watt bagi setiap pemacu. Maka jumlah kuasa ialah 200 Watt.

Paras sesuatu bunyi berubah dengan jarak (“inverse square law”) dimana ia akan jatuh sebanyak “6dB” per dua kali jarak. Hukum ini menganggap bahawa jarak pendengaran adalah lebih besar berbanding dengan dimensi bagi pemacu. Hukum ini berlaku jika pembesar suara itu terletak dikawasan terbuka.

### **2.12 Hubungan “Excursion” dan “Input Power”**

Untuk sesuatu subsistem yang menggunakan 2 pemacu maka “excursion” untuk setiap pemacu adalah separuh daripada “input Power” (kuasa masukan),  $P_{in}$ .

### 2.13 Hubungan “Impedance” dan “Number of Drivers”

“Impedance response” yang ditunjukkan merupakan galangan individu bagi sesuatu pemacu. Ia bukan galangan untuk sistem tersebut. Galangan sebenar untuk sistem tersebut adalah berdasarkan konfigurasi pendawaian bagi sesuatu pemacu.

### 2.14 Penyelarasan

Terdapat dua kotak jenis tertutup iaitu “2<sup>nd</sup> Order Closed Box” dan “3<sup>rd</sup> Order Closed Box”. Dalam membuat penilaian untuk kotak jenis tertutup, terdapat beberapa penyelarasan yang perlu telah ditetapkan. Penyelarasan yang ditetapkan ini adalah bertujuan untuk menentukan nilai bagi saiz isipadu kotak jenis tertutup yang digunakan.

Nilai penyelarasan ini juga boleh digunakan untuk “4<sup>th</sup> Order Vented Box”, “4<sup>th</sup> Order Symmetric Bandpass Box”, “5<sup>th</sup> Order Asymmetric Bandpass Box” dan “6<sup>th</sup> Order Symmetric Bandpass Box”. Terdapat 4 jenis penyelarasan yang biasa digunakan, antaranya

- $Q(tc) = 1.0$

Untuk mendapatkan saiz kotak yang kecil dimana ia mempunyai sambutan puncak yang lembut.

- $Q(tc) = 0.707$  (Butterworth alignment)

Untuk mendapatkan sambutan amplitud yang rata.

- $Q(tc) = 0.577$  ( Bessel alignment)

Untuk mendapatkan sambutan lambatan yang rata dan ia juga menghasilkan sambutan fasa yang paling linear.

- $Q(tc) = 0.500$

Untuk mendapatkan sambutan langkah yang tidak melebihi had. Nilai ini sesuai untuk kotak yang besar.

Nilai-nilai  $Q(tc)$  ini perlu ditetapkan terlebih dahulu sebelum penilaian keatas kotak-kotak itu dijalankan. Dengan adanya nilai-nilai  $Qtc$  ini, akan dperolehi nilai-nilai untuk isipadu saiz kotak tersebut ( $V_B$ ).



## **BAB III**

### **KAEDAH**

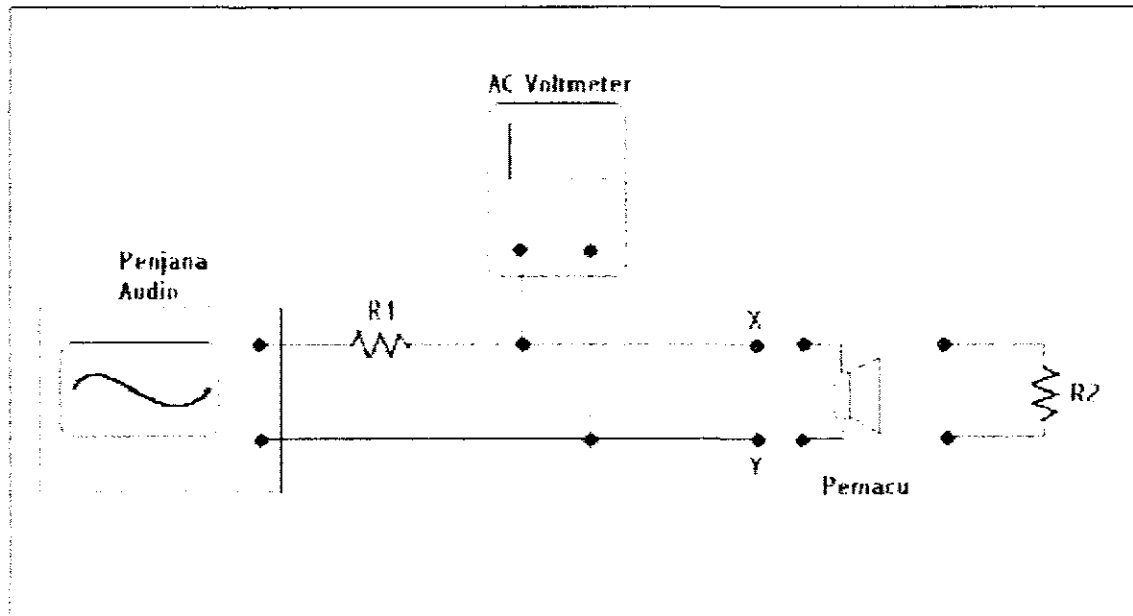
#### **3.1 Mencari Parameter Pemacu**

Terdapat beberapa ujikaji yang perlu dijalankan terlebih dahulu sebelum sesuatu proses mencari nilai sambutan bagi pemacu tersebut. Tiga parameter penting yang perlu diketahui untuk mendapatkan nilai sambutan bagi frekuensi, fasa dan kumpulan lambatan. Tiga parameter tersebut adalah  $f_s$  ( free air resonance),  $Q_{ts}$  ( the total Q of the driver ) dan  $V_{as}$  ( the equivalent compliance volume ).

##### **3.1.1 Peralatan**

- Pemacu 8 inci
- Function Generator (Penjana Audio)
- Digital Multimeter
- Rintangan 1 kilo ohm dan 1250 ohm
- Bekas Plastik “Tupperware”
- Wayar penyambung

### 3.2 Ujikaji untuk mendapatkan $f_s$



Rajah 3.1 : Litar Ujikaji

#### 3.2.1 Kaedah

1. Pemacu dipasang mengikut gambarajah litar diatas.
2. Penjana Audio disetkan pada frekuensi 200 Hz.
3. Julat yang dipilih pada AC voltmeter hendaklah memberikan bacaan pada skala yang paling rendah.

4. Frekuensi yang paling rendah dicari sehingga voltmeter memberikan bacaan yang paling maksima.
5. Frekuensi tersebut direkodkan sebagai  $f_s$ .

### **3.2.2 Keputusan**

Dari ujikaji yang dijalankan, frekuensi yang diperolehi adalah 50 Hz. Maka  $f_s$  adalah 50 Hz.

## **3.3 Ujikaji untuk mendapatkan Galangan**

Ujikaji dijalankan dengan menggunakan gambarajah litar yang sama:

### **3.3.1 Kaedah**

1. Gambarajah litar diletakkan seperti gambarajah litar seperti ujian mencari nilai  $F_s$ .
2. Dengan menggunakan kaedah Ujian ACVM, rintangan R2 digantikan dengan nilai 1250 ohm. Penjana dilaraskan keluarannya bagi mendapatkan 10 unit bacaan pada skala voltmeter AC. (Jika menggunakan julat 0.2 volt, nilai 0.02 volt menunjukkan beban 1250 ohm)

3. Rintangan R2 digantikan balik pada pemacu, bacaan diambil pada 10 Hz kepada 100 Hz, 100 Hz kepada 1000 Hz dan 1000 Hz kepada 10000 Hz. Bacaan direkodkan dalam unit ohm.
4. Graf galangan melawan frekuensi dilakarkan pada kertas graf log.

### 3.3.2 Keputusan

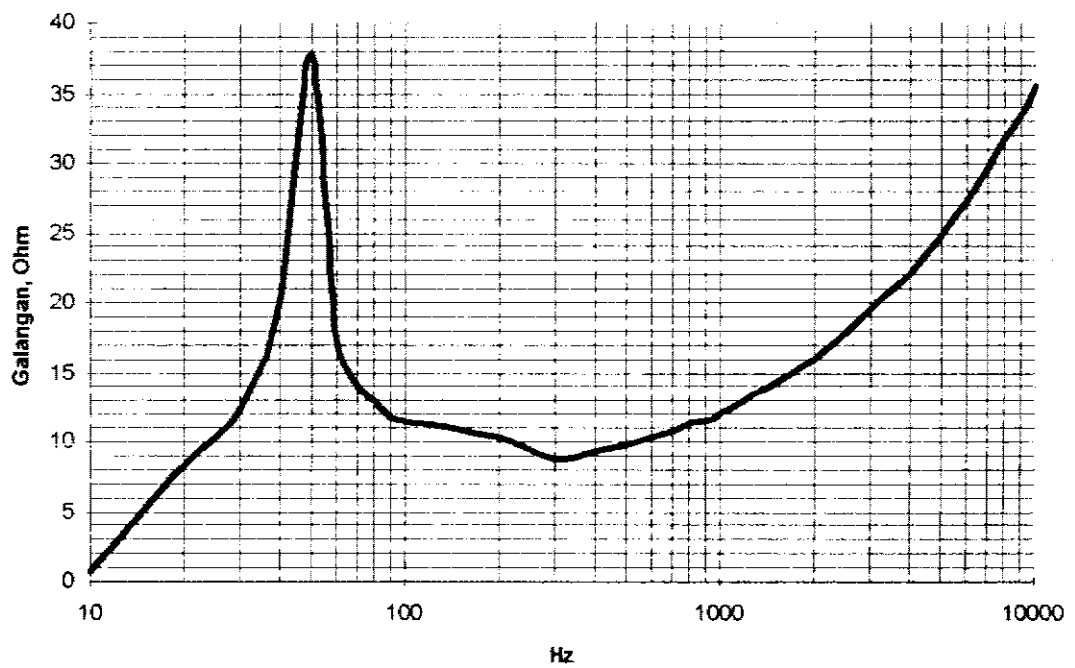
Berdasarkan jadual 1 graf galangan dilakarkan pada graf 1

Jadual 2 : Frekuensi Dengan Ohm

Hz	Ohm
10	0.75
20	8.25
30	12.3
40	20.05
50	37.75
60	17.5
70	14.05
80	13.05
90	11.75
100	11.5
200	10.25
300	8.75
400	9.25
500	9.75
600	10.25
700	10.75
800	11.25
900	11.5

1000	12
2000	16
3000	19.5
4000	22
5000	24.75
6000	27.25
7000	29.5
8000	31.75
9000	33.5
10000	35.5

**Keluk Galangan melawan Frekuensi**



**Rajah 3.2 : Keluk Galangan Melawan Frekuensi Untuk Pemacu**

### 3.4 Ujikaji Untuk Mendapatkan Nilai Q bagi Pemacu

Ujikaji ini juga menggunakan gambarajah litar yang sama:

#### 3.4.1 Kaedah

1. Dengan menggunakan ohmmeter gegelung suara ( voice coil ) diukur dan direkodkan sebagai  $R_E$ .
2. Penjana Audio disetkan pada frekuensi  $f_s$  dan nilai untuk galangan pemacu pada frekuensi tersebut direkodkan sebagai  $Z_{max}$ . Nilai  $r_o$  boleh diperolehi dengan menggunakan formula ini:

$$r_o = \frac{Z_{max}}{R_E} \quad (3.1)$$

3. Nilai  $\sqrt{r_o}$  dicari. Nilai galangan yang dikurangkan dicari menggunakan formula ini:

$$Z' = \sqrt{r_o} * R_E \quad (3.2)$$

4. Frekuensi atas dan bawah dicari dimana galangan pemacu bersamaan dengan  $Z'$ . Frekuensi ini direkodkan sebagai  $f_1$  dan  $f_2$ . Ketepatan frekuensi ini boleh diuji dengan menggunakan formula ini:

$$f_s = \sqrt{f_1 f_2} \quad (3.3)$$

5. Nilai untuk pemacu mekanikal  $Q(Q_{MS})$  boleh diperolehi dengan menggunakan formula ini:

$$Q_{MS} = \frac{f_s * \sqrt{r_o}}{f_2 - f_1} \quad (3.4)$$

6. Nilai untuk pemacu elektrik  $Q(Q_{ES})$  boleh diperolehi dengan menggunakan formula ini:

$$Q_{ES} = \frac{Q_{MS}}{r_o - 1} \quad (3.5)$$

7. Dan nilai untuk keseluruhan  $Q(Q_{ts})$  diperolehi dengan formula ini:

$$Q = \frac{Q_{ES} * Q_{MS}}{Q_{ES} + Q_{MS}} \quad (3.6)$$

### 3.4.2 Keputusan

Dari ujikaji yang dijalankan didapati:

$$R_E = 0.8 \Omega$$

$$Z_{MAX} = 18.875 \Omega$$

$$r_o = 2.776 \Omega$$

$$\sqrt{r_o} = 1.666 \Omega$$

$$Z' = 11.329 \Omega$$

$$f_1 = 28 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 103 \text{ Hz}$$

$$Q_{MS} = 1.111$$

$$Q_{ES} = 0.626$$

$$Q_{TS} = 0.400$$

### 3.5 Ujikaji Untuk Mendapatkan Nilai $V_{AS}$

#### 3.5.1 Kaedah

1. Dengan menggunakan bekas yang sesuai ( bekas yang mempunyai saiz mulut yang sama dengan saiz diameter pemacu).
2. Pemacu ditekan rapat pada mulut bekas tersebut untuk mendapatkan nilai frekuensi baru. Nilai frekuensi tersebut dicatatkan sebagai  $f_{ct}$ .
3. Isipadu bekas tersebut dikira dengan menggunakan kaedah menuangkan air kedalam bekas sehingga penuh. Isipadu air tersebut bersamaan dengan isipadu bekas tersebut.



4. Nilai  $V_{AS}$  boleh diperolehi dengan menggunakan formula ini:

$$V_{AS} = 115 \left[ \left( \frac{f_{ct}}{f_s} \right)^2 - 1 \right] V_B \quad (3.7)$$

$V_B$  merupakan isipadu bekas tersebut.

### 3.5.2 Keputusan

Isipadu bekas = 0.0875 kaki padu

Frekuensi Resonan,  $f_{ct} = 154.71$  Hz

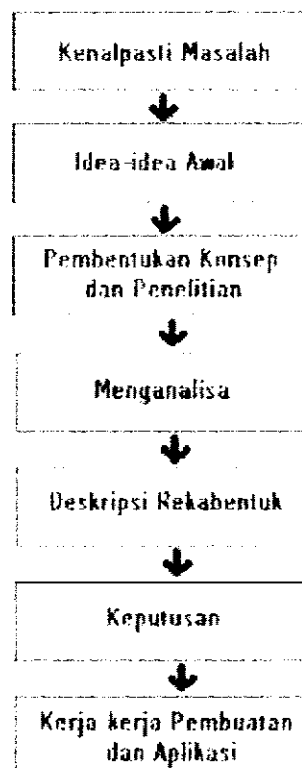
Isipadu Setara,  $V_{AS} = 0.866$

### 3.6 Proses Merekabentuk

Didalam proses merekabentuk komponen kejuruteraan terdapat lima perkara yang perlu dipertimbangkan terlebih dahulu. Perkara itu 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 baik. Dengan adanya perisian Mazspeakerz ini, proses merekabentuk akan dapat memudahkan kerja para pengguna untuk mendapatkan satu sistem pembesar suara yang optima.

### 3.7 Kaedah Merekabentuk.

Terdapat beberapa langkah yang mesti diikuti untuk menjalankan proses merekabentuk pembesar suara ini. Proses serta urutan rekabentuk ini dapat diterangkan secara blok diagram (rajah):



Rajah 3.3 : Blok Diagram

#### 1. Kenalpasti Masalah

Pada peringkat awalnya, masalah-masalah mesti dikenalpasti terlebih dahulu. Pastikan bahan-bahan yang diperlukan untuk merekabentuk pembesar suara samada ia mudah didapati atau tidak.

## **2. Idea-idea Awal**

Dengan adanya idea-idea awal ini, ia akan memudahkan kerja-kerja merekabentuk. Pada peringkat ini, adalah perlu mengetahui cara untuk mendapatkan parameter pembesar suara yang digunakan dan juga mengetahui bagaimana serta apakah yang diperlukan oleh perisian Macspeakerz ini dalam merekabentuk pembesar suara.

## **3. Pembentukan Konsep dan Penelitian**

Parameter pembesar suara yang sudah dikenalpasti dapat membantu pereka dalam proses merekabentuk. Parameter ini dapat memberitahu pereka tentang kesesuaian pembesar suara yang hendak digunakan dalam proses merekabentuk. Penelitian mesti dilakukan untuk mendapatkan satu sistem pembesar suara yang baik.

## **4. Menganalisa**

Pada peringkat ini, perisian Macspeakerz digunakan untuk membantu pereka bagi mendapat rekaan yang optima. Dengan memasukan nilai parameter kedalam perisian ini, analisis dilakukan terhadap pembesar suara tersebut. Analisis yang dijalankan oleh perisian ini adalah bertujuan untuk mendapat sambutan frekuensi yang optima nilai isipadu kotak yang sesuai.

## **5. Deskripsi Rekabentuk**

Setelah mendapat isipadu kotak yang sesuai, kita akan diberi pilihan samada untuk merekabentuk sistem pembesar suara jenis tertutup, jenis berliang atau jenis lepas jalur “band-pass”. Pada ketika ini, kita akan memilih rangkaian lintasan “crossover” yang mesti digunakan sebagai penapis. Perisian Macspeakerz menyediakan empat jenis rangkaian lintasan yang baik.

## **6. Keputusan**

Hasil daripada penggunaan perisian ini digunakan oleh pereka bagi membentuk sistem pembesar suara yang diinginkan. Perisian ini memberitahu pereka tentang ukuran kotak yang digunakan untuk merekabentuk sistem pembesar suara yang dipilih ketika proses deskripsi rekabentuk dilakukan.

## **7. Kerja-kerja Rekabentuk dan Aplikasi**

Pada peringkat akhir ini, segala kerja yang dilakukan mesti mengikut ukuran yang diberikan oleh perisian Macspeakerz. Kesilapan dalam mengikut ukuran itu serba sedikit akan mempengaruhi sambutan frekuensi sistem pembesar suara yang dibina itu. Pada peringkat ini, selain kerja-kerja membina kotak serta memasang pembesar suara, pendawaian lintasan yang dipilih juga dilakukan.

Suatu sistem pembesar yang optima dapat dihasilkan dengan mengikut langkah yang telah diatitkan ini. Langkah-langkah ini perlu dituruti dengan sempurna agar sistem pembesar suara yang dihasilkan dapat memenuhi ciri-ciri keperluan serta objektif asal mereka bentuk.

### **3.8 Keadaah Penggunaan Macspeakerz**

#### **3.8.1 Langkah Pertama**

Mengenalpasti parameter bagi pembesar suara yang digunakan. Parameter seperti  $f_s$ ,  $Q_{ts}$ ,  $V_{as}$ ,  $R_e$  dan  $Q_{ms}$  adalah penting dan perlu diketahui untuk mendapatkan sambutan frekuensi, sambutan fasa, sambutan kumpulan lewatan dan sambutan galangan bagi pembesar suara tersebut. Nilai-nilai ini diperolehi dari ujikaji yang dilakukan terhadap pembesar suara untuk dimasukkan kedalam "Driver Files". Selain daripada itu, parameter lain juga boleh dimasukkan sebagai contohnya nama pengeluar serta model, diameter, galangan nominal, sensitiviti dan berat magnet. Parameter adalah sekadar untuk pengetahuan pengguna sahaja. Parameter ini juga penting bagi perisian Macspeakerz ini untuk mendapatkan isipadu kotak yang sesuai digunakan bagi pembesar suara tersebut.

### 3.8.2 Langkah Kedua

Pada peringkat ini, pemilihan untuk jenis sistem pembesar suara yang hendak direkabentuk dilakukan. Pemilihan terhadap sistem pembesar suara jenis berliang dilakukan dimana ia diberi nama "4<sup>th</sup> Order Vented Box". Nilai  $Q_{tc}$  dan nilai frekuensi kotak yang sesuai dimasukkan untuk mendapatkan jumlah isipadu kotak yang sesuai dengan sistem jenis berliang ini agar sambutan frekuensi yang rata pada puncaknya diperolehi. Analisis untuk mendapatkan sambutan frekuensi yang optima ini boleh dilakukan dengan memilih "Frequency Response" dalam menu "Analysis". Nilai  $Q_{tc}$  yang digunakan ialah 0.547 dan nilai frekuensi kotak yang digunakan ialah 50 Hz. Perisian Macspeakerz telah menggirakan isipadu kotak yang sesuai serta memberikan nilai minima kawasan berliang bagi sistem pembesar suara yang hendak direkabentuk. Isipadu kotak  $V_{ab}$ , ialah 0.9953 kaki padu.

### 3.8.3 Langkah Ketiga

Untuk mendapatkan diameter serta panjang liang yang digunakan, pemilihan terhadap jenis liang dilakukan dengan memilihnye pada menu "Vent". Liang jenis "Two 2 inch i.d Tubes" digunakan kerana ia memberikan nilai kawasan berliang yang paling hampir dengan nilai minima kawasan berliang yang diberikan oleh perisian ini. Penggiraan terhadap panjang liang dilakukan oleh perisian ini dan kita dapati panjang liang yang dicadangkan ialah 4.8 inci.

### **3.8.4 Langkah Keempat**

Dengan mengetahui isipadu kotak yang dicadangkan itu, ukuran kotak boleh diperolehi pada menu “Box”. Pada menu ini, ukuran yang diberikan adalah dalam unit inci. Pengiraan terhadap kedalaman, lebar serta tinggi kotak dilakukan oleh perisian ini. Pengiraan akan dilakukan dimana nilai kedalamannya bersamaan dengan 9 inci, lebar 10.1 inci dan tinggi 18 inci.

### **3.8.5 Langkah Kelima**

Pada peringkat ini, pemilihan lintasan “crossover” dilakukan. Terdapat empat jenis lintasan yang disediakan dalam menu “Crossover” ini. Kita perlu memasukkan data mengenai galangan bagi “tweeter” dan “woofer” serta frekuensi lintasan. Galangan “tweeter” ialah 4 ohm, “woofer” ialah 8 ohm dan frekuensi lintasan bersamaan dengan 2460 Hz. Bagi sistem pembesar suara ini, kita menggunakan lintasan jenis “1<sup>st</sup> Order Series Crossover”. Pengiraan untuk nilai komponen yang digunakan dibuat pada peringkat ini oleh Macspeakerz.

### **3.8.6 Langkah Keenam**

Pada peringkat terakhir ini, hanya kerja-kerja mencetak hasil simulasi dilakukan. Hasil simulasi tentang sambutan frekuensi, sambutan fasa, sambutan kumpulan lewatan dan sambutan galangan dicetak bagi memudahkan kita mengetahui serta melihatnya dengan jelas tentang ciri-ciri pembesar suara itu. Bagi memudahkan kerja merekabentuk kotak dan lintasan, hasil simulasi untuk ukuran kotak dan nilai

komponen lintasan dicetak juga. Hasil simulasi bagi sambutan frekuensi boleh dilihat pada lampiran 11, sambutan fasa pada lampiran 12, sambutan kumpulan lambatan pada lampiran 13 dan sambutan galangan pada lampiran 14.

### **3.9 Pembinaan Pembesar Suara**

Nilai dimensi yang diperolehi dari hasil simulasi perisian ini digunakan untuk menghasilkan pembesar suara yang sebenarnya. Dimensi yang digunakan adalah berdasarkan hasil simulasi untuk kotak jenis "Rectangular" (lihat Lampiran 1). Nilai bagi komponen yang digunakan untuk rangkaian lintasan berdasarkan hasil simulasi yang dijalankan (lihat Lampiran 7).



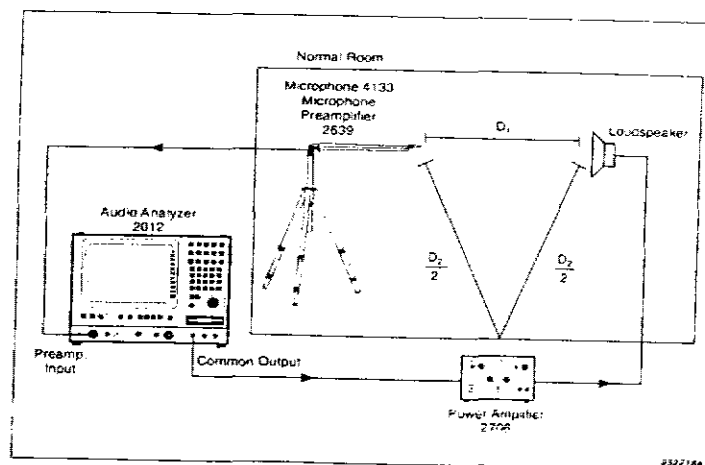
## BAB IV

### ANALISIS

Analisis dilakukan terhadap pembesar suara yang telah siap. Pengukuran untuk mendapatkan sambutan frekuensi bagi pembesar suara dilakukan dengan menggunakan "Audio Analyzer". Alat ini dapat memberikan sambutan frekuensi bagi pembesar suara secara praktikal.

#### 4.1 Peralatan.

1. "Audio Analyzer 2012"
2. "Microphone Type 4133 with Microphone Preampfier 2639"
3. "Power Amplifier AP-6060"
4. Pembesar Suara yang hendak diuji.



Rajah 4.1 : Litar Pengukuran

## 4.2 Kaedah.

1. "Common Output" pada "Audio Analyzer" disambungkan kepada masukan "Power Amplifier" dan keluaran dari "Power Amplifier" disambungkan terus kepada pembesar suara yang hendak diuji. "Condenser Microphone Type 4133" disambungkan kepada "Preamp Input" pada "Audio Analyzer".
2. Berdasarkan gambarajah, jarak bagi  $D_1$  bersamaan 1.00 meter dan jarak bagi nilai  $D_2$  bersamaan 2.00 meter.
3. Pengukuran dijalankan didalam bilik penyerapan.
4. Sebelum pengukuran dibuat "Audio Analyzer" perlu disetkan terlebih dahulu.

### 4.2.1 Menu "Input"

- Input Ch: **Preamp**
- Pol. Voltage: **200 V**
- High Pass: **20 Hz**
- Unit : **Pa**
- dB Ref: **20.0  $\mu$ Pa**
- Sens: **12.5mV/Pa**

**-38.6dB**

- Cal Input: **1.00 Pa**  
**93.98 dB**
- Ref Freq: **1.000 kHz**

#### 4.2.2 Menu “Output”

- Generator: **F1**
- Unit: **V**
- dB Ref: **1.000 V**
- Sens: **1.0000V/V**  
**0.0000 dB**
- Weighting: **Off**
- Ref Freq: **1.000 kHz**

#### 4.2.3 Menu “Time Selective Resp”

- Response: **Relative**
- Mode: **Zoom Fund**
- Start Freq: **10.000 Hz**
- Stop Freq: **20.01 kHz**
- Time Range: **10 ms**

- Delay: **0.000s**
- Sweep Time: **0.50s**
- No of Averages: **2**
- Interim Update: **On**
- Pause: **0.00s**
- Cond Tone: **0.00s**

#### **4.2.4 Menu “Steady State Resp”**

- Response: **Relative**
- Sweep: **Log Iso**
- Start Freq: **10.00 Hz**
- Stop Freq: **20.001 kHz**
- Iso Series: **R40**
- Avg: **Complex Adapt**
- Detect. Band: **1.00 dB**
- Detect. Delay: **10 ms**
- Det. Max Time: **800 ms**
- **Display Graph A & B**
- **Graph A: Curve & Text**
- **Graph B: Curve & Text**

#### 4.2.5 Menu “Graph”

- Source A: **Buffer**
- Source B: **Source A**
- Z: **1**
- Curve Colour: **1**
- Opr: **XY Axes Graph A**
- Func: **Freq Response**
- Coord: **Magnitude**
- Smoothing: **Off**

#### 4.2.6 Pada “Page 2”

- Grid: **Fine**
- X Axis: **Log**
- Y Axis: **dB Aut Scal**
- Y Range: **60.00 dB**
- Y unit: **Pa**
- dB Ref: **20.00  $\mu$ Pa**
- Axis Ratio: **Maximum**

Pada "**Page 1**" untuk melihat graf "**Time Response**"

- Opr: **XY Axes Graph B**
- Func: **Time Response**
- Coord: **Magnitude**
- Freq Window: **Rect**

#### 4.2.7 Pada "**Page 2**"

- Grid: **Fine**
- X Axis: **Lin Aut Scal**
- Y Axis: **dB Aut Scal**
- Y Unit: **Pa/s**
- dB: **20  $\mu$ Pa/s**

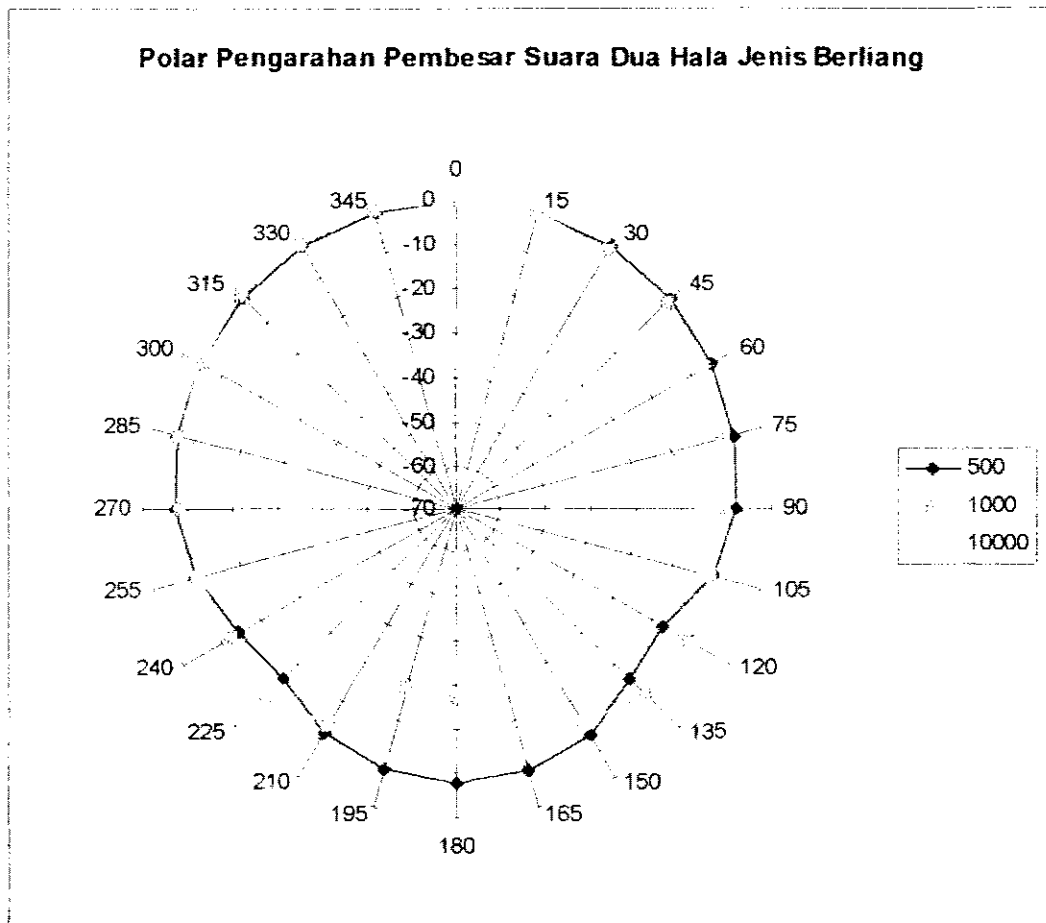
#### 4.2.9 Plot Polar Pengarahan

Bagi mendapatkan polar pengarahan bagi sistem pembesar suara yang dibina ini, kaedah yang sama dijalankan. Pertambahan hanya dilakukan ketika mendapatkan sudut yang berubah-ubah. Dengan menggunakan alat yang boleh menyelaraskan sudut yang diperlukan, sambutan frekuensi bagi setiap sudut serta pada frekuensi tertentu iaitu pada frekuensi 500 Hz, 1000 Hz dan 10000 Hz diambil. Keputusan bagi polar

pengarahan ini boleh dilihat pada jadual 1 dimana dari jadual plot polar pengarahan boleh diperolehi. ( Gambarajah 2 )

Jadual 3 : Polar Pengarahan

Sudut	500 Hz	1000 Hz	10000 Hz
0	-0.19	-0.2	-26.39
15	-0.55	-0.68	-23.19
30	-1.59	-2.16	-31.2
45	-2.92	-4.18	-31.61
60	-4.35	-6.3	-38.5
75	-5.85	-8.28	-40.78
90	-7.82	-10.47	-47.23
105	-11.18	-11.81	-58.55
120	-16.91	-10.48	-56.91
135	-15.73	-10.42	-56.48
150	-10.85	-14.26	-60.57
165	-8.29	-30.32	-63.81
180	-7.6	-26.78	-58.98
195	-8.53	-28.27	-52.55
210	-11.25	-13.86	-48.06
225	-15.48	-10.03	-44.32
240	-14.19	-11.91	-43
255	-10.13	-10.52	-39.52
270	-7.46	-8.1	-34.01
285	-5.7	-6.12	-33.36
300	-4.29	-4.14	-26.37
315	-2.82	-2.17	-24.41
330	-1.45	-0.77	-23.9
345	-0.55	-0.2	-26.46



### 4.3 Keputusan

Graf bagi sambutan frekuensi dipaparkan setelah butang "Start" ditekan semasa paparan "Time Selective Response". Berdasarkan graf yang dipaparkan ( lihat Gambarajah 3.1 dan 3.2 ), didapati graf yang dihasilkan itu tidak sama dengan graf sambutan frekuensi ( lampiran 11) yang diperolehi daripada penggunaan perisian "Macspeakerz". Julat bagi graf sambutan frekuensi yang diperolehi adalah antara 10 Hz hingga 1000 Hz dimana ia merupakan julat frekuensi rendah. Perisian

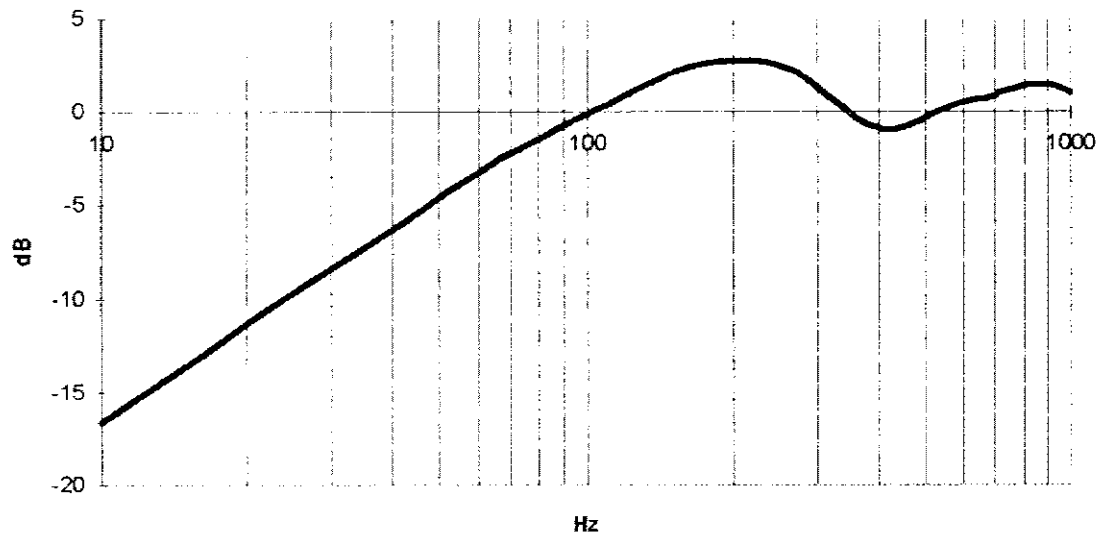


“Macspeakerz” hanya mngeluarkan graf sambutan frekuensi berjulat rendah (10 Hz hingga 1000 Hz).

Dengan merujuk graf sambutan frekuensi ( lampiran 11) yang dihasilkan oleh perisian “Macspeakerz”, didapati nilai dB menurun sedikit pada frekuensi antara 80 Hz hingga 180 Hz. Pada graf sambutan frekuensi yang diperolehi secara praktikal ( gambarajah 3.1 dan 3.2 ), didapati nilainya sentiasa berubah pada setiap frekuensi antara 80 Hz hingga 180 Hz. Perkara ini adalah biasa kerana hasil yang diperolehi secara praktikal tidak akan sama seratus peratus dengan hasil secara teori. Kemungkinan hasil yang diperolehi secara praktikal ini dipengaruhi oleh kesan pendawaian yang tidak sempurna, komponen yang digunakan untuk membuat rangkaian lintasan serta nilai parameter yang diperolehi.

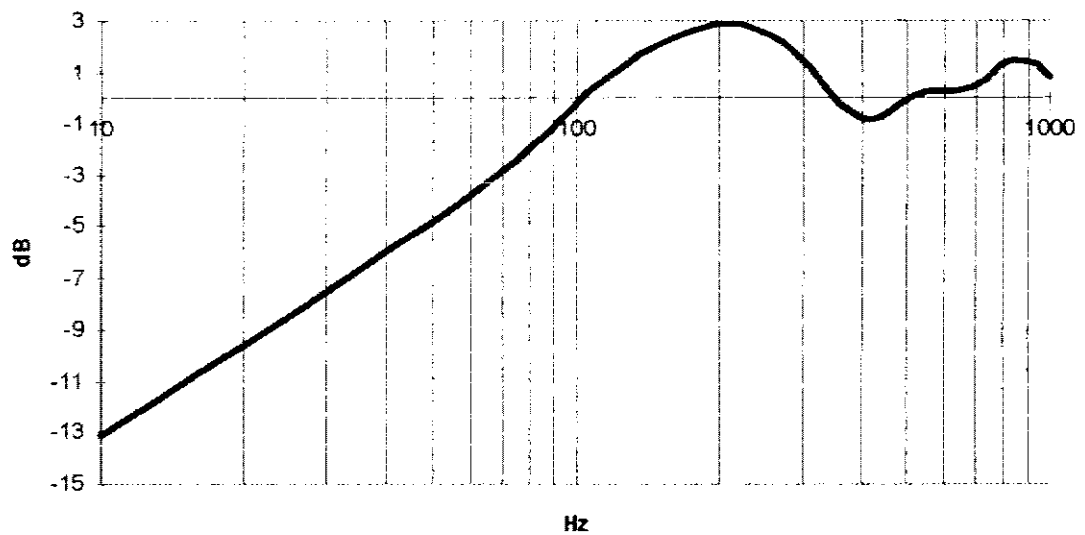
Hasil ujian yang dijalankan terhadap pemacu bagi mendapatkan parameternya tidak dapat disahkan kerana pengeluar pemacu tidak memberikan parameter sebenar bagi pemacu. Parameter yang betul perlu dimasukkan kedalam fail parameter sebelum pengiraan untuk mendapatkan sambutan frekuensi , kumpulan lambatan, galangan dan fasa. Parameter yang tidak tepat akan mempengaruhi hasil sambutan apabila ujian dilakukan terhadap pembesar suara yang telah siap dibina.

### Sambutan Frekuensi Pembesar Suara 1



Rajah 4.3 : Sambutan Frekuensi Pembesar Suara 1

### Sambutan Frekuensi Pembesar Suara 2



Rajah 4.4 : Sambutan Frekuensi Pembesar Suara 2

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN CADANGAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Secara keseluruhannya, projek ini mencapai tujuannya untuk menghasilkan satu sistem pembesar suara dua hala jenis berliang. Seni pembuatan sistem pembesar suara bukanlah satu perkara yang boleh dipandang mudah oleh kebanyakan orang. Pengetahuan amat diperlukan bagi menghasilkan satu sistem pembesar suara yang boleh memberikan satu persembahan yang optima.

Secara amnya, sistem pembesar suara ini dilihat sebagai satu sistem yang mudah dan setiap orang boleh membinanya dengan pengetahuan yang mendalam. Sebenarnya, sistem pembesar suara merupakan satu sistem yang kompleks untuk dipelajari. Banyak perkara yang perlu dititikberatkan dalam proses pembinaan sistem pembesar suara dimana ia mengambilkira pengaruh dari segi parameter, bahan yang digunakan, jenis kotak dan fungsi pembesar suara.

Dengan penggunaan "MacSpeakerz" dalam merekabentuk satu sistem pembesar suara, ia dapat membantu pereka dalam banyak hal.

### **5.1.1 Kelebihan “MacSpeakerz”**

“MacSpeakerz” membantu pereka dalam memudahkan kerja merekabentuk sistem pembesar suara yang diinginkan. Pengiraan terhadap dimensi kotak, isipadu kotak, jenis kotak serta nilai komponen lintasan dilakukan oleh perisian ini bagi mendapatkan satu hasil yang baik. Selain daripada itu ia juga membantu pereka dalam mendapatkan graf sambutan frekuensi, sambutan galangan, sambutan kumpulan lambatan serta sambutan fasa secara teori bagi sistem pembesar suara yang direkabentuk.

Secara keseluruhannya, perisian ini memberi peluang kepada pereka untuk menghasilkan satu sistem pembesar suara yang dapat memenuhi citarasa pereka.

### **5.1.2 Kelemahan “MacSpeakerz”**

Penggunaan perisian ini terhad kepada komputer jenis Macintosh sahaja dan ini menyebabkan penggunaannya terbatas kepada pengguna komputer jenis Macintosh sahaja. Ini menyebabkan penggunaan perisian ini tidaklah meluas dikalangan pelajar kerana pendedahan keatas pelajar adalah digalakkan. Data mengenai pemacu yang disediakan oleh perisian ini adalah data bagi pemacu yang terdapat di luar negara, maka proses mencari parameter perlu dijalankan terlebih dahulu. Ini kerana kebanyakan pemacu yang terdapat didalam negara ini tidak mempunyai parameter yang lengkap.

## 5.2 Cadangan

Penggunaan perisian ini perlu diperluaskan lagi kepada pelajar-pelajar kejuruteraan elektrik kerana proses merekabentuk ini dapat membantu pelajar dalam memberikan keyakinan mereka sebagai seorang pelajar. Melalui proses penyelidikan dan pembangunan, penggunaan perisian ini dapat diperbaiki lagi bagi menghasilkan sistem pembesar suara berlainan jenis. Penggunaan perisian ini boleh diperluaskan lagi kepada pengguna komputer jenis IBM dimana perisian "WinSpeakerz" telah dilancarkan. Penggunaan perisian dapat memperluaskan lagi penggunaannya kerana penggunaan komputer jenis IBM amatlah meluas dikalangan pelajar.

Penggunaan perisian ini juga dapat membuka peluang perniagaan. Dengan bantuan perisian ini, kos merekabentuk dan membina sistem pembesar suara dapat dikurangkan. Modal yang dikeluarkan untuk menghasilkan satu sistem pembesar suara adalah lebih rendah jika dibandingkan dengan satu sistem pembesar suara yang dibeli dari kedai audio.

## BIBLIOGRAFI

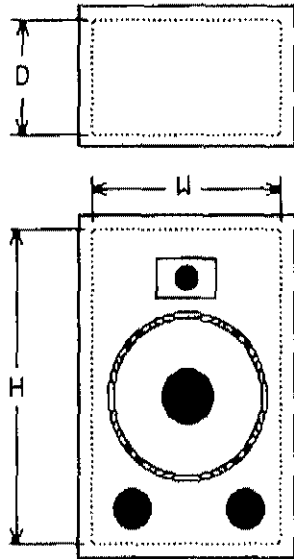
1. Benson, K Blair, 1988 **"Audio Engineering Handbook"**, McGraw Hill, New York.
2. Cohen, Abraham B; **"Hi-fi Loudspeakers and Enclosure"**, John F. Rider Publisher, Inc. New York.
3. David B. Weems, 1990; **"Great Sound Stereo Speaker Manual With Projects"**, McGraw Hill, New York
4. David B. Weems, 1997, **"Designing, Building, and Testing Your Own Speaker System with Projects"**, McGraw Hill, New York.
5. Gordon McComb, Alvis J. Evans, Eric J. Evans; 1991; **"Building Speaker Systems - Speakers for Your Listening Pleasure"**, Master Publishing, Inc Texas.
6. Ir Hj Ahmad Khan Hj Said, 1990; **"Pengenalan Akustik"**, Unit Penerbitan Akademik UTM, Skudat Johor
7. John L. Murpny. 1995. **"MacSpeakerz The Speaker Design Toolbox"**. True Image Audio, California.

8. Martin Clifford; 1992; “**Modern Audio Technology, A Handbook for Technicians and Engineer**”, Prentice Hall, New Jersey.
9. Magazine; “**Audio The Equipment Authority**”, January 1996
10. Norazilah Bte Mohd Yusof, 1997, “**Study On Loudspeaker System**”, Tesis, UTM.
11. Vivian Capel; 1994; “**Audio & Hi-Fi Engineer’s Pocket Book**”, Newnes.
12. William R Hoffman; “**Popular Electronic : Design Your Own Loudspeakers**”, February 1994, pg 40-44 and 88.
13. Zabidah bte Muda, 1997; “**Kajian Prestasi Pembesar Suara**”, Tesis, UTM.

## **LAMPIRAN**



## MacSpeakerz Custom Designed Loudspeaker Enclosure



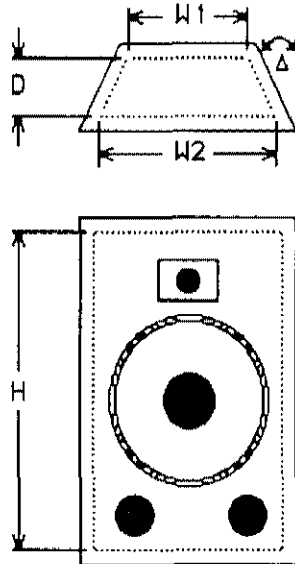
### Box Dimensions:

Internal Height:	<input checked="" type="checkbox"/>	H = 18	inches
Internal Width:	<input type="checkbox"/>	W = 10.111	inches
Internal Depth:	<input checked="" type="checkbox"/>	D = 9	inches

### Box Volume:

Gross Internal Volume	=	.94791	cubic feet
Adjustments:			
Driver Displacement	=	0	cubic feet
Bracing Displacement	=	0	cubic feet
Other Displacement	=	0	cubic feet
V(B) added by Filling	=	5	%
Net Volume	V(B) =	.9953	cubic feet
		28.183	liters

## MacSpeakerz Custom Designed Trapezoidal Loudspeaker Enclosure



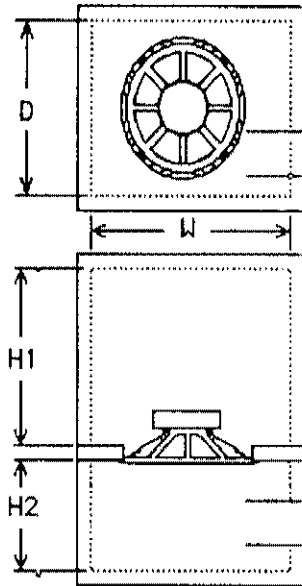
### Box Dimensions:

	Lock	
Internal Height:	<input type="checkbox"/>	H = 19.073 inches
Internal Width 1:	<input type="checkbox"/>	W1 = 9.8358 inches
Internal Width 2:	<input type="checkbox"/>	W2 = 13.74 inches
Internal Depth:	<input type="checkbox"/>	D = 7.2853 inches
Trapezoid Angle:	<input type="checkbox"/>	$\Delta$ = 15 degrees

### Box Volume:

Gross Internal Volume	=	.94791 cubic feet
Adjustments:		
Driver Displacement	=	0 cubic feet
Bracing Displacement	=	0 cubic feet
Other Displacement	=	0 cubic feet
V(B) added by Filling	=	5 %
Net Volume	V(B) =	.9953 cubic feet 28.183 liters

## MacSpeakerz Custom Designed Bandpass Loudspeaker Enclosure



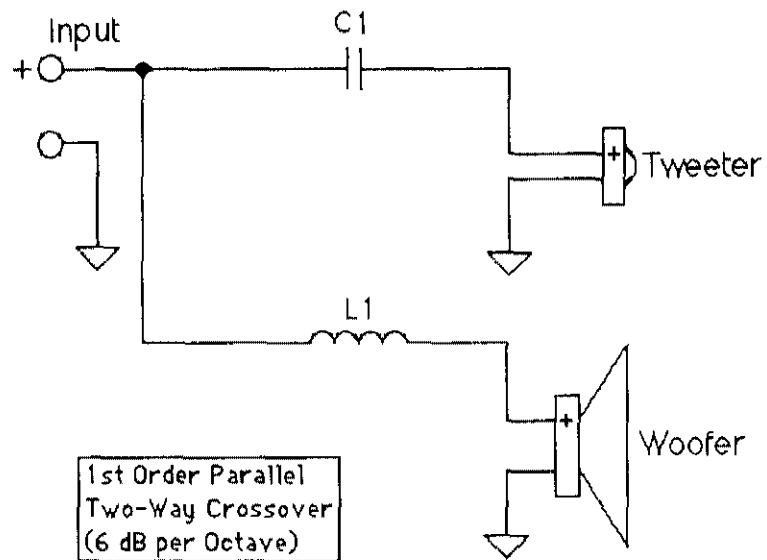
### Rear and Front Box Dimensions:

	Lock	Rear	Front	
Internal Height:	<input type="checkbox"/>	H = 19.073	0	inches
Internal Width:	<input type="checkbox"/>	W = 11.788	-	inches
Internal Depth:	<input type="checkbox"/>	D = 7.2853	-	inches

### Rear and Front Box Volumes:

Gross Internal Volume	=	.94791	0	cu ft
Adjustments:				
Driver Displacement	=	0	0	cu ft
Bracing Displacement	=	0	0	cu ft
Other Displacement	=	0	0	cu ft
V(B) added by Filling	=	5	0	%
Net Volume	V(B) =	.9953	0	cu ft
		28.183	0	liters

## MacSpeakerz Custom Designed 1st Order Butterworth Crossover



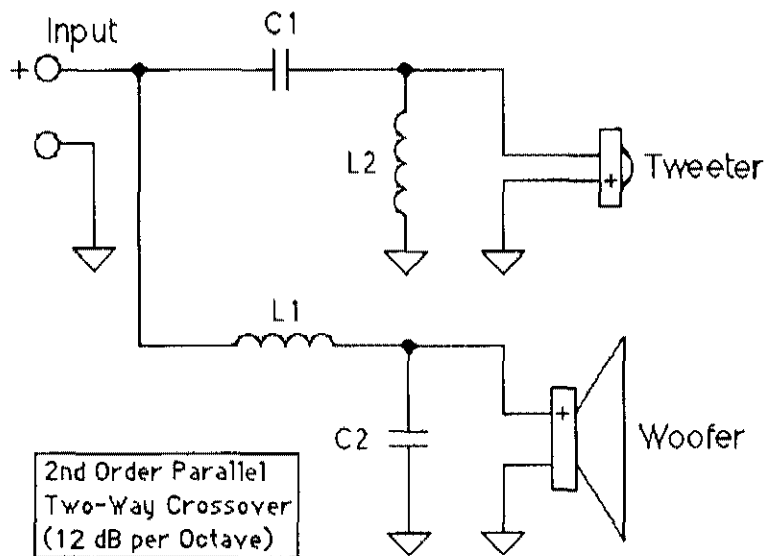
Enter the Following:

Tweeter Impedance	= 8	Ohms
Woofer Impedance	= 8	Ohms
Crossover Frequency	= 2460	Hz

The Component Values are:

C1	= 8,087	microfarads
L1	= .518	millihenrys

## MacSpeakerz Custom Designed 2nd Order Butterworth Crossover



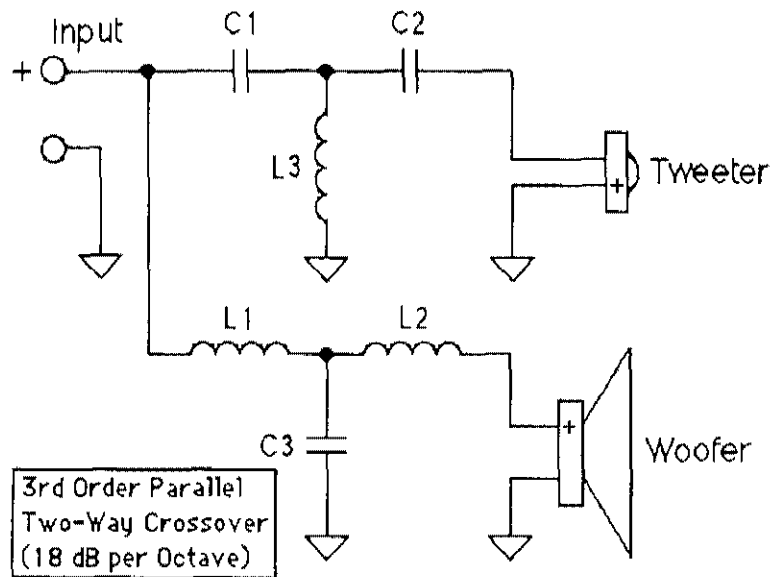
Enter the Following:

Tweeter Impedance	= 8	Ohms
Woofer Impedance	= 8	Ohms
Crossover Frequency	= 2460	Hz

The Component Values are:

C1	= 5,718	microfarads
C2	= 5,718	microfarads
L1	= .732	millihenrys
L2	= .732	millihenrys

## MacSpeakerz Custom Designed 3rd Order Butterworth Crossover



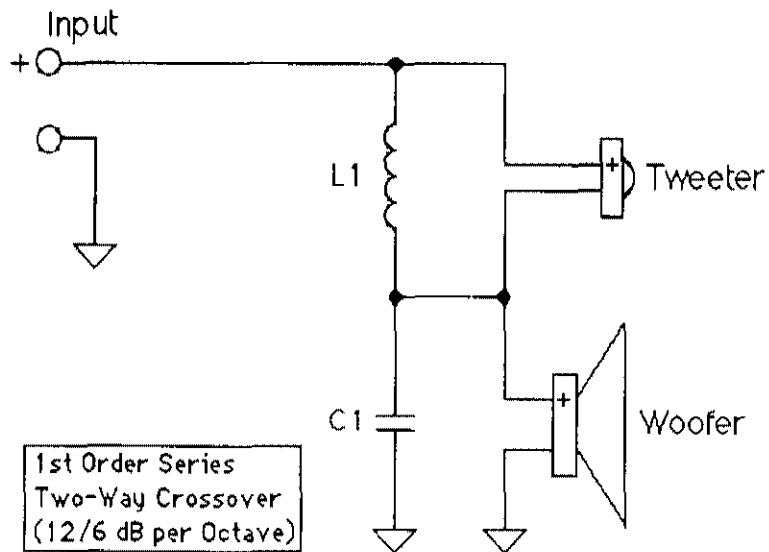
Enter the Following:

Tweeter Impedance	= 8	Ohms
Woofer Impedance	= 8	Ohms
Crossover Frequency	= 2460	Hz

The Component Values are:

C1	= 5.391	microfarads
C2	= 16.17	microfarads
C3	= 10.78	microfarads
L1	= .776	millihenrys
L2	= .259	millihenrys
L3	= .388	millihenrys

## MacSpeakerz Custom Designed 1st Order Series Crossover



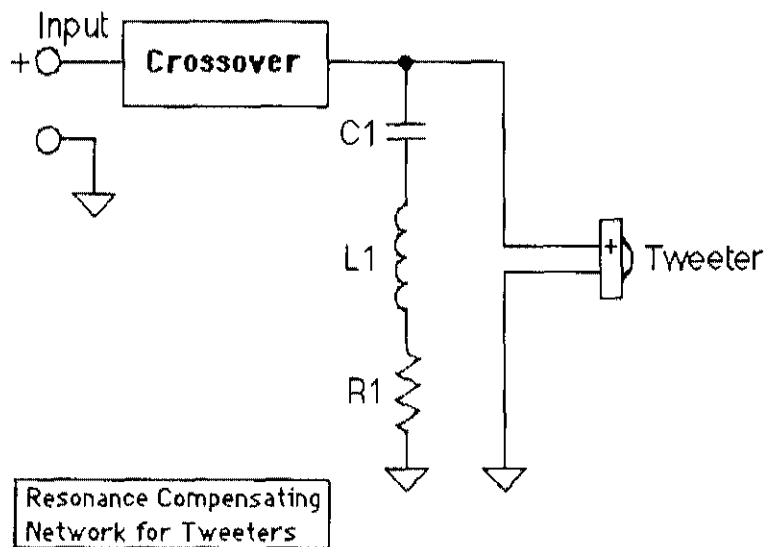
Enter the Following:

Tweeter Impedance	= 8	Ohms
Woofer Impedance	= 8	Ohms
Crossover Frequency	= 2460	Hz
Damping Fact. (Zeta)	= .707	

The Component Values are:

C1	= 11.44	microfarads
L1	= .366	millihenrys

## MacSpeakerz Custom Designed Resonance Compensator Circuit



Enter the Following:

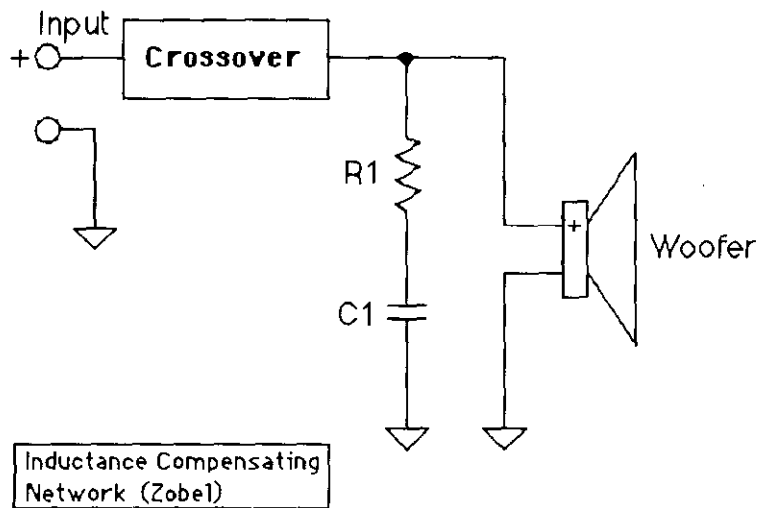
Driver Impedance	= 8	Ohms
Driver F(s)	= 50	Hz
Driver Q(t)	= .707	

The Component Values are:

C1	= 562.78	microfarads
L1	= 18	millihenrys
R1	= 8	Ohms



## MacSpeakerz Custom Designed Inductance Compensator Circuit



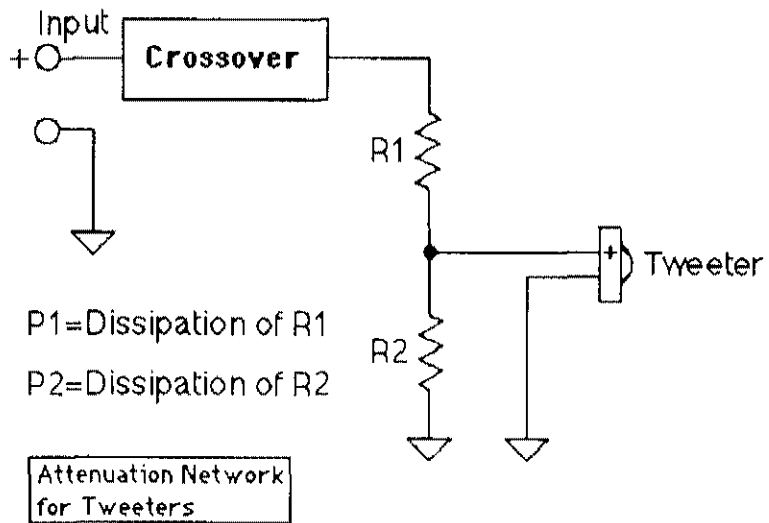
Enter the Following:

Driver Impedance	=	8.5	Ohms
Driver L(e)	=	0	mH

The Component Values are:

R1	=	8.5	Ohms
C1	=	0	microfarads

## MacSpeakerz Custom Designed Tweeter Attenuator

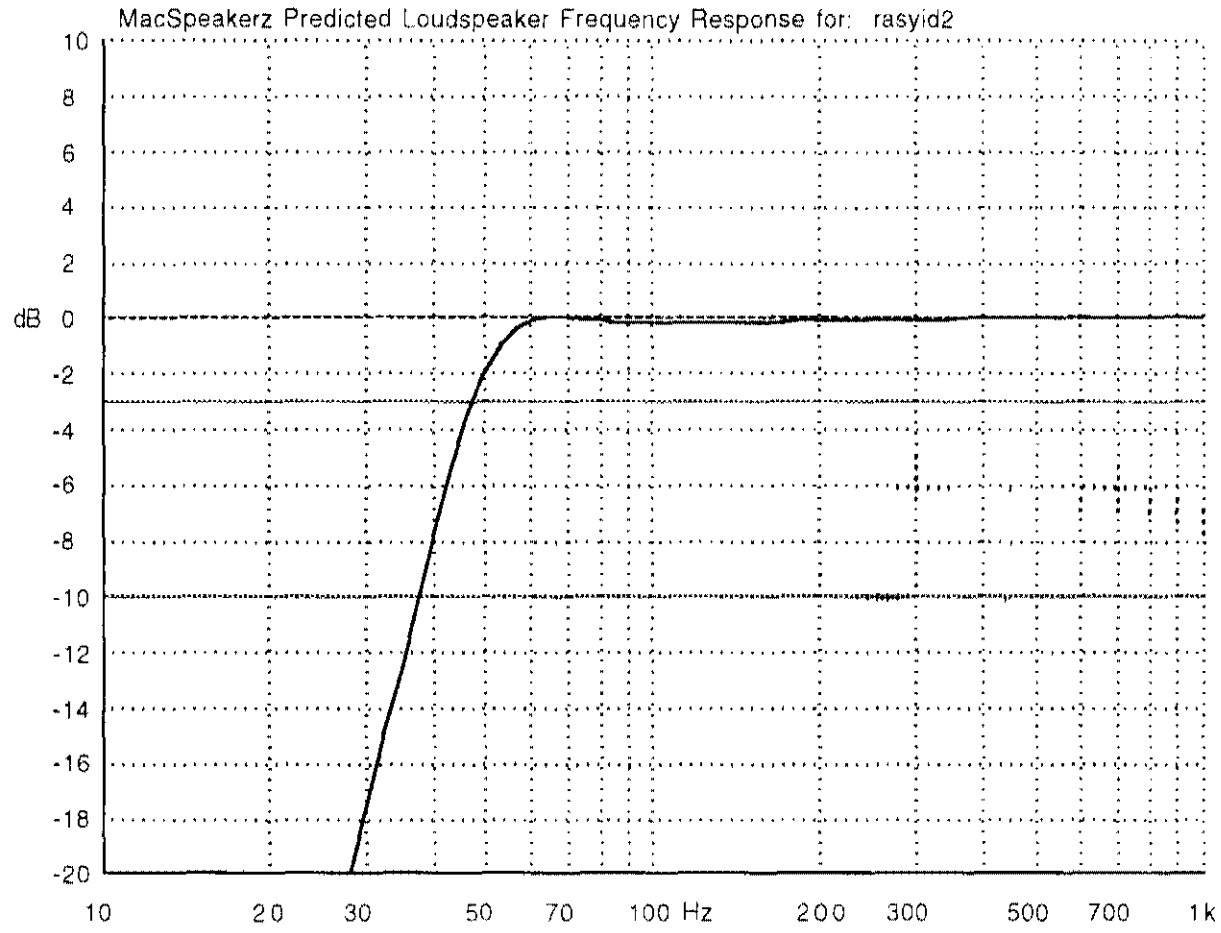


Enter the Following:

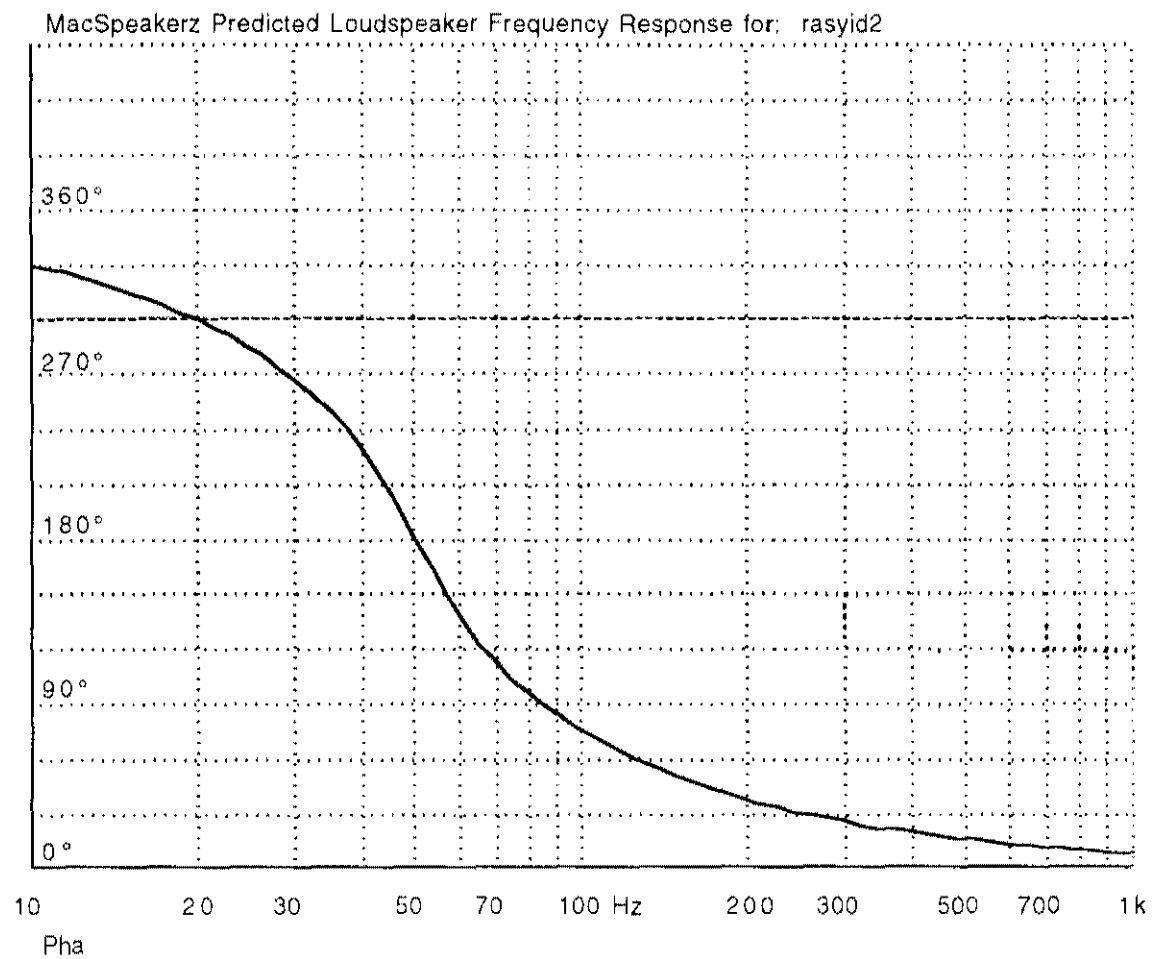
Tweeter Impedance	=	8	Ohms
Max Tweeter Power	=	100	Watts
Desired Attenuation	=	3	dB

The Component Values are:

R1	=	2.336	Ohms
P1	=	58.27	Watts
R2	=	19.39	Ohms
P2	=	41.25	Watts

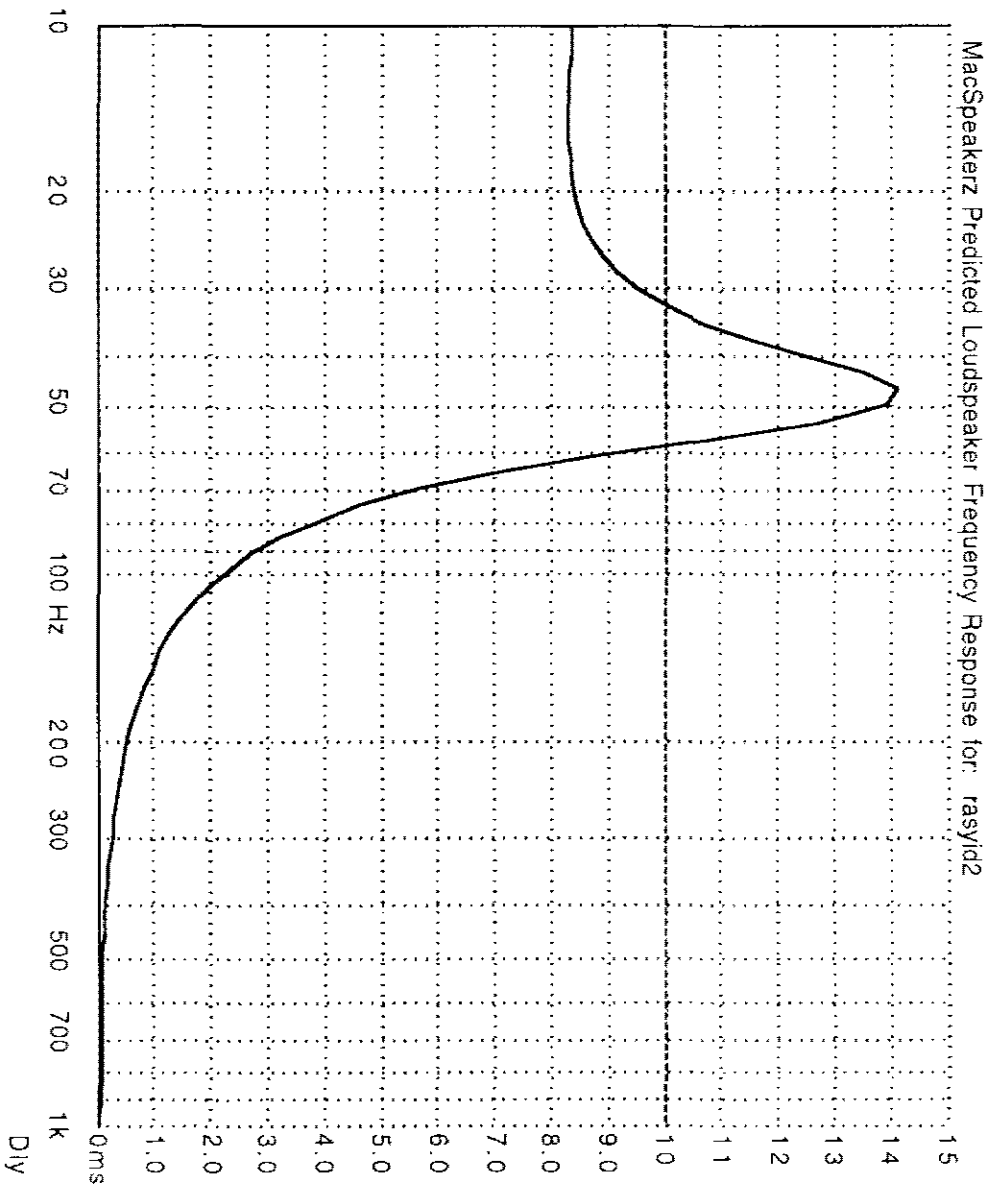


Frq



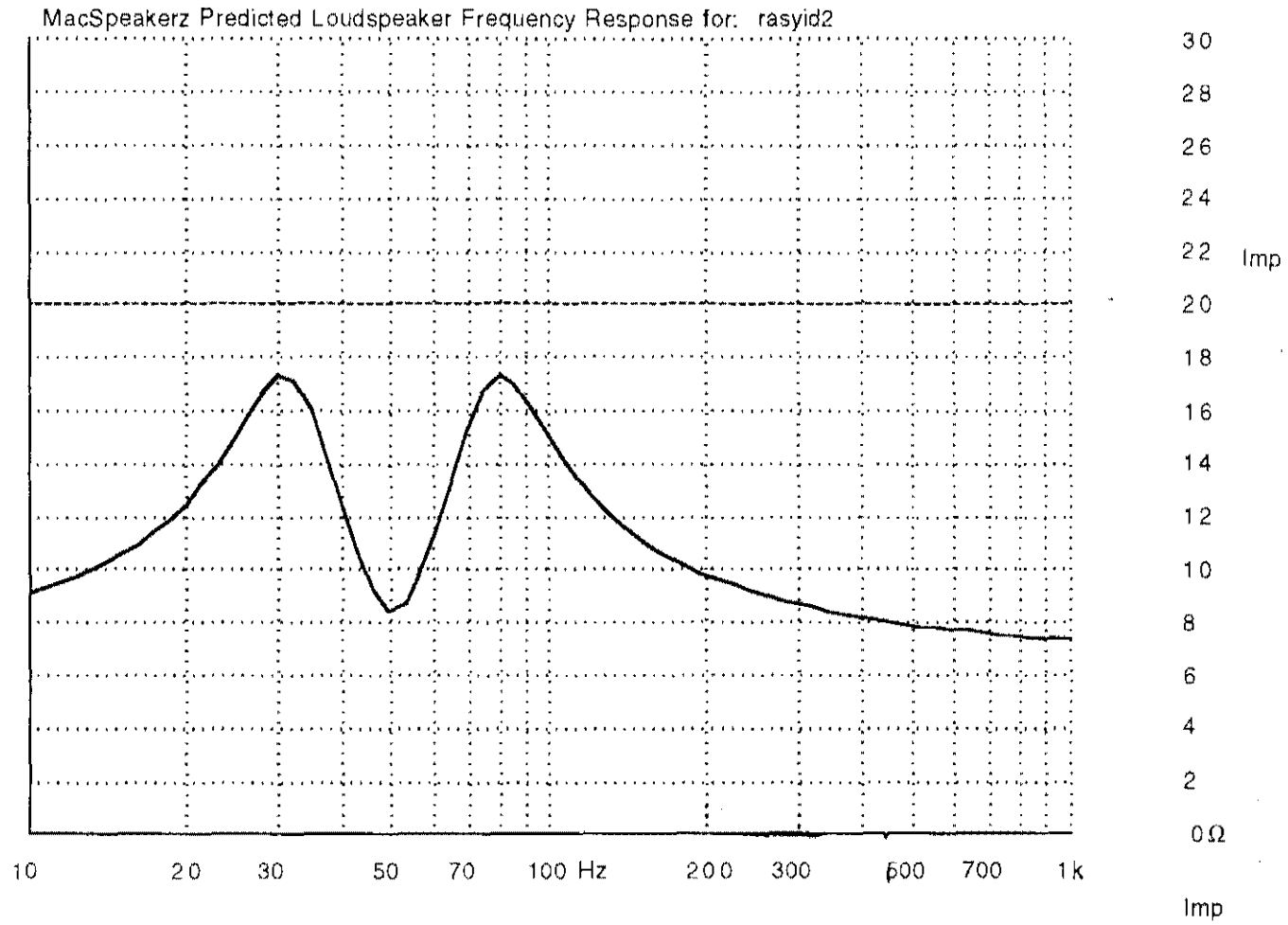
Pha

Lampiran 12 : Sambutan Fasa



DIY

Lampiran 13 : Sambutan Kumpulan Lambatan



Lampiran 14 : Sambutan Galangan