

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS*JUDUL: PENGUJIAN PARAMETER PEMACU PEMBESARSUARA GEGELUNG BERGERAKSESI PENGAJIAN: 1998/99Saya FADZELI BIN HASHIM

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis ini 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

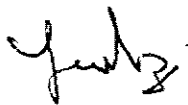
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap : No 368 Jalan 1,Taman Permai, 08000 Sg. Petani,Kedah Darul Aman.EN SHAIKH NASIR B. SHAIKH ABD RAHMAN

Nama Penyelia

Tarikh: 30 / 9 / 98Tarikh: 30 / 9 / 98

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 Lapuran Projek Sarjana Muda (PSM).

**PENGUJIAN PARAMETER PEMACU PEMBESAR
SUARA GEGELUNG BERGERAK**

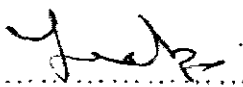
FADZELI BIN HASHIM

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

**FAKULTI KEJURUTERAAN ELEKTRIK
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA**

1998

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

Tandatangan : 
Nama Penulis : FADZEKI B. HASHIM
Tarikh : 30 / 9 / 98

.....

Buat,

Isteriku (Rohaya Ahmad), anak-anakku (Nur Lyana, Muhammad Farhan dan Nur Syazwani): Galakan dan saling mengerti di antara kita selama ini merupakan satu pengorbanan yang tidak ternilai harganya.

PENGHARGAAN

Ucapan ribuan terima kasih diucapkan kepada penyelia projek , Tuan Hj. Shaikh Nasir B. Shaikh Abd. Rahman yang banyak membantu saya dengan memberi tunjuk ajar dan meluangkan masa untuk berbincang tentang masalah yang saya hadapi sepanjang melaksanakan projek ini.

Terima kasih juga kepada kakitangan Makmal Akustik dan juga kepada sesiapa yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan projek ini.

Akhir sekali, harapan saya semoga hidup kita sentiasa diberkati Allah dalam apa jua bidang yang kita lakukan dengan mendapat keredhaanNya.

ABSTRAK

Projek ini bertujuan untuk menentukan parameter yang terdapat pada mana-mana pemacu pembesar suara jenis gegelung bergerak. Dengan ketentuan parameter ini maka pemacu dapat digunakan dengan lebih berkesan lagi di dalam merekacipta sistem pembesar suara.

Pengujian dilakukan dengan mengambil kira penggunaan pemacu yang baru dibeli mahupun pemacu terpakai yang berlainan saiz dengan menggunakan peralatan yang mudah didapati di makmal. Dengan mendapatkan parameter yang lengkap untuk sesuatu pemacu akan memudahkan perekacipta audio untuk merekacipta pengepong atau sistem pembesar suara yang bersesuaian di dalam menghasilkan keluaran audio yang berkualiti.

ABSTRACT

The objective of this project is to determine the parameters of moving coil loudspeaker drivers. With these parameters, this driver can be used more effectively in designing a loudspeakers system.

This experiment is done by taking into account the usage of new and reusable loudspeaker drivers of different sizes using equipment that are easily found in the laboratory. These parameters indeed will simplify the audio designer in designing enclosures or loudspeakers system with quality audio output.

KANDUNGAN

Judul Projek	i
Pengakuan	ii
Dedikasi	iii
Penghargaan	iv
Abstrak	v
Abstract	vi
Kandungan	vii
Senarai Jadual	xii
Senarai Rajah	xiv
Senarai Istilah	xvii
Senarai Singkatan	xx
Lampiran Jadual	46
Lampiran Rajah	60

BAB I : PEMACU PEMBESAR SUARA

1.1	Pengenalan	1
1.2	Objektif	2
1.3	Skop Projek	2
1.4	Keberkesanan Projek	2

BAB II : KAJIAN LATAR BELAKANG	3
2.1 Pengenalan	3
2.2 Teori Pemacu Pembesar Suara	4
2.3 Unit Pemacu Gegeleung Bergerak	6
2.3.1 Gegeleung Suara	7
2.3.2 Magnet	9
2.3.3 Gegendang	10
BAB III : PARAMETER PEMACU	13
3.1 Ciri-Ciri Parameter Pemacu	13
3.1.1 Salunan Pada Gegendang	13
3.1.2 Galangan	14
3.1.3 Turutan	15
3.1.4 Redaman	15
3.1.5 Kecekapan	15
3.1.6 Kadar Kuasa	16
3.2 Jenis Parameter Pemacu	16
BAB IV : PERLAKSANAAN DAN PENGUJIAN	19
4.1 Peralatan Tambahan	19
4.1.1 Litar Pengujian Kekutuban-Redaman & Litar Pengganding	20
4.1.2 Kotak Ujian Piawai	20
4.2 Pengujian Parameter Pemacu	21

4.3	Ujian Kekutuban	21
	4.3.1 Peralatan	21
	4.3.2 Tatacara Pengujian	22
	4.3.3 Langkah pengujian	22
4.4	Ujikaji Mendapatkan Salunan Udara Bebas (f_s), Salunan Dengan Kotak Piawai (f_{ct}) dan Turutan Isipadu Setara (V_{AS})	22
	4.4.1 Peralatan	23
	4.4.2 Tatacara Pengujian	23
	4.4.3 Kaedah voltmeter digital	23
	4.4.4 Kaedah gabungan voltmeter digital dengan osiloskop	24
4.5	Ujikaji untuk mendapatkan Lengkungan Galangan (Z) pada pemacu	25
	4.5.1 Peralatan	25
	4.5.2 Langkah-Langkah Pengujian	25
4.6	Pengujian Q pemacu untuk mendapatkan R_C , Q_{MS} , Q_{ES} dan Q_{TS}	26
	4.6.1 Peralatan	27
	4.6.2 Langkah-Langkah Pengujian	27
4.7	Ujian Aruhan Gelung Suara (L_E)	29
	4.7.1 Peralatan	29
	4.7.2 Langkah-Langkah Pengujian	29

4.8	Ujian Untuk Mendapatkan Keluasan Kon Berkesan (S_D), Jisim Bergerak (M_D), Turutan Suspensi (C_{MS}) Dan Rintangan Mekanikal (R_{MS})	30
4.8.1	Peralatan	30
4.8.2	Langkah-Langkah Pengujian	30
4.9	Mendapatkan Isipadu Pengepong	31
4.9.1	Isipadu Pengepong Tertutup (V_{CB})	32
4.9.2	Isipadu Pengepong Berliang (V_{PB})	32
4.10	Ujian Faktor Daya ($B\ell$)	33
BAB V	: KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	34
5.1	Pengenalan	34
5.2	Galangan (Z) & Salunan (f_s)	35
5.3	Faktor Q Mekanik (Q_{MS}), Faktor Q Elektrik (Q_{ES}) Dan Jumlah Faktor (Q_{TS})	36
5.4	Faktor Daya ($B\ell$) & Rintangan DC Gegelung Suara (R_C)	37
5.5	Keluasan Berkesan Kon (S_D) & Jisim Bergerak (M_D)	38
5.6	Turutan Isipadu Setara (V_{AS})	38
5.7	Aruhan Gegelung Suara (L_E)	39
5.8	Turutan Suspensi (C_{MS}) Dan Rintangan Mekanikal (R_{MS})	39
5.9	Isipadu Pengepong (V_B)	40

5.10	Penggunaan perisian Q-Basic untuk memudahkan pengiraan	41
BAB VI : KESIMPULAN, MASALAH DAN CADANGAN		43
6.1	Kesimpulan	43
6.2	Masalah	44
6.3	Cadangan	45
RUJUKAN		100
Lampiran 1		

SENARAI JADUAL

JADUAL	MUKASURAT
Jadual 4.1 : Dimensi Kotak Ujian Piawai	46
Jadual 4.2 : Bacaan Ujikaji Salunan Udara Bebas (f_s) Dan Turutan Isipadu Setara (V_{AS})	47
Jadual 4.3 : Bacaan Ujikaji Galangan (Z) - Kaedah Multimeter Digital	48
Jadual 4.4 : Bacaan Ujikaji Rintangan DC (R_C), Faktor Q Mekanik (Q_{MS}), Faktor Q Elektrik (Q_{ES}) Dan Jumlah Faktor Q (Q_{TS})	49
Jadual 4.5 : Bacaan Ujikaji Aruhan Gelung Suara (L_E)	50
Jadual 4.6 : Bacaan Ujikaji Keluasan Berkesan Kun (S_D), Jisim Bergerak (M_D), Turutan Suspensi (C_{MS}) Dan Rintangan Mekanikal (R_{MS})	51
Jadual 4.7 : Isipadu Pengepong Tertutup (V_{CB})	52
Jadual 4.8 : Isipadu Pengepong Berliang (V_{PB})	53
Jadual 4.9 : Faktor Daya ($B\ell$)	54
Jadual 5.1 : Helaian Data Model 1	55
Jadual 5.2 : Helaian Data Model 2	56
Jadual 5.3 : Helaian Data Model 3	57

Jadual 5.4 :	Helaian Data Model 4	58
Jadual 5.5 :	Helaian Data Model 5	59

SENARAI RAJAH

RAJAH	MUKASURAT
Rajah 2.1 : Pemacu mengubah tenaga elektrik ke tenaga akustik	60
Rajah 2.2 : Bahagian pada pemacu gegelung bergerak	61
Rajah 2.3 : Jenis dan bahagian pemacu gelung bergerak	62
Rajah 2.4 : Sambutan kuasa gegendang pemacu secara teori	63
Rajah 2.5 : Konfigurasi Magnet Asas	64
Rajah 2.6 : Perhubungan Gegelung/Sela	65
Rajah 2.7 : Corak kearah frekuensi rendah dan tinggi untuk gegendang bulatan bergarispusat D di dalam <i>baffle</i> yang tak terhingga.	66
Rajah 3.1 : Galangan pemacu berubah dengan frekuensi	67

Rajah 4.1	: Litar pengujian Kekutuban-Redaman	68
Rajah 4.2	: Litar pengganding untuk peralatan	69
Rajah 4.3	: Litar gabungan Kekutuban-Redaman & Pengganding	70
Rajah 4.4	: Litar Pengganding & Kekutuban-Redaman di dalam <i>casing</i>	71
Rajah 4.5	: Unit Pengganding & Kekutuban-Redaman yang dibina	72
Rajah 4.6	: Kotak ujian piawai	73
Rajah 4.7	: Kotak ujian piawai dengan penutup boleh di tukar ganti mengikut saiz pemacu	74
Rajah 4.8	: Kotak Ujian Piawai yang siap dibina	75
Rajah 4.9	: Pengujian secara <i>tupperware</i>	76
Rajah 4.10	: Pemacu Model 1	77
Rajah 4.11	: Pemacu Model 2	78
Rajah 4.12	: Pemacu Model 3	79
Rajah 4.13	: Pemacu Model 4	80
Rajah 4.14	: Pemacu Model 5	81
Rajah 4.15	: Litar gabungan di dalam bekas (<i>casing</i>)	82
Rajah 4.16	: Penyambungan ujian kekutuban	83
Rajah 4.17	: Penyambungan unit pengganding dengan peralatan pengujian f_s dan f_{ct}	84
Rajah 4.18	: Peralatan Pengujian Salunan dan Galangan	85

Rajah 4.19	: Penyambungan unit pengganding dengan peralatan pengujian f_s dan f_{ct}	86
Rajah 4.20	: Peralatan Pengujian Salunan dan Galangan	87
Rajah 4.21	: Corak osiloskop pada beberapa titik lengkungan galangan pemacu	88
Rajah 4.22	: Graf galangan pemacu Pembesar suara model 1	89
Rajah 4.23	: Graf galangan pemacu Pembesar suara model 2	90
Rajah 4.24	: Graf galangan pemacu Pembesar suara model 3	91
Rajah 4.25	: Graf galangan pemacu Pembesar suara model 4	92
Rajah 4.26	: Graf galangan pemacu Pembesar suara model 5	93
Rajah 4.27	: Pengukuran garispusat berkesan kon.	94
Rajah 4.28	: Carta rekacipta pengepong tertutup	95
Rajah 4.29	: Carta rekacipta pengepong berliang	96
Rajah 5.1	: Kesan salunan Faktor Q terhadap Sambutan Frekuensi sesuatu pemacu	97
Rajah 5.2	: Kesan perubahan Faktor Daya dan Rintangan Gegendang Suara	98
Rajah 5.3	: Kesan perubahan Jisim Kon	99

SENARAI ISTILAH

Alat penengah (*Centering device*)

Beban-udara (*Air-load*)

Daya (*Force*)

Gegendang (*Diaphragm*)

Bahagian pemacu , yang disambung kepada gelung suara, bergerak untuk mengeluarkan bunyi, selalunya berbentuk kon.

Gegelung bergerak (*Moving coil*)

Prinsip operasi bagi pembesar suara gelung bergerak. Sentuhan magnet kekal kepada gegelung pembesar suara dinamakan isyarat masukan elektrik. Daya electromotive yang terhasil teraruh ke daya gegelung gegendang pembesar suara untuk bergerak.

Gegelung suara (*Voice coil*)

Jisim (*Mass*)

Kadaran Kuasa (*Power rating*)

Kearuhan (*Inductance*)

Kecekapan (*Efficiency*)

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

Kekakuan (*Stiffness*)

Kemuatan (*Capacitance*)

Ketumpatan (*Density*)**Kon (*Cone*)**

Bentuk gegendang pada kebanyakan pemacu pembesar suara.

Pengepong (*Enclosures*)

Satu bekas untuk memasukkan woofer, tweeter atau apa jenis pemacu dalam sistem pembesar suara.

Pengepong berliang (*Ported enclosures*)

Pengepong yang menggunakan gelombang balikan untuk menguatkan *bass*.

Pengepong tertutup (*Closed-box enclosures*)

Pengepong jenis kedap udara yang mengasingkan sepenuhnya gelombang balikan dengan gelombang depan.

Mercu (*Apex*)

Satu tempat pertemuan sudut bagi bentuk kon untuk gegendang

Midrange

Unit pemacu bersaiz sederhana bagi kegunaan frekuensi pertengahan.

Parameter pemacu (*Driver parameters*)

Hakmilik fizikal pemacu yang menentukan kelakuan elektrik dan akustiknya.

Pemacu (*Driver*)

Satu unit pada pembesar suara seperti *tweeter* atau *woofer*

Pembentuk silinder (*Cylindrical former*)**Rangkaian Lintasan (*Crossover Network*)**

Rangkaian yang membahagikan isyarat audio, frekuensi tinggi dihantar ke tweeter dan frekuensi rendah ke woofer.

Redaman (*Damping*)

Bersangkutan dengan pengawalan getaran dengan cara elektrik atau mekanikal

Regangan (*Reactance*)**Sambutan Fana** (*Transient Response*)**Sela-udara** (*Air-gap*)**Sinki-haba** (*Heat-sink*)**Turutan** (*Compliance*)

Darjah kekenyalan gegendang pemacu bila daya dikenakan. Ianya berlawanan dengan kekakuan.

Tweeter

Unit pemacu bersaiz kecil bagi kegunaan frekuensi tinggi.

Woofers

Unit pemacu bersaiz besar bagi kegunaan frekuensi rendah

SENARAI SINGKATAN

B ℓ Faktor daya.

C_{MS} Turutan suspensi pada pemacu.

f_{ct} Salunan pemacu di dalam pengepong tertutup.

f_i Frekuensi salunan pemacu semasa udara bebas

L_E Kearuhan gegelung suara pemacu.

M_D Jisim bergerak pada pemacu.

Q pemacu (Driver Q)

Faktor pembesaran salunan untuk sesebuah pemacu. Pemacu yang mempunyai Q yang tinggi adalah lebih menyalun berbanding dengan yang mempunyai Q yang rendah.

Q_{CB} Faktor Q pengepong tertutup

Q_{ES} Faktor Q elektrik untuk pemacu

Q_{MS} Faktor Q mekanik untuk pemacu

Q_{TS} Jumlah faktor Q pemacu pada salunan udara bebas (f_s)

R_C Bacaan rintangan menggunakan arus DC.

R_{MS} Rintangan mekanik pada pemacu.

S_D Keluasan berkesan kun.

V_{AS} Turutan isipadu setara.

V_B Isipadu pengepong.

V_{CB} Isipadu pengepong tertutup.

V_{PB} Isipadu pengepong berliang.

BAB I

PEMACU PEMBESAR SUARA

BAB I

PEMACU PEMBESAR SUARA

1.1 Pengenalan

Kebanyakan pemacu pembesar suara yang terdapat pada masa ini tidak menunjukkan parameter yang terperinci bagi merekacipta pengepong yang bersesuaian dengan pemacu pembesar suara tersebut. Terdapat banyak pembesar suara murahan yang dibuat dengan tidak mengikut spesifikasi yang sepatutnya, dengan itu kualiti audio yang dihasilkan adalah tidak memuaskan, padahal pemacu pembesar suara ini apabila digabungkan dengan pengepong yang bersesuaian akan menghasilkan audio yang mungkin lebih baik dari sebelumnya.

Di dalam pembelian pemacu pembesar suara di kedai-kedai audio atau elektronik, peniagaanya hanya memerlukan maklumat tentang kuasa dan saiz pembesar suara tersebut apabila kita hendak membelinya, dan pemacu pembesar suara yang diperolehi itu tidak mempunyai maklumat-maklumat yang terperinci apabila kita hendak menggunakan terutama dalam merekacipta pengepong pembesar suara.

Di masa ini kita boleh memperolehi dengan mudah pemacu pembesar suara yang tidak digunakan lagi seperti yang terbuang ataupun dari radio lama. Pemacu pembesar suara ini tidak mempunyai spesifikasi yang dapat membantu kita bagi penggunaan masa hadapan dalam menghasilkan sistem pembesar suara yang berkualiti.

1.2 Objektif

Secara objektifnya projek ini bertujuan untuk menentukan parameter yang terdapat pada mana-mana pemacu pembesar suara jenis gegelung bergerak dengan menggunakan peralatan yang mudah didapati dimakmal. Dengan ketentuan parameter ini maka pemacu ini dapat digunakan dengan lebih berkesan lagi di dalam penciptaan sistem pembesar suara.

1.3 Skop Projek

Secara umumnya pengujian parameter ini dibahagikan kepada 4 bahagian utama :-

- i) Mendapatkan atau membina peralatan tambahan yang diperlukan bagi pengujian pemacu pembesar suara.
- ii) Menjalankan pengujian kepada beberapa jenis pemacu gegelung bergerak dengan mengambil kira keperluan parameter, sama ada untuk merekacipta atau penyelidikan.
- iii) Mendapatkan data dari beberapa pemacu yang berlainan saiz dengan pengujian tersebut.
- iv) Membangunkan satu perisian yang dapat memudahkan penggunaan rumus untuk sesuatu parameter.

1.4 Keberkesanan Projek

Dengan pengujian yang dilakukan, diharapkan parameter pada sesebuah pemacu pembesar suara itu dapat ditentukan dengan cara lengkap dan termudah supaya pemacu ini dapat digunakan semula (bagi pemacu pembesar suara terbuang) atau yang baru dibeli di dalam merekacipta pengepong atau sistem pembesar suara yang bersesuaian supaya penghasilan audionya berkualiti.

BAB II

KAJIAN LATAR BELAKANG

BAB II

KAJIAN LATAR BELAKANG

2.1 Pengenalan

Setiap pembesar suara yang penyebarannya secara terus dipanggil pemacu. Disebabkan permintaan yang banyak untuk pemacu gegandang tunggal untuk tugas julat penuh, hampir kesemua sistem yang mempunyai pemacu yang melebihi 8 inci garispusat adalah jenis sistem berangkai. Sistem ini mempunyai pemacu yang besar untuk frekuensi rendah, selalunya dipanggil *woofer*, dan sekurang-kurangnya satu lagi pemacu untuk frekuensi tinggi yang dipanggil *tweeter*. Kebiasaannya sistem dua hala mempunyai *woofer* dan *tweeter* sahaja, untuk sistem tiga hala mempunyai *woofer*, pemacu julat pertengahan (*midrange*) dan *tweeter*.

Kebanyakan *woofer* mempunyai garispusat sekurang-kurangnya 6½ inci dan direka untuk mempunyai sambutan frekuensi tinggi yang terhad. Had ini diperlukan supaya penyambungan rangkaian lintasan lebih mudah. *Woofer* juga mempunyai salunan pada frekuensi rendah supaya julat *bass* akan bersesuaian apabila pemacu dimasukkan di dalam pengepong.

Pemacu julat pertengahan secara teorinya dianggap tidak penting kerana semua jenis pemacu boleh mengeluarkan frekuensi julat pertengahan. Anggapan ini kurang tepat kerana telinga manusia sensitif kepada perubahan sambutan di dalam frekuensi julat pertengahan.

Tweeter yang terbaik biasanya bergarispusat kecil untuk memberi penyebaran bunyi yang lebih baik berbanding dengan yang bergarispusat besar. Masalah ini tidak berbangkit untuk sistem tiga hala dimana *tweeter* yang lebih besar garispusatnya boleh digunakan. Walau bagaimanapun *tweeter* kecil mestilah disambung menggunakan rangkaian lintasan yang bersesuaian untuk mengekalkan kecekapannya.

2.2 Teori Pemacu Pembesar Suara

Fungsi asas bagi sesebuah pembesar suara adalah untuk menukar isyarat elektrik kepada isyarat akustik dalam bentuk getaran. Isyarat akustik yang dihasilkan harus menyerupai isyarat asal. **(Rajah 2.1)**

Bahagian bekerja bagi sesuatu pemacu adalah gegelung suara, magnet dan gegendang yang terletak pada suspensinya. Apabila arus elektrik melalui dawai, ia akan membina satu medan magnet disekeliling dawai tersebut, dan bagi dawai yang digelung, medan ini akan bertambah kuat. Jika diletakkan gegelung dawai ini di dalam satu medan magnet kekal, medan pada gegelung akan berinteraksi dengan medan magnet kekal dan terjadilah satu daya kepada gegelung. Dengan memasukkan arus AC, medan pada gegelung akan terbina dan runtuh mengikut sambutan pada frekuensi arus. Di dalam pemacu, perubahan pada medan ini yang berinteraksi dengan medan malar magnet kekal menyebabkan gegelung bergerak mengikut sambutan arus. Pergerakan gegelung suara ini akan menyebabkan gegendang bergerak, di mana gerakan ini akan mengujudkan satu tekanan gelombang di udara berhampiran dengan gegendang. Tekanan pada gelombang ini dikenali sebagai bunyi.

Dalam hal sebenarnya perkara ini tidaklah semudah yang disangka kerana ianya memerlukan usaha dan penciptaan untuk menghasilkan gelombang udara yang dapat sampai kepada pendengar seperti isyarat asal. Kesulitan yang dihadapi adalah di dalam pembuatan gegendang dan suspensinya supaya ianya berkeupayaan untuk:-

- i) tindakbalas yang sama rata untuk julat frekuensi penuh, selalunya dalam lingkungan 20Hz ke 20kHz
- ii) mengendali julat dinamik sepenuhnya katakan 80dB.
- iii) menyebarkan gelombang bunyi pada kawasan yang luas pada semua frekuensi untuk menghasilkan bunyi asal kepada telinga pendengar.

Terdapat 3 konfigurasi asas bagi sesebuah pemacu:

- i) Sistem motor transduser yang disambung pada tengah gegendang penyebaran yang kemudiannya dimasukkan ke dalam pengepong untuk penguatan keupayaan panjang gelombang bunyi yang besar berbanding dengan garis pusat gegendang.
- ii) Gegendang diletakkan pada mercu pengubah akustik untuk menambahkan keupayaan berpadu dengan beban udara atau
- iii) Gegendang ini digerakkan permukaannya secara keseluruhan.

Pada masa ini terdapat berjenis-jenis pemacu pembesar suara di pasaran bagi kegunaan yang berlainan contohnya pemacu jenis elektrostatik, pemacu jenis ribbon, pemacu jenis orthodynamic, pemacu jenis gegelung bergerak, pemacu jenis piezo-elektrik dan pemacu jenis ionic. Untuk projek ini, saya lebih mengutamakan pemacu jenis gegelung bergerak kerana ianya paling banyak digunakan dan harganya lebih murah jika dibandingkan dengan yang lain.

2.3 Unit Pemacu Gelung Bergerak

Rajah 2.2 & 2.3 menunjukkan bahagian-bahagian yang terdapat pada unit pemacu gelung bergerak dan merupakan bahagian yang digunakan bagi kebanyakan pemacu yang terdapat di pasaran sekarang.

Gelung suara membaluti sekeliling pembentuk silinder dan bergantung pada bulatan medan magnet. Apabila arus AC melalui gelung dawai ini, ia akan menghasilkan satu daya elektrodinamik disebabkan oleh percantuman di antara medan kekal dari magnet dan medan dari arus yang disalurkan. Daya ini akan bertindak pada kedudukan 90 darjah kepada medan kekal dengan ini menyebabkan gelung dawai untuk berayun ke depan dan ke belakang pada frekuensi yang dikeluarkan oleh arus masukan.

Arah daya ini diberi oleh persamaan berikut:

$$F = B\ell I \quad (\text{N}) \quad [2.1]$$

Di mana B adalah ketumpatan flux (Wb/m^2), ℓ ialah panjang gelung dawai (m) dan I adalah arus (A).

Dari persamaan [2.1] didapati daya adalah berkadar terus dengan ketumpatan flux, arus dan panjang gelung dawai .

Pergerakan gelung dawai itu sendiri tidak menyebabkan pergerakan udara, tetapi kedudukannya yang membaluti sekeliling pembentuk silinder yang terletak di mercu belakang gegendang merupakan pengantara bagi pengeluaran gelombang bunyi itu. Pada kedudukannya gegendang ini diletakkan pada satu alat penengah yang dipanggil lelabah . Lelabah adalah satu bahan anjal yang membolehkan gegendang ini bergerak ke depan dan ke belakang dengan menghalang pergerakan yang tidak menentu.

Kelajuan pergerakan gegelung/gegendang diberi oleh persamaan berikut:

$$V = F/Z \quad (\text{m/s}) \quad [2.2]$$

Di mana F adalah daya dan Z adalah galangan mekanik (mech.- Ω) pembesar suara.

Galangan mekanik merupakan satu fungsi yang kompleks untuk jumlah jisim bergerak iaitu rintangan disebabkan kehilangan geselan pada suspensi dengan pergerakan dan jumlah kekakuan pada suspensi. Secara analogi dengan teori elektrik, keseluruhan sistem ini akan mempamirkan salunan mekanikal pada frekuensi di mana regangan kearuhan jisim dan regangan kemuatan turutan adalah sama (galangan mekanikal adalah paling minima dan bersifat rintangan).

Dalam hal sebenarnya salunan utama terjadi pada frekuensi terendah ke bawah sehingga kita boleh menjangkakan satu sambutan linier. **Rajah 2.4** menunjukkan secara teori sambutan kuasa, f_0 adalah frekuensi salunan asas, di mana jumlah jisim menyalun dengan daya asalan untuk sistem tersebut.

Di bawah f_0 , sistem ini adalah dalam kawalan kekakuan dan keluaran kuasa adalah berkadar terus dengan f_1 , iaitu kejatuhan sebanyak 12dB/oktev. Pada frekuensi melebihi f_0 , sistem ini adalah pada kawalan jisim dan memberi sambutan kuasa yang seimbang kepada f_1 , iaitu kedudukan di mana panjang gelombang dan garis pusat gegendang adalah lebih kurang sama.

2.3.1 Gegelung Suara

Kebiasaannya gegelung suara mengandungi 2 ke 4 lapisan penebat mengelilingi wayar kuperam ataupun aluminium. Kuperam mempunyai ketumpatan yang tinggi dan rintangan elektrik yang rendah, jadi untuk gegelung yang sama besar dan sama rintangan DC, gegelung kuperam biasanya mempunyai lebih lilitan dan kearuhannya lebih besar.

Untuk kecekapan maksima, jisim gelung mestilah sama dengan jisim gegendang dan beban udara dengan kedua-duanya serendah yang mungkin. Pada amnya, kuperam merupakan pilihan yang terbaik, tetapi bilamana sambutan frekuensi tinggi diperlukan, aluminium digunakan kerana ianya mempunyai jisim dan kearuhan yang rendah. Dengan campuran kuperam dan aluminium pengusaha pemacu dapat mengatasi masalah seperti kekuatan mekanik bahan tersebut. Kebiasaannya keupayaan sesuatu pemacu adalah rendah, cuma beberapa peratus sahaja, terutamanya apabila isyarat menghampiri keupayaan kuasa maksima, di mana suhu di dalam gegelung akan meningkat dan seterusnya meningkatkan rintangan pada kadar $0.4\% / ^\circ\text{C}$.

Langkah-langkah yang diambil untuk mengawal kenaikan suhu terutamanya pada aras isyarat yang tinggi dalam pemacu frekuensi tinggi ialah dengan menggunakan *colloidal ferrofluid* di dalam sela magnet. Cecair magnetik ini diletakkan di dalam sela magnet pada garisan medan magnet, ianya dapat mengurangkan suhu gegelung daripada sampai kepada keseluruhan magnet dengan bertindak sebagai sinki-haba. Cecair ini juga membantu di dalam redaman mekanikal untuk sistem ini.

Dawai bersegi ataupun rata digunakan juga selain dari dawai bulat dengan membelitnya secara bersegi dalam satu lapisan sahaja. Dengan cara ini ianya akan menambahkan kepadatan pengalir sebanyak 40% lagi dengan peningkatan keupayaan sebanyak 2dB.

Gegelung suara ini selalunya dibelit pada tiub silinder dan diletakkan pada mercu gegendang. Pada awalnya kertas *Kraft* digunakan sebagai pembentuk tetapi digantikan dengan *nylon* tiruan untuk ketahanan yang lebih kuat dan rintangan kepada suhu. Kaedah ini telah meningkatkan keupayaan suhu maksima dari

100⁰C kepada 150⁰C. Dalam pemacu berkuasa tinggi penggunaan *Kapton*, mica atau gentian fiber telah dapat meningkatkan kekuatan mekanikal dan suhu.

2.3.2 Magnet

Peranan magnet adalah untuk membekalkan ketumpatan flux yang tinggi nilainya, di mana flux ini akan ditumpukan kepada sela udara *anular* yang mana lebarnya cuma cukup untuk menempatkan ketebalan gegelung/pembentuk dan mempunyai ruang untuk bergerak. **Rajah 2.5** menunjukkan dua kaedah di mana magnet bulat dikelilingi dibahagian tepinya dengan plat hadapan. Plat hadapan ini digunakan untuk menghasilkan medan magnet yang cukup kuat pada sela.

Pertambahan keupayaan atau pengurangan saiz magnet atau kedua-duanya adalah hasil daripada penyelidikan untuk mendapatkan bahan magnetik yang lebih berkuasa. Campuran aluminium, nikel dan cobalt telah menghasilkan bahan magnet yang terkenal iaitu "*Alnico*" selain daripada penemuan magnet "*ferrite*".

Peningkatan harga untuk *cobalt* pada tahun 1970, telah menggalakan penggunaan magnet *ferrite* atau *ceramic*, walaupun keupayaan magnetiknya adalah sedikit berkurangan jika dibandingkan dengan *alnico*. Ia memerlukan bentuk geometri yang tertentu, garis pusat yang besar serta ketebalan yang nipis seperti yang ditunjukkan pada **Rajah 2.5a**

Jika gangguan hendak dielakkan pada isyarat yang besar, adalah tersangat penting untuk menentukan panjang gegelung berkesan dalam lingkungan medan magnet adalah malar. Ini boleh didapati samada dengan menetapkan belitan gegelung panjang atau pendek daripada kedalaman sela pada anggaran yang akan membenarkan pergerakan maksima puncak ke puncak (**Rajah 2.6**). Perhatikan juga bahawa kekutuban tengah magnet dan plat atas adalah sama padan dengan kedalaman sela, juga ianya mestilah simetri untuk mengelakkan kebocoran flux pada

sebelah bawah dan atas sela. Kedua-dua kaedah iaitu sistem gegelung panjang dan gegelung pendek adalah bersesuaian untuk pemacu jarak jauh (lebih kuat) di mana gegendang yang besar diperlukan pada frekuensi *bass*.

Walaupun bagaimanapun keupayaan *bass* ini tidak mencukupi jika dibandingkan dengan ukuran gegendangnya. Gegelung pendek adalah lebih linier tetapi ianya lebih mahal disebabkan kepingan atasnya yang tebal dan memerlukan magnet yang lebih besar. Bagaimanapun panjang gegelung dapat dikurangkan pada anggaran satu pertiga pada nilai $B\ell$ yang sama seperti sistem gegelung panjang. Kedua-dua konfigurasi untuk gegelung pendek dan panjang mendapati keupayaannya menurun, contohnya gegelung panjang mengalami pembaziran kuasa pada rintangan disebabkan lebih lilitan gegelung yang tidak digunakan, bagi gegelung pendek pula hanya sebahagian daripada flux magnetik yang digunakan. Dengan memastikan gegelung dan sela adalah sama panjang seperti **Rajah 2.6c** adalah kaedah yang berkesan untuk gangguan yang kecil contohnya untuk unit pertengahan (*midrange*) dan *tweeter*, di mana ketebalan plat atas adalah empat kali ganda lebih besar daripada perubahan puncak.

2.3.3 Gegendang

Gegendang pemacu selalunya berbentuk kon, ianya menyatukan pergerakan di antara gegelung suara dengan beban udara dan ianya mestilah cukup besar untuk menukarkan tenaga mekanik kepada tenaga akustik pada keupayaan frekuensi yang dipilih. Kuasa yang disebarkan itu adalah berkadar terus dengan isipadu udara yang digerakkan dengan gerakan mengepam (contohnya seperti *piston*) yang dilakukan oleh gegendang. Dalam hal yang sebenarnya untuk penyebaran kuasa yang tertentu, perubahan gegendang adalah berkadar songsang dengan luasannya. Adalah

menjadi satu harapan jikalau sesuatu pemacu yang mempunyai kon yang kecil dapat digunakan pada frekuensi rendah dengan kuasanya tersebar jauh.

Sesuatu gegendang pemacu yang bersesuaian sepatutnya ringan dan kukuh buatannya untuk menghadapi gerakannya yang ke depan dan ke belakang. Dalam kita menentukan keberkesanannya bagi pengeluaran kuasa akustik, bentuk dan keluasannya juga akan menentukan corak penyebaran kuasa tersebut. **Rajah 2.7** menunjukkan pengarahannya bagi gegendang yang berbentuk bulat yang diletakkan di dalam *baffle* pada dua nilai nisbah panjang gelombang/garis pusat yang berbeza. Kita dapat perhatikan, iaitu pada frekuensi yang rendah, katakan, panjang gelombangnya empat kali ganda dari garispusatnya, kita lihat yang penyebarannya lebih meluas (hemisfera). Jika nisbah panjang gelombang/garispusat dikurangkan iaitu pada frekuensi yang lebih tinggi, corak penyebarannya adalah sempit dan mengarah ke hadapan. Daripada contoh (**Rajah 2.7**), diperhatikan yang pergerakan bunyi dari kon, balikan dari bingkai, gelombang berdiri ataupun tahap keanjalan kon akan menyebabkan pengurangan keupayaan keberkesanan garispusat gegendang pada frekuensi tinggi.

Tidak terdapat satu bahan pun yang betul-betul bersesuaian untuk digunakan pada semua jenis gegendang pemacu pembesar suara. Secara tradisinya kertas telah membuktikan keupayaannya untuk memenuhi ciri-ciri sebagai gegendang kerana ianya ringan dan kukuh. Di samping itu ianya dapat dibentuk dalam apa cara bentuk pun dengan ketebalan yang berbeza. Penggunaan kepingan besi sebagai gegendang juga ada kebaikan dan keburukannya, kerana didapati nada yang keluar darinya adalah lebih tinggi dan ianya bersesuaian untuk kegunaan yang tertentu sahaja.

Bentuk kon yang terdapat pada gegendang adalah sangat penting untuk menentukan pengarahannya. Pada masa yang sama keadaan sekelilingnya (bingkai) juga dapat menentukan keberkesanannya, dengan bertindak sebagai pengampu kon,

ianya juga bertindak sebagai penyerap untuk mengurangi gelombang berdiri yang tidak diperlukan disamping mengekalkan kebolehan bergerak gegendang.

Daripada apa yang telah dibincangkan ianya merangkumi pada jenis pemacu yang dapat bekerja pada julat frekuensi audio sepenuhnya. Walaubagaimanapun amat susah untuk menghasilkan satu pemacu yang boleh bekerja pada spektrum audio yang luas dengan tiada herotan. Kesusahan ini dapat diatasi hanya dengan menentukan kegunaan sesuatu pemacu pada jalur frekuensi yang tertentu sahaja. Selaras dengan itu maka terciptalah sistem pembesar suara dengan pelbagai pemacu di mana frekuensi rendah adalah dikendalikan oleh pemacu *bass* atau *woofer* yang mempunyai gegendang yang besar (lebih kurang 200-450mm garispusat) dan dapat menggerakkan sejumlah isipadu udara.

Dengan rangkaian lintasan berfrekuensi pertengahan katakan 2 - 5Khz maka sistem ini boleh menggabungkan pemacu untuk frekuensi tinggi atau *tweeter* yang kebiasaannya mempunyai gegendang yang garispusatnya lebih kurang 19-35mm. Dengan pembahagian spektrum kepada bahagian yang lebih kecil, satu atau lebih unit julat pertengahan(*midrange*) boleh ditambah untuk menjadikan tiga atau empat laluan pembesar suara. Contohnya pada frekuensi terendah boleh diletakkan *subwoofer*.

BAB III

PARAMETER PEMACU

BAB III

PARAMETER PEMACU

3.1 Ciri-Ciri Parameter Pemacu

Dewasa ini pemacu gegelung bergerak merupakan satu peralatan yang cukup tinggi kepakarannya dan dibezakan untuk kegunaan yang berlainan. Walau bagaimanapun ianya mempunyai had-had yang terpaksa dipatuhi untuk menghasilkan pemacu yang bermutu tinggi.

3.1.1 Salunan Pada Gegendang

Setiap pemacu mempunyai frekuensi salunan asas yang ditentukan oleh jisim gegendang dan turutan pada suspensinya. Bagi gegendang yang mempunyai jisim yang lebih besar, selalunya mempunyai salunan frekuensi yang rendah berbanding dengan gegendang kecil. Bilamana salunan frekuensi ini diukur semasa pemacu digantung di udara dikenali sebagai salunan udara bebas.

Pada masa salunan, getaran pada gegendang adalah lebih kuat dan lebih cekap untuk menukarkan tenaga elektrik kepada tenaga bunyi, walau bagaimanapun kewujudan *emf* balikan adalah lebih ketara pada frekuensi ini berbanding frekuensi lain. Penggunaan magnet yang kuat akan meningkatkan galangan kepada pergerakan arus di dalam gegelung dan seterusnya mengawal pergerakan gegendang pada salunan dengan meredamnya.

3.1.2 Galangan

Penentangan kepada pengaliran arus di dalam gegelung suara disebut sebagai galangan. Kebanyakan pemacu mempunyai galangan *nominal* yang bernilai 8 ohms. Jika kita mengukur rintangan pada gegelung suara pemacu menggunakan ohmmeter, kita dapati nilainya 75% dari nilai galangan yang tertera. Contohnya pada pemacu 8-ohms, mempunyai nilai rintangan lebih kurang 6-ohms. Di sini kita dapati yang ohmmeter hanya mengukur rintangan dengan memasukkan arus DC melalui gegelung suara, tetapi sebenarnya pemacu bekerja dengan menggunakan arus AC. Apabila arus AC melalui gegelung ia akan membina dan meruntuh medan magnetnya bersama dengan frekuensi arus. Ini akan mengubah kedudukan garisan daya melalui gegelung dengan menyebabkan regangan kepada arus AC. Keupayaan gegelung untuk menghalang pengaliran arus berfrekuensi tinggi dipanggil regangan kearuhan.

Gegelung juga mempunyai apa yang dipanggil regangan kemuatan, yang mengeluarkan kesan yang berlawanan dari regangan kearuhan. Pada frekuensi di mana regangan kemuatan sama dengan regangan kearuhan, kedua-dua regangan akan terpotong sama sendiri, dan galangan pada pemacu pada ketika itu adalah sama dengan rintangan DC gegelung suara. Pada frekuensi lain, jumlah regangan kepada pengaliran arus adalah besar.

Galangan berubah dengan frekuensi. Perhatikan terjadinya bonjolan pada frekuensi salunan bilamana *emf* balikan gegelung suara adalah tinggi (**Rajah 3.1**). Kenaikan pada frekuensi tinggi adalah disebabkan oleh aruhan gegelung suara dan ini menunjukkan medan magnetnya cukup kuat.

3.1.3 Turutan

Keupayaan gegendang untuk menurut pergerakan gegelung suara yang diukur di dalam isipadu dipanggil Turutan Isipadu Setara (V_{AS}). Ini disebabkan oleh penentangan isipadu udara kepada pergerakan gegendang bersaiz besar adalah besar berbanding dengan gegendang bersaiz kecil, contohnya *woofer* yang besar akan mempunyai nilai V_{AS} yang lebih tinggi.

3.1.4 Redaman

Tahap redaman untuk sesuatu pemacu bergantung kepada beberapa faktor seperti saiz magnet, suspensinya, jisim bahagian bergerak dan juga rintangan dalaman penguat (*amplifier*). Saiz magnet yang terlampau besar boleh menyebabkan redaman lampau kepada pemacu dengan menyebabkan aras frekuensi salunan menjadi rendah.

Kaedah pengukuran redaman dipanggil pemacu Q (*speaker Q*), di mana nilai Q adalah keupayaan untuk pembesaran salunan. Biasanya nilai Q di dalam julat 0.2 sehingga 2 ataupun 3 (mungkin lebih). Di mana semakin besar nilai redaman sesuatu pemacu, semakin rendah keluarannya semasa salunan dan semakin rendah nilai Q nya.

3.1.5 Kecekapan

Kebolehan pemacu untuk menukarkan tenaga elektrik kepada tenaga bunyi dipanggil kecekapan. Terdapat 2 cara untuk meningkatkan kecekapan iaitu dengan mengurangkan rintangan gegendang kepada pergerakan ataupun meningkatkan daya pada gegelung suara pada sesuatu arus AC.

Cara yang mudah untuk mengurangkan rintangan gegendang pada pergerakan ialah dengan membuatnya lebih ringan ataupun melembutkan turutan suspensinya.

Untuk meningkatkan daya pada gegelung suara magnet yang lebih kuat boleh digunakan ataupun menambahkan bilangan belitan dawai pada gelung. Kaedah ini memerlukan rekacipta yang baik untuk memastikan tidak berlakunya redaman lampau disebabkan magnet yang kuat dan pengurangan kecekapan disebabkan penambahan belitan pada gelung.

3.1.6 Kadaran Kuasa

Kadaran kuasa adalah jumlah kuasa yang boleh diterima oleh pemacu tanpa merosakkannya. Diketahui sebahagian dari tenaga elektrik yang melalui gegelung suara bertukar menjadi haba disebabkan oleh rintangan gegelung. Semakin besar sesuatu gegelung suara semakin mudah untuknya menyah haba, jadi kita boleh membuat anggaran keupayaan mengendalikan kuasa pada sesuatu pemacu dengan mengetahui garispusat gegelung suara pemacu tersebut. Contohnya pemacu yang mempunyai gegelung suara berukuran dari 1/2 inci ke 9/16 inci, selalunya diberi kadaran kuasa tidak lebih daripada 5 watts, untuk gegelung suara bergarispusat 1 inci boleh mengendalikan kuasa di antara 15 ke 30 watts dan 2 inci ke atas mempunyai kadaran kuasa 100 watts ataupun lebih tinggi. Kadaran kuasa ini adalah dalam nilai rms, yang bermakna kita boleh menggunakan alat penguat yang lebih tinggi daripada yang tertera pada pemacu.

3.2 Jenis Parameter Pemacu

Kebanyakan pengusaha pemacu pembesar suara yang merekacipta pemacu mereka sendiri menyembunyikan pengetahuan mereka dari pengetahuan orang lain terutamanya dalam penyelidikan yang mereka lakukan. Dengan ini menimbulkan masalah kepada jurutera sistem untuk merekacipta peralatan audio disebabkan

pemacu-pemacu ini datangnya dari pengusaha yang berlainan dengan parameter yang diperlukan tidak mencukupi.

Antara maklumat yang sangat penting yang diperlukan oleh jurutera sistem adalah lengkung galangan pada pemacu, di mana ianya diambil dari udara bebas mahupun dari pemacu yang diletakkan di dalam kotak yang kedap udara. Masalah yang berbangkit dari aspek teori dan praktikalnya di dalam pengukuran parameter ini adalah perubahan tidak linear pada aras parameter yang tertentu. Ketidaktepatan di antara 5 ke 10% merupakan satu perkara biasa, contohnya di dalam pengiraan faktor daya dan turutan suspensi (C_{Ms}). Ini dapat diperhatikan apabila Q dan f_0 yang diberi pada 0.1W berkemungkinan berbeza dengan keputusan yang diambil pada 1 dan 10W.

Di bawah disenaraikan parameter yang boleh didapati dari pemacu dengan cara pengujian makmal:-

(A) Parameter Fizikal

- i) Ukuran
- ii) Berat
- iii) Bahan Magnet
- iv) Lebar Sela Magnet
- v) Ketinggian Gegelung Suara
- vi) Garispusat Gegelung Suara

(B) Parameter Mekanikal Dan Elektrikal

- i) Kekutuban (Polarity)
- ii) Galangan (Impedance) (Z) (ohms)
- iii) Salunan udara bebas (Free-air resonance) (f_s) (Hz)

- iv) Turutan isipadu setara (Equivalent volume of compliance) (V_{AS}) (Cu. ft.)
- v) Turutan suspensi (Suspension compliance) (C_{MS}) (cm/dyne)
- vi) Jisim bergerak (Moving mass) (M_D) (gm)
- vii) Rintangan DC (DC resistance) (motor coil) R_C (ohms)
- viii) Kearuhan gegelung (Coil inductance) L_E (mH)
- ix) Rintangan mekanik (mechanical resistance) R_{MS} (mech. Ω)
- x) Faktor Q elektrik (Electrical Q factor) Q_{ES}
- xi) Faktor Q mekanik (Mechanical Q factor) Q_{MS}
- xii) Jumlah faktor Q (Total Q faktor) Q_{TS}
- xiii) Ketumpatan flux (Flux density), B (gauss)
- xiv) Keluasan Berkesan Kon (Cone area) S_D (cm²)
- xv) Faktor daya (Force factor) $B\ell$ (telsa-meters)

Untuk mendapatkan parameter ini, kaedah pengujian menggunakan peralatan makmal dan juga penggunaan rumusan matematik diperlukan. Ini kerana terdapatnya perkaitan di antara sesuatu parameter.

BAB IV

PERLAKSANAAN DAN PENGUJIAN

BAB IV

PERLAKSANAAN DAN PENGUJIAN

Di dalam melaksanakan pengujian ini, terdapat empat bahagian utama yang diperlukan iaitu :

- (a) Pembinaan peralatan tambahan
- (b) Pengujian untuk mendapatkan data pada pemacu
- (c) Mendapatkan data untuk pemacu berlainan saiz
- (d) Pembangunan perisian untuk memudahkan pengiraan

4.1 Peralatan Tambahan

Terdapat tiga peralatan tambahan yang terpaksa dibina selain dari peralatan sedia ada seperti Penjana Audio, Osiloskop dan sebagainya. Penggunaan peralatan tambahan ini akan memudahkan pengujian parameter pemacu, peralatan tambahan tersebut ialah :

- (i) Litar pengujian Kekutuban-Redaman
- (ii) Litar pengganding untuk peralatan pengujian
- (iii) Kotak pengujian piawai

4.1.1 Litar Pengujian Kekutuban-Redaman/Litar Pengganding

(Rajah 4.1 & Rajah 4.2)

Untuk peralatan ini saya telah menggabungkan kedua-duanya sekali di dalam satu kotak (Rajah 4.3, 4.4 & 4.5) supaya ianya lebih mudah digunakan dan lebih menjimatkan di dalam pembuatannya.

4.1.2 Kotak Ujian Piawai

Untuk mendapatkan nilai V_{AS} bagi jenis pemacu yang ada, diperlukan beberapa biji kotak ujian piawai (Rajah 4.6). Pada Jadual 4.1 tertera dimensi kotak ujian piawai untuk pemacu sehingga 12 inci garispusatnya.

Bagi pengujian beberapa jenis pemacu yang berlainan saiz kita memerlukan berapa biji kotak piawai ini. Adalah tidak praktik untuk membuat banyak kotak semata-mata untuk tujuan ini kerana ianya memerlukan modal untuk mendapatkan kotak yang betul-betul kedap udara. Adalah lebih praktik jika kotak ini di buat, contohnya bagi saiz 6 inci ke bawah dibuat dengan penutupnya boleh ditukar ganti bagi saiz pemacu yang berlainan.

Dengan menggunakan skru *T-nuts* dan dilapik dengan bahan getah di permukaan antara penutup dengan kotak utama kita dapat memperolehi satu kotak ujian yang kedap udara bagi pengujian pemacu 6 inci ke bawah dengan tidak perlu membuat kotak berlainan saiz, hanya perlu membuat penutupnya sahaja pada saiz pemacu yang diperlukan. Rajah 4.7 & 4.8 merupakan kotak pengujian piawai yang dibina bagi pengujian untuk mendapatkan V_{AS} .

Untuk pemacu yang saiznya melebihi 6 inci kita terpaksa membinanya pada ukuran yang telah ditetapkan. Pembinaan kotak ujian piawai adalah bersesuaian untuk pengujian secara komersil disebabkan keluasan isipadu kotak (V_B) telah diketahui dan banyak pemacu boleh diuji serentak.

Bagi pengujian secara individu terutamanya bagi pemacu yang tidak mempunyai pelapik depan, kaedah pengujian *tupperware* (**Rajah 4.9**) boleh digunakan. Kaedah ini secara asasnya serupa dengan kaedah kotak pengujian piawai melainkan isipadu *tupperware* diukur dengan memasukkan air ke dalamnya dan kemudian menyukat isipadu air ini sebagai isipadunya (V_B). Walau apa pun kaedah yang digunakan perhatian harus diberi kepada kekedapan udara pada bekas (*tupperware*) ataupun kotak piawai yang akan digunakan semasa pengujian.

4.2 Pengujian Parameter Pemacu

Sebelum membuat pengujian pada pemacu baru, pastikan pemacu didedahkan pada gelombang audio sekurang-kurangnya 2 jam dengan menyambungkannya pada penjana audio.

4.3 Ujian Kekutuban

Ujian ini dilakukan untuk menentukan kekutuban pada sesebuah pemacu. Pengujian ini dilakukan kerana terdapat sesetengah pemacu yang kita tidak mengetahui kekutubannya contoh seperti pemacu yang bersaiz kecil ataupun pemacu lama. Kekutuban sesebuah pemacu mungkin tidak penting apabila sistem pembesar suara yang hendak dibina itu hanya menggunakan satu pemacu sahaja, tetapi bagi sistem yang menggunakan banyak pemacu, kekutuban ini sangat penting semasa pemasangan untuk menentukan mutu audio yang baik.

4.3.1 Peralatan

- (i) Unit Ujian Kekutuban
- (ii) pemacu (Model 1- Model 5) **Rajah 4.10 – 4.14**
- (i) wayar penyambung.

4.3.2 Tatacara Pengujian

Dengan menggunakan peralatan litar gabungan Kekutuban-Redaman/Pengganding (dalam bekas) (**Rajah 4.15**) dan digabungkan dengan pemacu seperti **Rajah 4.16** (bahagian pengujian kekutuban sahaja).

Pada permulaan pengujian didapati peralatan yang dibina menjadi panas (pada bateri). Setelah dilakukan pemeriksaan, didapati terjadinya litar pintas pada salah satu tamatan dan keadaan ini telah diperbetulkan dengan pengubahsuaian pada litar tersebut.

4.3.3 Langkah pengujian

- (i) Letakkan kedudukan suis pada "OFF".
- (ii) Sambungkan kedua-dua punca pemacu kepada tamatan alat pengujian (mana-mana tamatan)
- (iii) Letakkan suis pada "ON" dan perhatikan pergerakan gegendang.
- (iv) Tukarganti kedudukan penyambung pada tamatan supaya pergerakan gegendang pada arah keluar. Ini menunjukkan penyambungan kepada tamatan berwarna merah adalah bertanda positif (+) pada pemacu dan yang satu lagi bertanda negatif (-).
- (v) Labelkan tanda-tanda ini pada pemacu.

4.4 Ujikaji Mendapatkan Salunan Udara Bebas (f_s), Salunan Dengan Kotak Piawai (f_{ct}) dan Turutan Isipadu Setara (V_{AS})

Ujian f_s dan ujian f_{ct} dilakukan untuk mendapatkan nilai Turutan Isipadu Setara (V_{AS}) berdasarkan persamaan:-

$$V_{AS} = 1.15 [(f_{ct}/f_s)^2 - 1] V_B \quad (\text{cu. ft}) \quad [4.1]$$

di mana V_B adalah isipadu kotak piawai.

4.4.1 Peralatan

- (i) Unit Pengganding
- (ii) Osiloskop
- (iii) Penjana Audio
- (ii) Voltmeter Digital
- (v) Pemacu yang diuji
- (vi) Kotak Ujian Piawai
- (vii) Wayar penyambung.

4.4.2 Tatacara Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan kaedah voltmeter digital dan kaedah gabungan voltmeter digital dengan osiloskop supaya dapat membuat perbandingan dari segi kemudahan dan ketepatan bacaan.

4.4.3 Kaedah voltmeter digital

Dengan menggunakan peralatan litar gabungan Kekutuban-Redaman/ Pengganding (dalam bekas) (**Rajah 4.15**) dan digabungkan dengan pemacu seperti **Rajah 4.17** (bahagian pengganding sahaja), nilai f_s dan f_{ct} boleh diperolehi.

Langkah-Langkah Pengujian

- (i) Pemacu disambung dengan peralatan seperti di **Rajah 4.17 & 4.18**.
Suis "OFF".
- (ii) Untuk ujian f_s , pemacu digantung di udara pada kedudukan menegak.
- (iii) Frekuensi pada penjana dilaraskan kepada 200Hz (biasanya untuk *woofer*) pada permulaannya dan dilaraskan menurun dengan perlahan sehingga bacaan pada voltmeter adalah maksima, pada ketika ini

frekuensi yang didapati pada penjana audio adalah frekuensi salunan udara bebas (f_s).

- (iv) Untuk ujian f_{ct} , pemacu ditempatkan pada kotak ujian piawai mengikut saiznya (pastikan pemacu ditekan pada kotak ujian piawai untuk kedap udara).
- (v) Pengujian adalah seperti di atas dan bacaan untuk frekuensi salunan dengan kotak piawai (f_{ct}) untuk Model 1 dicatitkan.
- (vi) Langkah yang serupa digunakan untuk pengujian pemacu model 2, Model 3, Model 4 dan Model 5.
- (vii) Data yang diperolehi dimasukkan di dalam **Jadual 4.2**.

Nilai V_{AS} diperolehi berdasarkan kepada rumus [4.1] dan dikira menggunakan perisian Q-Basic dan hasilnya seperti **Jadual 4.2**.

4.4.4 Kaedah gabungan voltmeter digital dengan osiloskop

Penggunaan kaedah ini memudahkan bagi kita untuk mendapatkan nilai f_s dan f_{ct} kerana corak terhasil (corak Lissajous) yang disebabkan oleh galangan dan frekuensi pada pemacu dapat ditentukan dengan perubahan pada corak tersebut.

Langkah-Langkah Pengujian

- (i) Pemacu disambung dengan peralatan seperti di **Rajah 4.19 & 4.20**. Suis pada "OFF".
- (ii) Laraskan penjana audio pada 200Hz pada permulaannya, kemudian laraskan menurun pada frekuensi sehingga corak elip yang terdapat pada skrin osiloskop berputar ke kiri dan membentuk satu garis lurus yang maksima. Pada ketika ini catitkan frekuensi sebagai f_s .

- (iii) Untuk mendapatkan f_{ct} , kaedahnya adalah serupa seperti di atas dengan tambahan kotak piawai sahaja.

Rajah 4.21 menunjukkan corak Lissajous yang terdapat pada skrin osiloskop pada frekuensi atas dan bawah f_s

4.5 Ujikaji untuk mendapatkan Lengkungan Galangan (Z) pada pemacu

Galangan merupakan kesan gabungan yang disebabkan oleh rintangan, kearuhan dan kemuatan pemacu yang menentang masukkan arus kepadanya. Nilainya diukur di dalam Ohms dan berubah mengikut isyarat frekuensi yang dikenakan.

4.5.1 Peralatan

- (i) Unit Pengganding
- (ii) Penjana Audio
- (iii) Voltmeter Digital
- (iv) Pemacu yang diuji
- (v) Wayar penyambung

4.5.2 Langkah-Langkah Pengujian

- (i) Sambungkan pemacu dengan peralatan seperti **Rajah 4.19**
- (ii) Letakkan kedudukan suis pengganding pada "ON"
- (iii) Laraskan penjana audio supaya bacaan pada voltmeter boleh dibaca pada 10 langkauan, seelok-eloknya pada titik 10 peratus dari keseluruhan skil. Contohnya, pada skil 1-volt, hendaklah dilaraskan pada 0.1 volt. Apabila pelarasan keluaran penjana dengan perintang persisan (R_2) telah dilakukan, bacaan pada skil voltan adalah di dalam

ohm: $0.1=10$ ohms, $0.2=20$ ohms dan seterusnya. Dalam ujikaji ini perintang persisan bernilai 10 ohms, julat pada meter voltan bernilai 200mV, dengan itu 10% dari 200mV bernilai 20mV. Jadi bacaan pada meter voltan adalah 20mV bersamaan dengan 10 ohms. Bacaan pada meter voltan adalah volt tetapi disebabkan terdapatnya perintang siri bernilai 1000 ohms pada unit pengganding yang menukarkan litar tersebut kepada litar arus-malar, ini menjadikan bacaan voltan pada beban berkadar terus dengan galangan beban tersebut.

- (iv) Letakkan suis pengganding pada kedudukan "OFF".
- (v) Pengukuran dilakukan pada langkauan 10Hz hingga 100Hz, langkauan 100Hz hingga 1000Hz dan langkauan 1000Hz untuk nilai yang lebih tinggi. Pastikan pada setiap frekuensi, pelarasan keluaran penjana dengan perintang persisan mesti dilakukan. Pelarasan pada perintang persisan dilakukan dengan suis di "ON" pada unit pengganding dan bacaan dilakukan ketika suis "OFF".
- (vi) Data yang diperolehi untuk setiap model dimasukkan di dalam **Jadual 4.3**. Dengan data ini graf lengkungan galangan diperolehi seperti **Rajah 4.22 – 4.26**

4.6 Pengujian Q pemacu dengan mendapatkan R_C , Q_{MS} , Q_{ES} dan Q_{TS}

Nilai Q pada pemacu adalah penguatan faktor salunan untuk peralatan atau litar yang menyalun. Pemacu yang mempunyai nilai Q yang tinggi adalah lebih baik salunannya berbanding dengan yang mempunyai nilai Q yang rendah. Q_{MS} adalah nilai Q mekanik untuk sesuatu pemacu yang terhasil dari pergerakan gegendang, lelabah, gegelung suara dan pembentuknya. Q_{ES} adalah nilai Q elektrik untuk sesuatu pemacu yang terhasil dari janaan arus pada gelung suara. Q_{TS} adalah

jumlah gabungan Q_{MS} dan Q_{ES} yang menghasilkan jumlah Q (Q_{TS}) keseluruhan untuk sesuatu pemacu pada frekuensi salunan udara bebas (f_s).

4.6.1 Peralatan

Sama seperti pengujian untuk mendapatkan f_s . (**Rajah 4.17**)

4.6.2 Langkah-Langkah Pengujian

- (i) Sambungkan tamatan multimeter kepada pamacu yang hendak diuji. Setkan multimeter untuk bacaan ohmmeter, jika menggunakan multimeter analog, laraskan ohmmeter dengan menggunakan perintang persisan yang bernilai 5 atau 10 ohms untuk mendapatkan ketepatan bacaan. Penggunaan multimeter digital adalah lebih baik untuk pengukuran ini, kerana ianya lebih tepat.
- (ii) Ukur rintangan dc gegelung suara pemacu dan catitkan nilainya sebagai R_c pada **Jadual 4.4**.
- (iii) Setkan penjana audio pada frekuensi f_s .
- (iv) Baca nilai galangan pemacu pada frekuensi tersebut dan catitkan nilainya sebagai Z_{MAX} di dalam **Jadual 4.4**.

Daripada nilai R_c dan Z_{MAX} yang diperolehi kita boleh mengira nilai r_o dan Z' berdasarkan rumus :

$$r_o = Z_{MAX} / R_c \quad (\Omega) \quad [4.2]$$

$$Z' = (r_o)^{1/2} R_c \quad (\Omega) \quad [4.3]$$

Untuk mendapatkan nilai frekuensi atas (f_2) dan frekuensi bawah (f_1) daripada frekuensi salunan (f_s), penjana audio dilaraskan supaya bacaan pada AC voltmeter bernilai Z' . Disebabkan nilai perintang persisan adalah 10 ohms, maka bacaan Z' pada meter voltan hendaklah dikali dengan 2. Bacaan pada penjana audio ketika Z' merupakan nilai f_1 iaitu titik naik lengkungan dan apabila dinaikkan lagi frekuensi pada penjana audio, iaitu pada titik turun lengkungan, nilai Z' akan diperolehi semula dan frekuensi yang didapati adalah f_2 .

Bagi menguji ketepatan nilai f_1 dan f_2 yang diperolehi berdasarkan rumus berikut:-

$$f_s = (f_1 f_2)^{1/2} \quad [4.4]$$

Nilai Q_{MS} dan Q_{ES} diperolehi berdasarkan rumus berikut :-

$$Q_{MS} = [f_s (r_o)^{1/2}] / (f_2 - f_1) \quad [4.5]$$

$$Q_{ES} = Q_{MS} / r_o - 1 \quad [4.6]$$

Nilai Q_{ES} juga boleh diperolehi menggunakan rumus :-

$$Q_{ES} = (2\pi f_s M_D R_C) / (B\ell)^2 \quad [4.7]$$

dimana M_D = jisim bergerak (ujikaji berikut)

$B\ell$ = faktor daya

Dengan itu jumlah Q (Q_{TS}) ialah :-

$$Q_{TS} = Q_{MS} Q_{ES} / (Q_{MS} + Q_{TS}) \quad [4.8]$$

Untuk mendapatkan nilai Q_{TS} sahaja kita boleh juga menggunakan rumus:

$$Q_{TS} = (f_s / (f_2 - f_1)) (R_c / Z_{MAX})^{1/2} \quad [4.9]$$

4.7 Ujian Aruhan Gegelung Suara (L_E)

Daripada nilai R_C yang diperolehi daripada ujian 4.6 kita boleh mendapatkan nilai f_D . Rumus yang terbit antara R_C dengan f_D menghasilkan nilai L_E .

$$L_E = 0.3R_C / f_D \text{ (mH)} \quad [4.10]$$

4.7.1 Peralatan

- i) Unit Pengganding
- ii) Penjana Audio
- iii) Voltmeter Digital
- iv) Pemacu diuji
- v) Wayar penyambung

4.7.2 Langkah-Langkah Pengujian

- (i) Sambungkan peralatan seperti **Rajah 4.17**.
- (ii) Letakkan suis unit pengganding kepada "ON"
- (iii) Laraskan pada penjana audio supaya keluaran pada AC voltmeter bersamaan 20 mv. (10% dari julat 200mv)
- (iv) Letakkan suis unit pengganding kepada "OFF"
- (v) Laraskan penjana audio ke atas sehingga memperoleh frekuensi di mana galangan pada multimeter bersamaan dengan $2R_C$ (nilai ini hendaklah digandakan sekali lagi disebabkan penggunaan perintang persisan). Catitkan nilai ini sebagai f_D . (**Jadual 4.5**)

Untuk memperoleh Aruhan Gegelung Suara (L_E) berdasarkan rumus [4.10]. Nilai L_E yang diperolehi dicatitkan dalam **Jadual 4.5**.

4.8 Ujian Untuk Mendapatkan Keluasan Kon Berkesan (S_D), Jisim Bergerak (M_D), Turutan Suspensi (C_{MS}) Dan Rintangan Mekanik (R_{MS})

Parameter ini mempunyai perkaitan di antara satu sama lain, di mana perubahan S_D akan menyebabkan nilai M_D berubah begitu juga dengan perubahan pada C_{MS} akan memberi kesan kepada R_{MS} . Pertalian di antara parameter ini berdasarkan kepada rumus matematik.

4.8.1 Peralatan

- (i) Penjana Audio
- (ii) Multimeter digital
- (iii) Pembaris (unit metrik)
- (iv) Tanah liat (*modelling clay*)
- (v) Pita pelekat

4.8.2 Langkah-Langkah Pengujian

- (i) Ukur garispusat berkesan kon dalam sentimeter. Bundarkan ke nilai puluh terhampir dan dicatitkan sebagai D (**Jadual 4.6**). Untuk mendapatkan nilai D , pengukuran hanya melibatkan sebelah suspensi kun sahaja, contohnya seperti **Rajah 4.27**.
- (ii) Pengiraan untuk mendapatkan Keluasan Kon Berkesan (S_D) menggunakan rumus berikut :

$$r = D/2 \quad (\text{cm}) \quad [4.11]$$

$$S_D = 3.1416r^2 \quad (\text{cm}^2) \quad [4.12]$$

- (iii) Pilih segumpal tanah liat yang jisimnya sesuai untuk pemacu yang diuji (gunakan jisim 5-gram untuk *woofer* kecil iaitu kurang dari 6.5 inci, 10-gram untuk pemacu 6 ke 8 inci dan 20-gram untuk pemacu

yang lebih besar). Catitkan jisim yang digunakan sebagai M^1 dalam **Jadual 4.6**.

- (iv) Letakkan tanah liat yang bersesuaian disekeliling penutup habuk (*dust cover*) dengan menggunakan pita pelekat kemudian ukur semula frekuensi salunannya semula dan catitkan sebagai f_s^1 dan nilai jisim bergerak (M_D) boleh diperolehi dari rumus:

$$M_D = M^1 / (f_s/f_s^1)^2 - 1 \quad (\text{gm}) \quad [4.13]$$

Nilai turutan suspensi (C_{MS}) dalam unit cm/dyne diperolehi dari rumus:

$$C_{MS} = 1 / \{(2\pi f_s)^2 M_D\} \quad (\text{cm/dyne}) \quad [4.14]$$

Untuk mendapatkan nilai kekakuan (S_1) dalam dynes/cm dari rumus :

$$S_1 = 1/ C_{MS} \quad (\text{dyne/cm}) \quad [4.15]$$

Puncak salunan pada udara bebas adalah dikawal oleh

Rintangan Mekanik (R_{MS}), di mana nilai R_{MS} ini diperolehi dari rumus:

$$R_{MS} = (2\pi f_s / Q_{MS}) (M_D + M_A) \quad (\text{mech. } \Omega) \quad [4.16]$$

di mana nilai Q_{MS} diperolehi dari ujian 4.6 dan M_A = jisim beban

$$\text{udara} = [3.1467 \times r^3(\text{mm})] \quad (\text{gm}) \quad [4.17]$$

- (v) Kesemua nilai yang diperolehi dicatitkan di dalam **Jadual 4.6**

4.9 Mendapatkan Isipadu Pengepong

Isipadu pengepong diperlukan untuk menentukan saiz pengepong yang akan dibina untuk sesuatu pemacu. Dengan mendapatkan nilai V_{AS} dan Q_{TS} pemacu

tersebut, isipadu pengepong boleh diperolehi berdasarkan carta rekacipta. Saiz pengepong adalah berbeza di antara pengepong tertutup dengan pengepong berliang.

4.9.1 Isipadu Pengepong Tertutup (V_{CB})

Isipadu pengepong tertutup diperolehi berdasarkan anggaran yang dibuat oleh perekacipta pada nilai Q Pengepong Tertutup (Q_{CB}). Di mana nisbah di antara Q_{CB} dengan Q_{TS} akan memberi satu nilai yang dipandukan pada carta (**Rajah 4.28**) akan memberikan nilai nisbah di antara V_{AS} dengan V_{CB} . Dengan itu nilai V_{CB} boleh diperolehi. Harus diberi perhatian nilai Q_{CB} adalah nilai yang dianggarkan oleh perekacipta mengikut kesesuaian yang dikehendaki. Penggunaan carta (**Rajah 4.28**) sesuai digunakan untuk pemacu yang menghasilkan nisbah V_{AS}/V_B persamaan 3 atau lebih.

Untuk mendapatkan nilai bagi V_{CB} , saya anggarkan Q_{CB} pada 1.1 untuk kesemua Model pemacu yang digunakan (**Jadual 4.7**) berdasarkan rumus:

$$V_{CB} = V_{AS} / (Q_{CB} / Q_{TS})^2 - 1 \quad (\text{cu. ft}) \quad [4.18]$$

4.9.2 Isipadu Pengepong Berliang (V_{PB})

Nilai V_{PB} diperolehi berdasarkan Carta Faktor-Isipadu. Dengan nilai Q_{TS} yang diperolehi dan berpandukan carta (**Rajah 4.29**), maka nilai faktor-isipadu (V_{PB}/V_{AS}) boleh didapati dan seterusnya mendapatkan nilai V_{PB} . Harus diberi perhatian, untuk pengepong berliang, Q_{TS} yang bersesuaian adalah pada nilai 0.38. Mana-mana nilai yang rendah atau lebih tinggi dianggap kurang bersesuaian. Untuk ujikaji ini saya mendapatkan nilai V_{PB} berdasarkan rumus :

$$V_{PB} = 15 \times Q_{TS}^{2.87} \times V_{AS} \quad (\text{cu. ft}) \quad [4.19]$$

dan dicatatkan di dalam **Jadual 4.8**.

4.10 Ujian Faktor Daya ($B\ell$)

Faktor daya ($B\ell$) merupakan suatu kuantiti yang menunjukkan kekuatan motor pada pemacu yang berupaya untuk menukar tenaga arus kepada daya. Secara teorinya adalah pendaraban di antara ketumpatan flux dan jumlah panjang dawai gegelung suara di dalam sela. Secara praktisnya medan flux berubah di dalam keamatannya apabila gegelung suara masuk dan keluar dari sela. Jadi untuk mendapatkan jumlah $B\ell$ yang lebih tepat kita seharusnya membuka pemacu (ini merosakkan pemacu). Walau bagaimanapun nilai $B\ell$ boleh didapati dengan tidak payah membuka pemacu iaitu dengan menggunakan rumus matematik :

$$B\ell = [(2\pi f_s M_D R_C) / Q_{ES}]^{1/2} \quad [4.20]$$

di mana nilai f_s , M_D , R_C dan Q_{ES} diperolehi dari ujikaji sebelum ini. Nilai $B\ell$ yang diperolehi di masukkan di dalam **Jadual 4.9**.

BAB V

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

BAB V

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

5.1 Pengenalan

Di dalam menjalankan pengujian parameter ini, sebanyak lima buah pemacu pembesar suara yang berlainan saiz dan berat digunakan. Pemacu ini bersaiz di antara 6 inci ke 10 inci. Kebiasaannya pemacu yang bersaiz di dalam lengkungan ini mudah diperolehi, samada yang terbuang ataupun dibeli pemacu yang telah terpakai, di mana harganya lebih murah dari yang baru. Saiz ini juga adalah bersesuaian untuk digunakan di dalam pembuatan pengepong yang bersaiz sederhana. Pemacu bersaiz kecil daripada 6 inci biasanya mempunyai pengepong yang dibuat dari plastik ataupun gentian teracuan yang dibuat oleh kilang-kilang untuk pengeluaran secara besar-besaran. Walau bagaimanapun kaedah mencari parameter untuk pemacu yang lebih besar dari 10 inci ataupun kurang dari 6 inci adalah sama.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan peralatan yang mudah didapati di makmal seperti osiloskop, penjana audio, multimeter dan unit bekalan kuasa. Di samping itu terdapat juga peralatan sampingan yang mudah dibina seperti kotak ujian piawai, alat pengganding dan alat pengujian redaman-kekutuban.

5.2 Galangan (Z) & Salunan (f)

Di dalam perbincangan berkenaan dengan galangan ianya berkait rapat dengan salunan untuk sesuatu pemacu. Di mana dari graf galangan (**Rajah 4.22–4.26**) yang diperolehi, puncak pertama tertinggi merupakan salunan pemacu tersebut.

Kebiasaannya pemacu mempunyai galangan *nominal* yang bernilai 4 ohms ataupun 8 ohms, di mana nilai ini mestilah tidak kurang daripada 75% apabila bekerja di dalam julatnya. Dari ujikaji yang dilakukan didapati setiap model pemacu mematuhi kehendak ini (**Jadual 4.3**). Contohnya untuk pemacu yang mempunyai galangan nominal 4 ohms, apabila beroperasi di dalam julat antara 10Hz ke 5Khz didapati galangannya tidak kurang dari 3.2 ohms. Begitu juga untuk pemacu 8 ohms, didapati galangannya tidak kurang dari 6.4 ohms apabila beroperasi di dalam julat tersebut.

Apabila nilai frekuensi dari penjana audio dinaikkan kebeberapa ratus hertz, keluaran pada galangan akan menjadi malar, ini berbeza pada nilai frekuensi yang lebih kecil yang dilaraskan menaik sehingga kenilai salunan di mana keluaran pada galangannya akan mencapai maksima.

Di bawah nilai salunan, keluaran pada galangan akan jatuh bersamaan dengan pengurangan frekuensi dan pada ketika ini juga pemacu adalah dalam kawalan kekakuan disebabkan lelabah dan suspensi kon mengurangkan pergerakan kon. Pemacu adalah dalam kawalan jisim apabila ianya melebihi nilai salunan ini. Jika nilai salunan udara bebas yang diperolehi adalah 100Hz, ini bermakna kita akan memperolehi kurang kesannya bagi frekuensi rendah dari itu. Kebiasaannya sesebuah pemacu yang bersaiz di antara 6 inci ke 12 inci mempunyai salunan di antara 35Hz ke 90Hz. Untuk julat yang lebih tinggi ianya mungkin bersesuaian untuk digunakan sebagai *tweeter*.

Nilai salunan yang diperolehi untuk setiap Model adalah berbeza di mana untuk pemacu yang bersaiz besar nilai salunannya adalah lebih rendah berbanding dengan yang bersaiz kecil.

Untuk mendapatkan bunyi *bass* yang lebih hebat ialah dengan merendahkan nilai salunannya. Ini boleh dilakukan dengan dua cara, iaitu dengan mengurangkan kekakuan (tambah turutan) pada lelabah dan suspensi konnya ataupun meningkatkan jisim konnya. Harus diingat, dengan mengurangkan kekakuan, pegangan pada kon akan bertambah lembut dan ini boleh menyebabkan pembentuk gegelung suara akan bergerak dari kedudukan asalnya dan bergesel dengan kepingan kutub. Selain dari itu dengan menambahkan jisim pada kon akan menyebabkan kon lebih berat dan seterusnya akan mengurangkan keseluruhan keluaran akustik pemacu tersebut.

5.3 Faktor Q Mekanik (Q_{MS}), Faktor Q Elektrik (Q_{ES})

Dan Jumlah Faktor (Q_{TS})

Redaman di dalam unit pemacu dikawal oleh gabungan di antara kesan kekuatan magnet, gegelung suara dan panjang dawai gegelung.

Sambutan fana dan jumlah *bass* adalah berhubung terus dengan faktor Q pada salunan *bass* (**Rajah 5.1**). Apabila sambutan sama rata diperlukan, Q bernilai 1 dipilih; ia menghasilkan 0dB pada salunan dan meningkat sedikit bila frekuensi ditingkatkan. Sebaliknya apabila Q bernilai 0.7 didapati tiada peningkatan dan keluaran jatuh 3dB semasa salunan, ketika ini berlakulah redaman genting.

Nilai Q_{TS} bergantung kepada gabungan di antara Q_{MS} dengan Q_{ES} . Dari ujikaji yang dijalankan kesemua Model yang digunakan bersesuaian digunakan dengan pengepong tertutup disebabkan nilai Q_{TS} nya lebih kurang 1. Walau bagaimanapun kesesuaiannya bergantung juga kepada nilai Q_{CB} yang dipilih dan ini berbeza dengan pengepong berliang di mana ianya memerlukan Q_{TS} 0.38 untuk

membinanya. Dengan nilai Q_{TS} yang berbeza ia masih boleh digunakan untuk kedua jenis pengepong dengan melakukan pengubahsuaian pada isipadu pengepong (V_B) tersebut.

Kebiasaannya perekacipta akan cuba untuk mendapatkan nilai Q yang kurang dari 1 untuk mendapatkan lebih bass dengan pengurangan fana supaya dapat menghasilkan salunan yang rendah.

5.4 Faktor Daya ($B\ell$) & Rintangan DC Gegelung Suara (R_C)

Kebiasaannya parameter $B\ell$ tidak boleh diperolehi kerana ianya melibatkan pengukuran untuk mendapatkan panjang (ℓ) dawai gegelung. Pengukuran ini tidak dapat dilakukan kerana ini akan merosakkan pemacu disebabkan kedudukan dawai gegelung ini adalah ditutup rapat (*sealed*). Walau bagaimanapun dengan menggunakan rumus matematik, nilai ini masih boleh diperolehi walaupun keputusannya agak kurang tepat.

Kekuatan magnet dan panjang gegelung mempengaruhi sambutan frekuensi. Jika kita menaikkan nilai $B\ell$ (iaitu flux B didarabkan dengan panjang gegelung ℓ) melebihi nilai optimumnya (**Rajah 5.2**) kecekapan pada frekuensi tinggi/pertengahan akan meningkat tetapi nilai *bass* akan hilang disebabkan oleh redaman lampau. Begitu juga dengan mengurangkan nilai $B\ell$ dibawah nilai optimum, ini akan menurunkan kecekapan pada frekuensi tinggi/pertengahan disebabkan oleh kurangnya redaman.

Dari ujikaji yang dijalankan didapati nilai $B\ell$ tinggi untuk pemacu Model 3 dan Model 4 (**Jadual 4.9**), secara fizikal saiz magnet bagi kedua-dua pemacu tersebut adalah lebih besar jika dibandingkan dengan model lain, ini membantu

namun meningkatkan nilai $B\ell$ pemacu tersebut, walaupun panjang dawai gegelung (ℓ) tidak diketahui.

Begitu juga apabila kita mengurangkan rintangan pada gegelung suara, ia akan menambahkan kecekapan pada frekuensi tinggi/pertengahan tetapi akan menyebabkan kehilangan nilai *bass*. Dengan menambahkan nilai rintangannya akan mengurangkan redaman dan nilai *bass* bertambah dengan kehilangan pada frekuensi tinggi/pertengahan.

Dari ujikaji yang dilaksanakan (**Jadual 4.4**). Didapati nilai R_C yang diperolehi adalah kurang dari nilai galangan nominal, ini disebabkan pengukuran R_C adalah dengan menggunakan DC, sebaliknya pengukuran galangan nominal dibuat pada frekuensi tertentu dengan menggunakan AC.

5.5 Keluasan Berkesan Kon (S_D) & Jisim Bergerak (M_D)

Keluasan berkesan kon atau gegendang merupakan sebahagian daripada jumlah nilai jisim bergerak sesebuah pemacu. Selain daripada itu lelabah, gegelung suara dan pembentuk juga menyumbang kepada nilai jisim bergerak. (**Jadual 4.6**)

Dengan menambahkan jisim kon, jisim bergerak keseluruhannya akan bertambah. Pertambahan ini akan mengurangkan kecekapan keseluruhan pemacu tetapi nilai *bass* bertambah. Begitu juga pengurangan keluasan berkesan kon akan mengurangkan jisim bergerak dan seterusnya menambahkan kecekapan dengan nilai *bass* berkurangan. (**Rajah 5.3**)

5.6 Turutan Isipadu Setara (V_{AS})

V_{AS} merupakan isipadu udara yang memberikan satu keupayaan yang sama untuk mengekalkan daya ke atas kon seperti mana pada suspensi kon, ia merupakan turutan kepada pemacu tersebut.

Nilai V_{AS} adalah diperlukan terutamanya di dalam merekacipta pengepong jenis berliang dan jenis tertutup. Kebiasaannya pemacu turutan tinggi yang bergarispusat 15 inci mempunyai nilai V_{AS} di antara 20 ke 30 kaki padu dan pemacu bergarispusat 8 inci mempunyai nilai V_{AS} lebih kurang 1 kaki padu .

Dari ujikaji yang dilaksanakan nilai V_{AS} yang diperolehi meningkat apabila pemacu yang bergarispusat lebih besar diuji. (**Jadual 4.2**)

5.7 Aruhan Gegelung Suara (L_E)

Had kendalian frekuensi atas (f_H) sesuatu pemacu adalah bergantung kepada nilai aruhan gegelung suara (L_E). Jika nilai L_E terlalu tinggi, ini bermakna pemacu tersebut tidak dapat digunakan sebagai pemacu pembesar suara julat penuh. Penentuan frekuensi atas (f_H) adalah kesan daripada aruhan gegelung suara berdasarkan rumus berikut:

$$f_H = R_C / (2\pi L_E) \quad [5.1]$$

Contohnya, jika sebuah pemacu mempunyai L_E bernilai 1mH dan R_C bernilai 6 ohms, ini bermakna had kendalian frekuensi atas (f_H) adalah pada 955 Hz.

Dari ujikaji yang dijalankan (**Jadual 4.5**), nilai L_E adalah berbeza mengikut saiz pemacu. Pemacu yang bersaiz besar mempunyai nilai L_E yang lebih besar dengan ini mengurangkan had kendalian frekuensi atas (f_H) dan ini bersesuaian dengan kegunaannya sebagai *woofer*.

5.8 Turutan Suspensi (C_{MS}) Dan Rintangan Mekanikal (R_{MS})

Turutan Suspensi (C_{MS}) pada dasarnya adalah sama dengan Turutan Isipadu Setara (V_{AS}), di mana pengiraan C_{MS} mengukur jarak perubahan kon per daya yang dikenakan dan V_{AS} mengukur isipadu udara yang mempunyai turutan yang sama

dengan suspensi kon tersebut. Walau bagaimanapun kedua-dua parameter ini digunakan bagi tujuan tertentu.

Dari ujikaji yang dijalankan (**Jadual 4.6**), nilai C_{MS} untuk Model 5 adalah lebih tinggi dari Model yang lain, di mana nilai C_{MS} yang tinggi menunjukkan suspensi pada pemacu tersebut adalah lebih baik.

Puncak salunan pada udara bebas dikawal oleh Rintangan Mekanikal (R_{MS}). Kewujudan rintangan ini disebabkan oleh gabungan di antara jisim beban udara, suspensi kon, suspensi lelabah dan juga gegelung suara dengan pembentuknya.

Dari ujikaji yang dijalankan nilai R_{MS} berubah mengikut faktor Q mekanik (Q_{MS}), Jisim bergerak (M_D) dan juga jisim beban udara (M_A) di mana R_{MS} berkadar songsang dengan Q_{MS} dan berkadar terus dengan M_A dan M_D . (**Jadual 4.6**)

5.9 Isipadu Pengepong (V_B)

Kesan isipadu pengepong kepada sistem berliang ataupun sistem tertutup adalah sama, di mana pengepong kecil akan meningkatkan Q. Ini menunjukkan bahawa pengepong besar digunakan untuk pemacu yang mempunyai Q tinggi dan jika hendak menggunakan pengepong kecil, pemacu tersebut mestilah mempunyai Q rendah dengan redaman yang tinggi.

Untuk pengepong tertutup nilai Q_{CB} yang digunakan ialah di antara 0.7 ke 1.5, ianya bergantung kepada kegunaan pembesar suara tersebut. Jika digunakan untuk muzik klasik, ia memadai menggunakan Q_{CB} bernilai kurang dari 1 dan untuk peminat muzik rock pula meningkatkan nilai Q_{CB} ke 1.5 ataupun 2. Untuk ujikaji yang dijalankan saya setkan Q_{CB} kepada 1.1 pada setiap pemacu supaya keluaran audionya sederhana dengan bassnya sedikit menonjol. Ini menghasilkan nilai V_{CB} seperti **jadual 4.7**. Diperhatikan Model 2, Model 4 dan Model 5 mempunyai nilai V_{CB} negatif, ini menunjukkan pemacu tersebut tidak sesuai digunakan pada Q_{CB} 1.1,

mungkin nilai Q_{CB} ini harus ditingkatkan lagi supaya ianya dapat digunakan dengan pengepong tertutup.

Untuk pengepong berliang, perekacipta biasanya meletakkan nilai Q_{TS} pada 0.38, jika rendah daripada nilai ini dianggap terlalu rendah dan jika tinggi daripada nilai ini dianggap terlalu tinggi. Selalunya pengepong yang direka untuk sistem berliang biasanya mempunyai nilai Q yang lebih rendah dari sistem tertutup. Untuk ujikaji yang dijalankan nilai Q_{TS} adalah nilai yang diperolehi dari ujikaji dan digunakan untuk mendapatkan nilai V_{PB} seperti **jadual 4.8**. Didapati kesemua Model yang diuji tidak sesuai untuk digunakan dengan pengepong berliang, walau bagaimanapun Model 1 dan Model 3 masih boleh diterima dengan syarat sedikit pengubahsuaian harus dilakukan kepada pengepong berliang yang telah siap samada dengan menambah atau mengurangkan bahan penyerap yang akan digunakan. Ini bergantung kepada kebijaksanaan perekacipta pengepong tersebut

5.10 Penggunaan Perisian Q-Basic Untuk Memudahkan Pengiraan

Penggunaan perisian Q-Basic dipilih kerana ianya mudah digunakan dan bertepatan dengan kehendak sebagai alat yang dapat memudahkan pengiraan. Ini dapat dimanfaatkan kerana sistem Q-Basic itu sendiri dengan pengaturcaraan yang saya bangunkan (program seperti di Lampiran) boleh dimuatkan di dalam satu cakera liut sahaja, juga dengan penggunaan Q-Basic yang beroperasi di dalam DOS (*Disk Operating System*) menyebabkan ianya boleh digunakan di mana-mana komputer yang tidak mempunyai sistem *Window*.

Terdapat banyak parameter yang boleh didapati dari parameter asas dengan menggunakan rumus matematik. Parameter seperti V_{AS} , Q_{MS} , Q_{ES} , Q_{TS} dan sebagainya menggunakan rumus matematik yang agak panjang untuk mendapatkan jawapannya.

Dari parameter asas yang didapati contohnya seperti Frekuensi Salunan Udara Bebas (f_s), Frekuensi Salunan dalam Kotak Piawai (f_{ct}) dan nilai Kotak Piawai (V_B) kita boleh dapatkan nilai Turutan Isipadu Setara (V_{AS}) dari rumus berikut :-

$$V_{AS} = 1.15 \times ((f_{ct}/f_s)^2 - 1) \times V_B$$

Walaupun kita boleh menggunakan mesin kira untuk mencongaknya, tetapi dengan perisian yang saya bangunkan ini dapat memudahkan pengiraan hanya dengan memasukkan nilai asasnya sahaja.

Bagi setiap parameter yang didapati, saya sertakan pilihan samada untuk mencetaknya atau tidak, ataupun untuk mencari nilai parameter pemacu yang berikutnya. Penggunaan warna yang berlainan untuk sesuatu suruhan, contohnya masukkan (input) mempunyai warna yang berlainan dengan jawapan atau nilai yang dikehendaki. Ini memudahkan kita untuk membezakan di antara nilai masukkan dengan nilai yang dikehendaki.

Untuk memudahkan penganalisa atau perekacipta sistem audio menggunakan parameter yang didapati ialah dengan mengumpulkan kesemua data yang diperolehi di dalam helaian data. Contohnya helaian data untuk Model 1 - 5 adalah pada **Jadual 5.1- 5.5**.

BAB VI

KESIMPULAN, MASALAH DAN CADANGAN

BAB VI

KESIMPULAN, MASALAH DAN CADANGAN

6.1 Kesimpulan

Pada amnya projek ini memenuhi objektifnya iaitu untuk mengkaji dan mendapatkan parameter pemacu pembesar suara. Dari ujikaji yang dijalankan didapati bukan semuanya pemacu bersesuaian digunakan untuk kesemua jenis pengepong. Ini disebabkan nilai Q_{TS} pemacu tersebut adalah berbeza dengan ini ianya mungkin sesuai untuk sesuatu pengepong dan tidak sesuai untuk pengepong lain.

Dari lima model pemacu yang digunakan, didapati nilai parameter yang diperolehi adalah berbeza. Secara fizikalnya saiz pemacu, gegelung suara, saiz dan jenis magnet yang digunakan memainkan peranan di dalam penentuan nilai pada sesuatu parameter.

Secara umumnya dari graf galangan yang diperolehi pada setiap pemacu boleh menentukan samada pemacu itu boleh digunakan ataupun tidak dan samada ianya mengikut spesifikasi yang ditetapkan. Kaedah ini digunakan oleh industri pembuatan pemacu di dalam pengklasifikasi akhir pemacu tersebut oleh bahagian kawalan mutu sebelum ianya dipasarkan.

Dengan penggunaan peralatan yang mudah didapati di makmal, sesungguhnya pengujian untuk mendapatkan parameter ini adalah lebih mudah

walaupun ianya memerlukan penelitian terutamanya di dalam mendapatkan nilai sesuatu parameter.

6.2 Masalah

Di antara masalah yang timbul ketika menjalankan ujikaji ini adalah seperti berikut :

- Pemacu tidak boleh dibuka (boleh rosakkan pemacu) untuk mendapatkan parameter seperti lebar sela, panjang dan saiz dawai gelung. Sesetengah parameter, seperti Faktor Daya ($B\ell$) perlukan pemacu dibuka untuk mendapatkan ketepatannya, dengan hanya menggunakan rumus matematik jawapannya mungkin kurang tepat.
- Frekuensi digunakan sebagai pembolehubah dalam pengukuran, dengan itu nilai galangan pemacu yang diperolehi berbeza. Oleh itu perlu membuat banyak bacaan dan mengambil nilai puratanya.
- Ralat pada bacaan, ralat pada alat, ralat pada manusia (pelarasan peralatan adalah sensitif).
- Tidak terdapat pemacu di pasaran tempatan (pasaran luar negara kos tinggi) yang mempunyai parameter yang lengkap yang boleh digunakan sebagai rujukan atau perbandingan.
- Sesetengah pengujian perlukan kedap udara sepenuhnya, terdapat juga jenis pemacu yang rimnya tidak berbentuk rata, ini merumitkan pengujian yang hendak dilaksanakan.
- Sesetengah pemacu yang diuji berkemungkinan berkualiti rendah dengan itu data yang diperolehi mungkin berbeza dari aspek teorinya, walaupun pada asasnya pemacu itu boleh digunakan.

6.3 Cadangan

Cadangan yang dikemukakan ini adalah sebagai tambahan untuk mendapatkan data yang lebih tepat, di antara yang patut diperhatikan ialah :

- Semasa pengujian untuk mendapatkan salunan udara bebas (f_g), adalah lebih sesuai jika pemacu dapat diletakkan di tempat yang lapang untuk menghindarkan ralat pada nilai yang diperolehi.
- Pengujian pada sesuatu pemacu haruslah dilakukan secara berulang-kali untuk mendapatkan nilai purata bacaannya. Ini disebabkan pengukuran yang menggunakan frekuensi dari Penjana Audio adalah tersangat sensitif terutama semasa pelarasan peralatan tersebut.
- Gunakan beberapa perintang persisan yang bersesuaian untuk digunakan di dalam unit pengganding, ini dapat memberikan bacaan yang lebih tepat.
- Perisian Q-Basic yang dibangunkan untuk pengujian ini hanya tertumpu kepada cara mudah untuk mendapatkan nilai parameter dari rumus matematik. Adalah lebih baik jika dapat digabungkan dengan tatacara pengujian di dalamnya untuk memudahkan penguji membuat rujukan.
- Dari lawatan ke industri pembuatan pemacu, mereka menggunakan peralatan yang digabungkan dengan satu perisian yang dinamakan Loudspeaker Measuring System (LMS). Dengan menggunakan kaedah ini pengukuran dapat dilaksanakan dengan lebih tepat dan cepat. Walau bagaimanapun kaedah ini melibatkan kos yang tinggi dan ianya bersesuaian digunakan untuk mencari parameter secara komersil.

LAMPIRAN JADUAL

Jadual 4.1 : Dimensi Kotak Ujian Piawai

PEMACU SEHINGGA BERSAIZ	UKURAN KOTAK			ISIPADU KOTAK (ft. ³)
	A	B	C	
6 INCI	8 ½ INCI	5 INCI	MENGIKUT UKURAN PEMACU	0.2
8 INCI	10 INCI	8 ⁵ / ₈ INCI	6 ³ / ₄ INCI	0.5
10 INCI	13 INCI	10 ¹ / ₄ INCI	9 INCI	1.0
12 INCI	13 INCI	10 ¹ / ₄ INCI	10 ½ INCI	1.0

Jadual 4.2 : Bacaan Ujikaji Salunan Udara Bebas (f_s) Dan Turutan Isipadu Setara (V_{AS})

JENIS PEMACU	f_s (Hz)	f_{ct} (Hz)	V_B (ft. ³)	$1.15 \left\{ \left(\frac{f_{ct}}{f_s} \right)^2 - 1 \right\} V_B$ (ft. ³)
MODEL 1	83	137	0.2	0.39
MODEL 2	70	124	0.2	0.49
MODEL 3	72	122	0.2	0.43
MODEL 4	65	107	0.5	0.98
MODEL 5	40	89	1.0	4.54

Jadual 4.4 : Bacaan Ujikaji Rintangan DC (R_C), Faktor Q Mekanik (Q_{MS}), Faktor Q Elektrik (Q_{ES}) Dan Jumlah Faktor Q (Q_{TS})

JENIS PEMACU	R_C (Ω)	Z_{max} (Ω)	r_o Z_{max}/R_C (Ω)	Z' $(r_o)^{1/2}R_C$ (Ω)	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_s $(f_1f_2)^{1/2}$ (Hz)
MODEL 1	4.0	18.65	4.66	8.64	63	109	82.9
MODEL 2	4.8	14.60	3.04	8.37	58	84	69.8
MODEL 3	3.7	17.10	4.62	7.95	54	97	72.4
MODEL 4	7.3	33.05	4.53	15.53	52	79	64.1
MODEL 5	6.5	21.05	3.25	11.72	31	49	38.9

JENIS PEMACU	Q_{MS} $\{f_s(r_o)^{1/2}\}/(f_2-f_1)$	Q_{ES} $Q_{MS}/(r_o-1)$	Q_{TS} $(Q_{MS}Q_{ES})/(Q_{MS}+Q_{ES})$
MODEL 1	3.89	1.06	0.834
MODEL 2	4.68	2.29	1.539
MODEL 3	3.62	0.99	0.783
MODEL 4	5.05	1.43	1.116
MODEL 5	3.91	1.73	1.200

Jadual 4.5 : Bacaan Ujikaji Aruhan Gegelung Suara (L_E)

JENIS PEMACU	R_C (Ω)	$2R_C$ (Ω)	f_D (Hz)	L_E $0.3R_C/f_D$ (mH)
MODEL 1	4.0	8	54	22.2
MODEL 2	4.8	9.6	61	23.6
MODEL 3	3.7	7.4	50	22.2
MODEL 4	7.3	14.6	49	44.7
MODEL 5	6.5	13.0	32	60.9

Jadual 4.6 : Bacaan Ujikaji Keluasan Berkesan Kun (S_D), Jisim Bergerak (M_D), Turutan Suspensi (C_{MS}) Dan Rintangan Mekanik (R_{MS})

JENIS PEMACU	D (cm)	r (cm) D/2	S_D (cm ²) πr^2	M^1 (gm)	f_s (Hz)	f_s^1 (Hz)
MODEL 1	13	6.5	132.7	5	83	59
MODEL 2	11	5.5	95.0	5	70	52
MODEL 3	13.5	6.75	143.1	10	72	52
MODEL 4	16.3	8.15	208.7	10	65	46
MODEL 5	21.7	10.85	369.8	20	40	27

JENIS PEMACU	M_D (gm) $M^1 / (f_s / f_s^1)^2 - 1$	C_{MS} (cm/dyne) $1 / (2\pi f_s)^2 M_D$	M_A (gm) $3.1467 \times (\tau/10)^3$	R_{MS} (mech. Ω) $(2\pi f_s / Q_{MS}) ((M_D + M_A) / 1000)$
MODEL 1	5.12	0.72×10^{-6}	0.86	0.79
MODEL 2	6.16	0.84×10^{-6}	0.52	0.63
MODEL 3	10.9	0.45×10^{-6}	0.97	1.48
MODEL 4	10.03	0.59×10^{-6}	1.70	0.95
MODEL 5	16.74	0.95×10^{-6}	4.02	1.34

Jadual 4.7 : Isipadu Pengepong Tertutup (V_{CB})

JENIS PEMACU	Q_{TS}	V_{AS} (cu.ft)	Q_{CB}	V_{CB} (cu.ft) $V_{AS} / (((Q_{CB} / Q_{TS})^2) - 1)$
MODEL 1	0.83	0.39	1.1	0.52
MODEL 2	1.54	0.49	1.1	-1.00
MODEL 3	0.78	0.43	1.1	0.44
MODEL 4	1.12	0.98	1.1	-27.69
MODEL 5	1.20	4.54	1.1	-28.42

Jadual 4.8 : Isipadu Pengepong Berliang (V_{PB})

JENIS PEMACU	Q_{TS}	V_{AS} (cu.ft)	V_{PB} (cu.ft) $15 \times (Q_{TS})^{2.87} \times V_{AS}$
MODEL 1	0.83	0.39	3.43
MODEL 2	1.54	0.49	25.38
MODEL 3	0.78	0.43	3.16
MODEL 4	1.12	0.98	20.35
MODEL 5	1.20	4.54	114.92

Jadual 4.9 : Faktor Daya ($B\ell$)

JENIS PEMACU	f_s (Hz)	M_D (gm)	R_C (Ω)	Q_{ES}	$B\ell$ (telsa-meters) $((2\pi f_s M_D R_C) / Q_{ES})^{1/2}$
MODEL 1	83	5.12	4.0	1.06	100.38
MODEL 2	70	6.16	4.8	2.29	75.36
MODEL 3	72	10.9	3.7	0.99	135.75
MODEL 4	65	10.03	7.3	1.43	144.61
MODEL 5	40	16.74	6.5	1.73	125.73

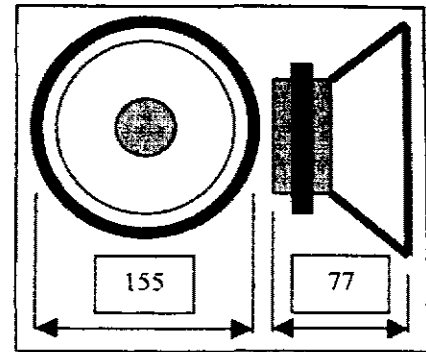
Jadual 5.1 : Helaian Data Model 1

PEMACU MODEL 1**JENIS PARAMETER**

Saiz Pemacu (mm) : 155mm x 77mm

Berat Pemacu (Kg) : 0.816

Galangan Nominal (ohms) : 4

**Isipadu Pengepong Tipikal**

- ditutup sepenuhnya (V_{CB}) (cu. ft.) : 0.52
- berliang (V_{PB}) (cu. ft.) : 3.43

Magnet

- bahan magnet : xxx
- lebar sela magnet (mm) : xxx
- ketumpatan flux (gauss) : xxx

Gegelung Suara

- ketinggian gegelung suara : xxx
- garispusat gegelung suara : xxx
- kearuhan gegelung (L_F) (mH) : 22.2
- rintangan dc (R_C) (ohms) : 4.0

Gegendang

- keluasan kon berkesan (cm^2) (S_D) : 132.7
- jisim bergerak berkesan (gm) (M_D) : 5.12

Frekuensi Salunan Udara Bebas (f_s) (Hz) : 83

Rintangan Mekanik (R_{MS}) (mech. Ω) : 0.79

Turutan Suspensi (C_{MS}) (cm/dyne) : 0.72×10^{-6}

Turutan Isipadu Setara (V_{AS}) (cu. ft.) : 0.39

Faktor Daya ($B\ell$) (telsa-meters) : 100.38

Redaman

- faktor Q elektrik (Q_{ES}) : 1.06
- faktor Q mekanik (Q_{MS}) : 3.89
- jumlah faktor Q (Q_{TS}) : 0.83

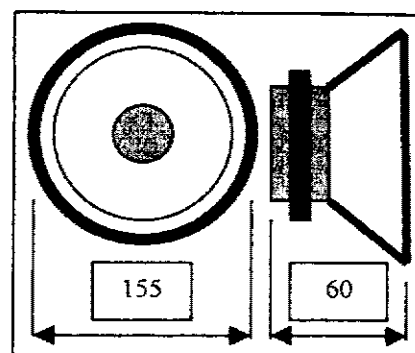
Jadual 5.2 : Helaian Data Model 2

PEMACU MODEL 2**JENIS PARAMETER**

Saiz Pemacu (mm) : 155mm x 60mm

Berat Pemacu (Kg) : 0.348

Galangan Nominal (ohms) : 5

**Isipadu Pengepong Tipikal**

- ditutup sepenuhnya (V_{CB}) (cu. ft.) : -1.00
- berliang (V_{PB}) (cu. ft.) : 25.38

Magnet

- bahan magnet : xxx
- lebar sela magnet (mm) : xxx
- ketumpatan flux (gauss) : xxx

Gegelung Suara

- ketinggian gegelung suara : xxx
- garispusat gegelung suara : xxx
- kearuhan gegelung (L_E) (mH) : 23.6
- rintangan dc (R_C) (ohms) : 4.8

Gegendang

- keluasan kon berkesan (cm^2) (S_D) : 95.0
- jisim bergerak berkesan (gm) (M_D) : 6.16

Frekuensi Salunan Udara Bebas (f_s) (Hz) : 70Rintangan Mekanik (R_{MS}) (mech. Ω) : 0.63Turutan Suspensi (C_{MS}) (cm/dyne) : 0.84×10^{-6} Turutan Isipadu Setara (V_{AS}) (cu. ft.) : 0.49Faktor Daya (B_l) (telsa-meters) : 75.36**Redaman**

- faktor Q elektrik (Q_{ES}) : 2.29
- faktor Q mekanik (Q_{MS}) : 4.68
- jumlah faktor Q (Q_{TS}) : 1.54

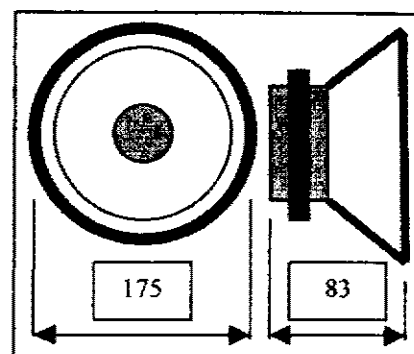
Jadual 5.3 : Helaian Data Model 3

PEMACU MODEL 3**JENIS PARAMETER**

Saiz Pemacu (mm) : 175mm x 83mm

Berat Pemacu (Kg) : 1.267

Galangan Nominal (ohms) : 4

**Isipadu Pengepong Tipikal**

- ditutup sepenuhnya (V_{CB}) (cu. ft.) : 0.44
- berliang (V_{PB}) (cu. ft.) : 3.16

Magnet

- bahan magnet : xxx
- lebar sela magnet (mm) : xxx
- ketumpatan flux (gauss) : xxx

Gegelung Suara

- ketinggian gegelung suara : xxx
- garispusat gegelung suara : xxx
- kearuhan gegelung (L_E) (mH) : 22.2
- rintangan dc (R_C) (ohms) : 3.7

Gegendang

- keluasan kon berkesan (cm^2) (S_D) : 143.1
- jisim bergerak berkesan (gm) (M_D) : 10.9

Frekuensi Salunan Udara Bebas (f_s) (Hz) : 72

Rintangan Mekanik (R_{MS}) (mech. Ω) : 1.48

Turutan Suspensi (C_{MS}) (cm/dyne) : 0.45×10^{-6}

Turutan Isipadu Setara (V_{AS}) (cu. ft.) : 0.43

Faktor Daya ($B\ell$) (telsa-meters) : 135.75

Redaman

- faktor Q elektrik (Q_{ES}) : 0.99
- faktor Q mekanik (Q_{MS}) : 3.62
- jumlah faktor Q (Q_{TS}) : 0.78

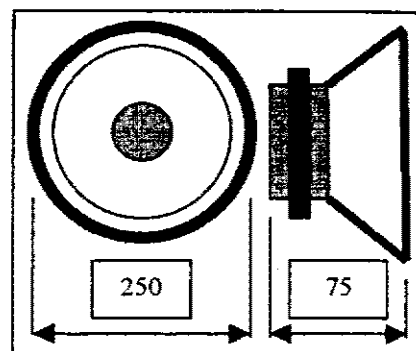
Jadual 5.4 : Helaian Data Model 4

PEMACU MODEL 4**JENIS PARAMETER**

Saiz Pemacu (mm) : 250mm x 75mm

Berat Pemacu (Kg) : 0.94

Galangan Nominal (ohms) : 8

**Isipadu Pengepong Tipikal**

- ditutup sepenuhnya (V_{CB}) (cu. ft.) : -27.69
- berliang (V_{PB}) (cu. ft.) : 20.35

Magnet

- bahan magnet : xxx
- lebar sela magnet (mm) : xxx
- ketumpatan flux (gauss) : xxx

Gegelung Suara

- ketinggian gegelung suara : xxx
- garispusat gegelung suara : xxx
- kearuhan gegelung (L_E) (mH) : 44.7
- rintangan dc (R_C) (ohms) : 7.3

Gegendang

- keluasan kon berkesan (cm^2) (S_D) : 208.7
- jisim bergerak berkesan (gm) (M_D) : 10.03

Frekuensi Salunan Udara Bebas (f_s) (Hz) : 65

Rintangan Mekanik (R_{MS}) (mech. Ω) : 0.95

Turutan Suspensi (C_{MS}) (cm/dyne) : 0.59×10^{-6}

Turutan Isipadu Setara (V_{AS}) (cu. ft.) : 0.98

Faktor Daya ($B\ell$) (telsa-meters) : 144.61

Redaman

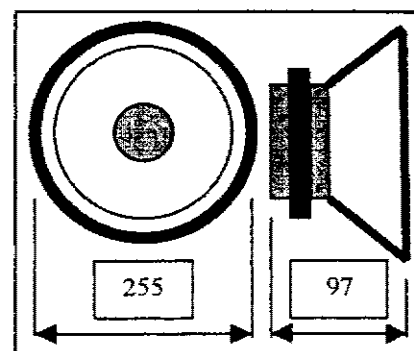
- faktor Q elektrik (Q_{ES}) : 1.43
- faktor Q mekanik (Q_{MS}) : 5.05
- jumlah faktor Q (Q_{TS}) : 1.12

Jadual 5.5 : Helaian Data Model 5

PEMACU MODEL 5

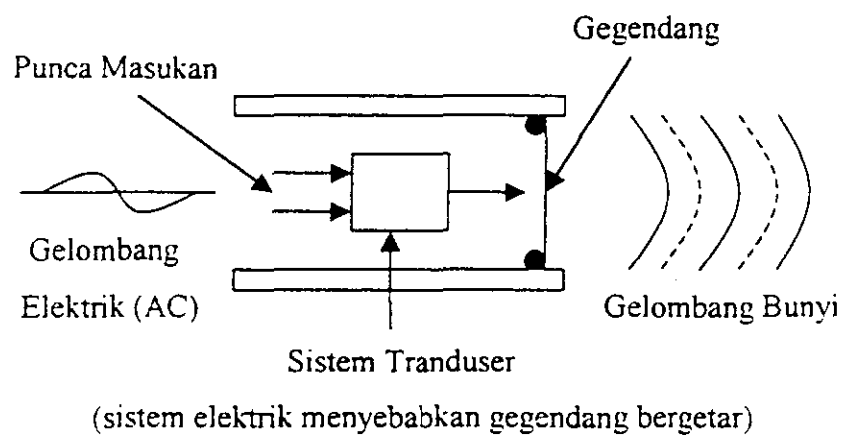
JENIS PARAMETER

Saiz Pemacu (mm)	:	255mm x 97mm
Berat Pemacu (Kg)	:	0.919
Galangan Nominal (ohms)	:	8

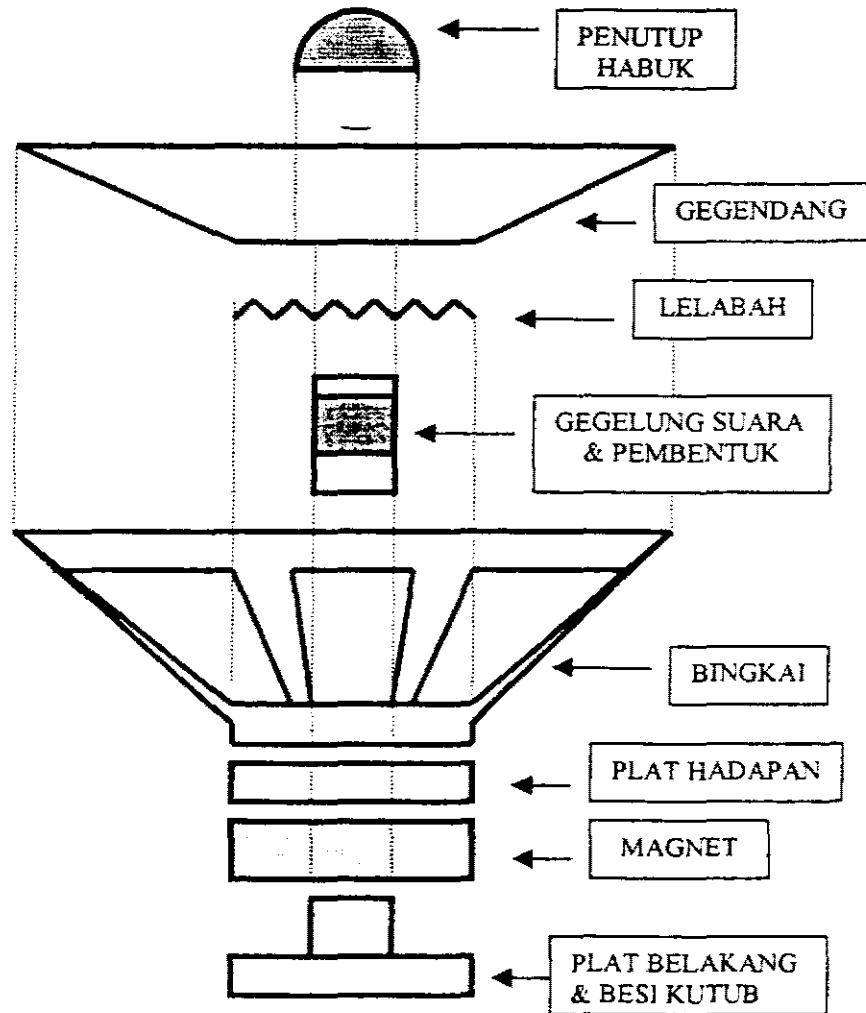


Isipadu Pengepong Tipikal		
- ditutup sepenuhnya (V_{CB}) (cu. ft.)	:	-28.42
- berliang (V_{PB}) (cu. ft.)	:	114.92
Magnet		
- bahan magnet	:	xxx
- lebar sela magnet (mm)	:	xxx
- ketumpatan flux (gauss)	:	xxx
Gegelung Suara		
- ketinggian gegelung suara	:	xxx
- garispusat gegelung suara	:	xxx
- kearuhan gegelung (L_E) (mH)	:	60.9
- rintangan dc (R_C) (ohms)	:	6.5
Gegendang		
- keluasan kon berkesan (cm^2) (S_D)	:	369.8
- jisim bergerak berkesan (gm)(M_D)	:	16.74
Frekuensi Salunan Udara Bebas (f_s) (Hz)	:	40
Rintangan Mekanik (R_{MS}) (mech. Ω)	:	1.34
Turutan Suspensi (C_{MS}) (cm/dyne)	:	0.95×10^{-6}
Turutan Isipadu Setara (V_{AS}) (cu. ft.)	:	4.54
Faktor Daya (B_l) (telsa-meters)	:	125.73
Redaman		
- faktor Q elektrik (Q_{ES})	:	1.73
- faktor Q mekanik (Q_{MS})	:	3.91
- jumlah faktor Q (Q_{TS})	:	1.20

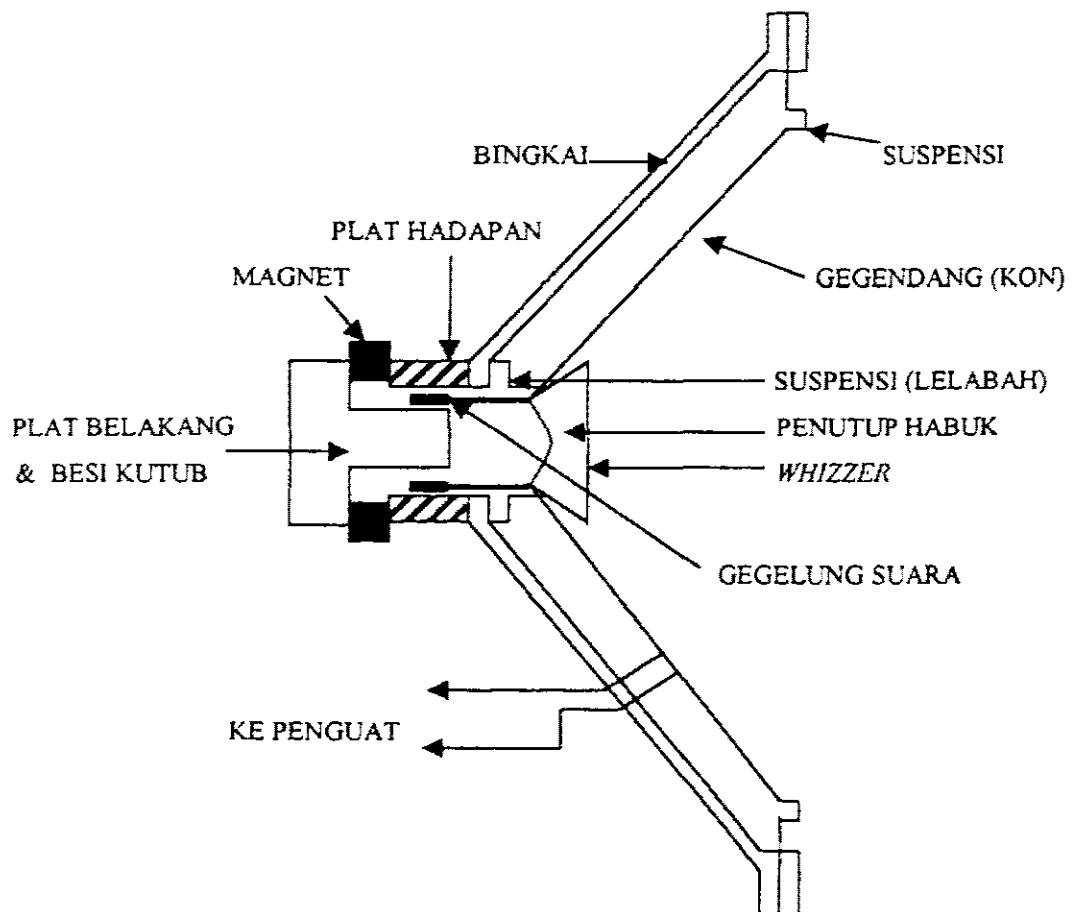
LAMPIRAN RAJAH



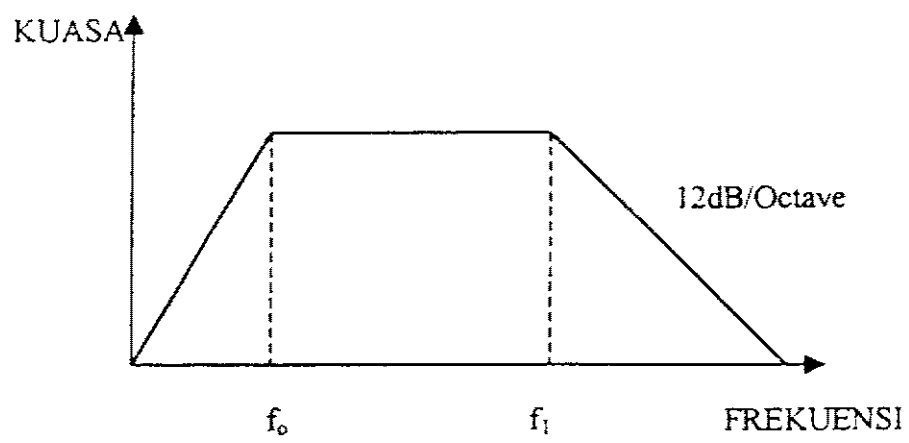
Rajah 2.1: Pemacu mengubah tenaga elektrik ke tenaga akustik



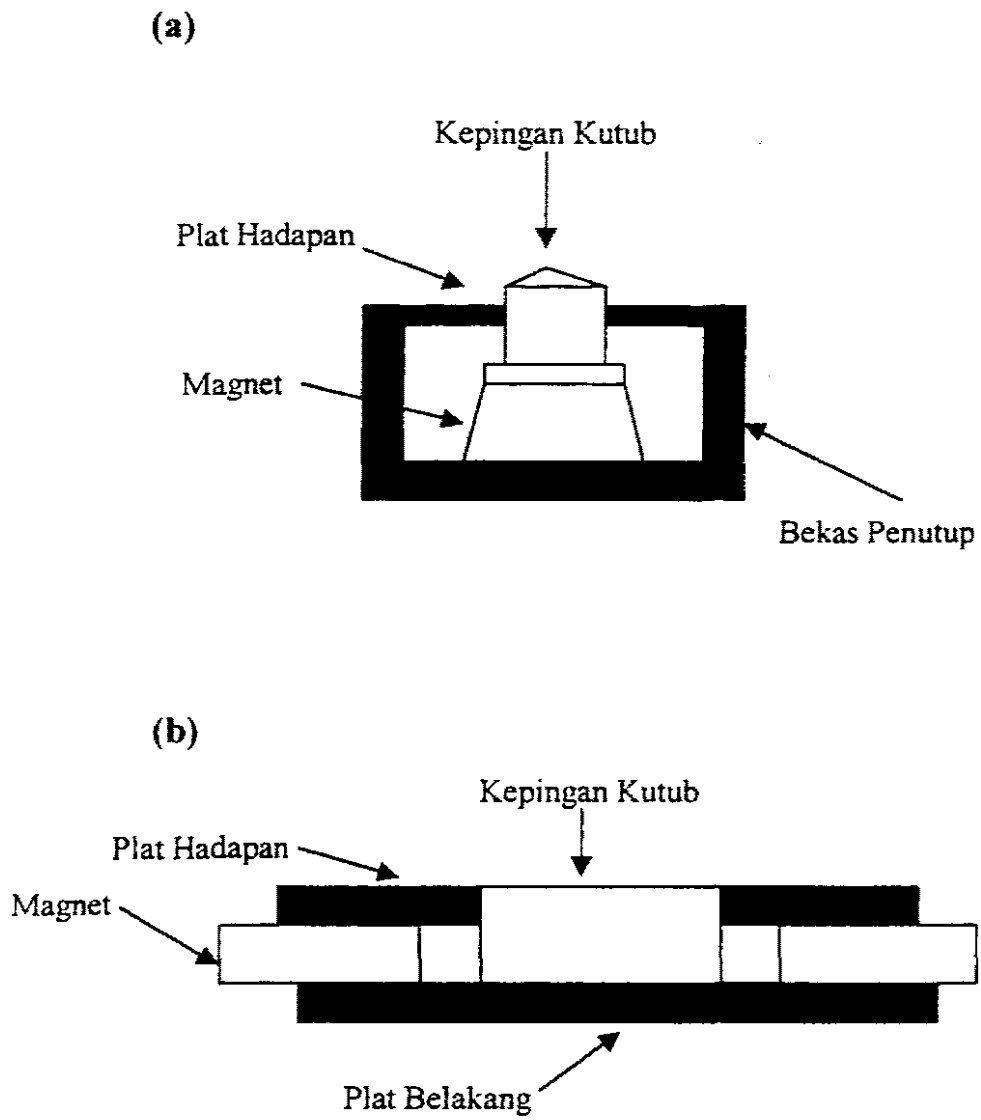
Rajah 2.2 : Bahagian pada pemacu gegelung bergerak



Rajah 2.3: Bahagian pemacu gelung bergerak

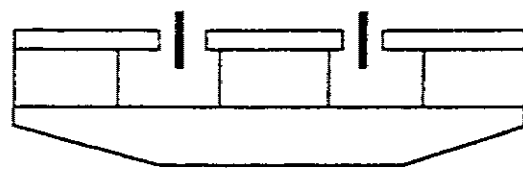


Rajah 2.4: Sambutan kuasa gegendang pemacu secara teori

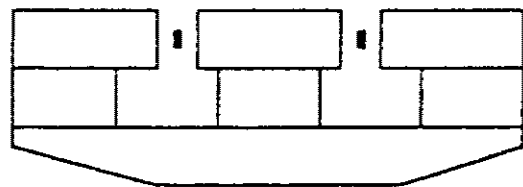


Rajah 2.5 : Konfigurasi Magnet Asas

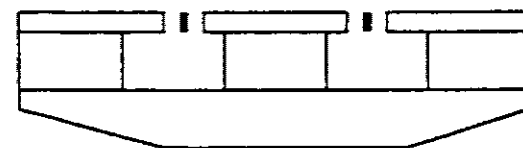
- (a) central pot magnet
- (b) bentuk rata dengan magnet ceramic



(a)



(b)



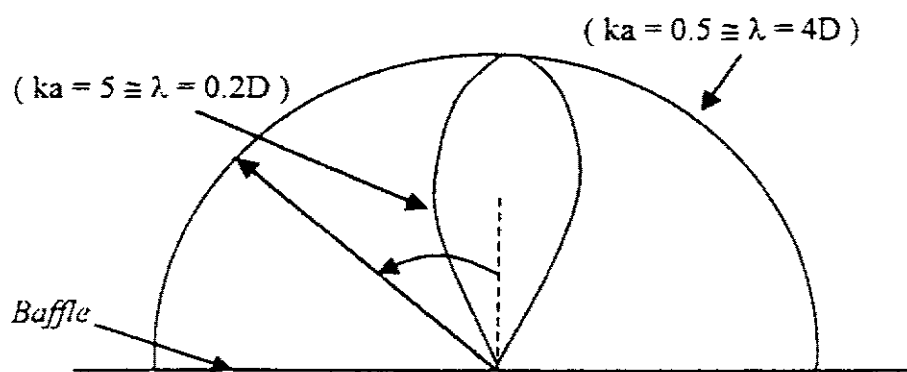
(c)

Rajah 2.6 : Perhubungan Gegelung/Sela

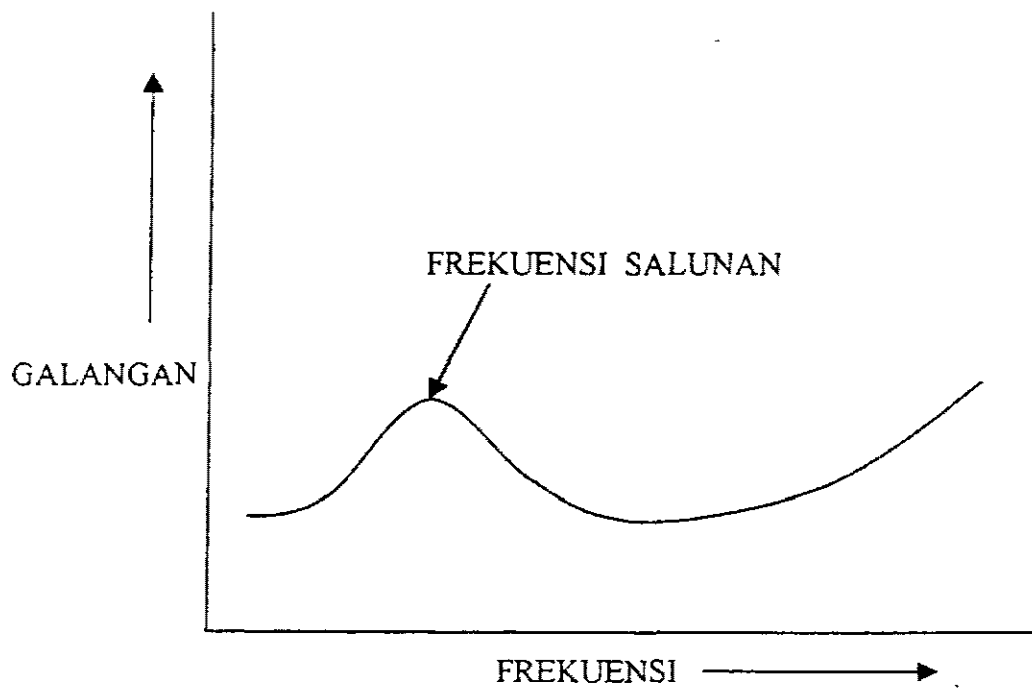
(a) gegelung panjang

(b) gegelung pendek

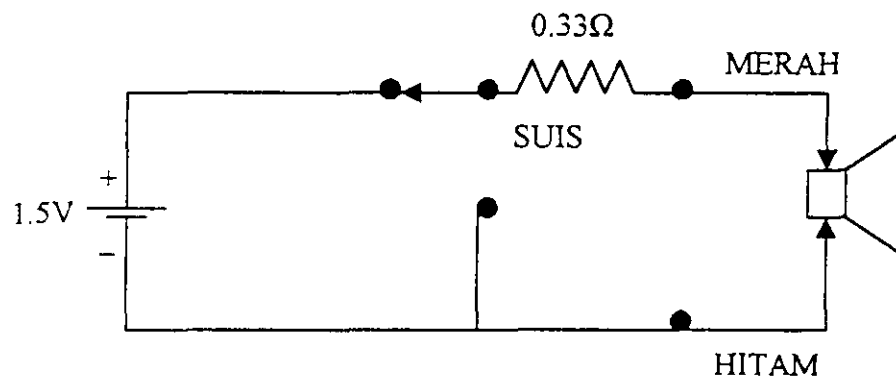
(c) panjang gegelung sama dengan tinggi sela



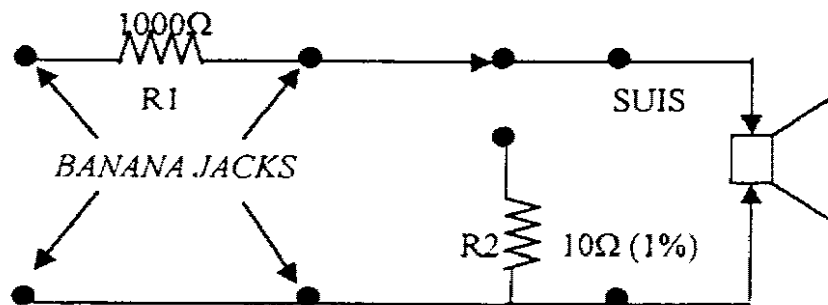
Rajah 2.7: Corak kearahkan frekuensi rendah dan tinggi untuk gegendang bulatan bergaris pusat D di dalam *baffle* yang tak terhingga.



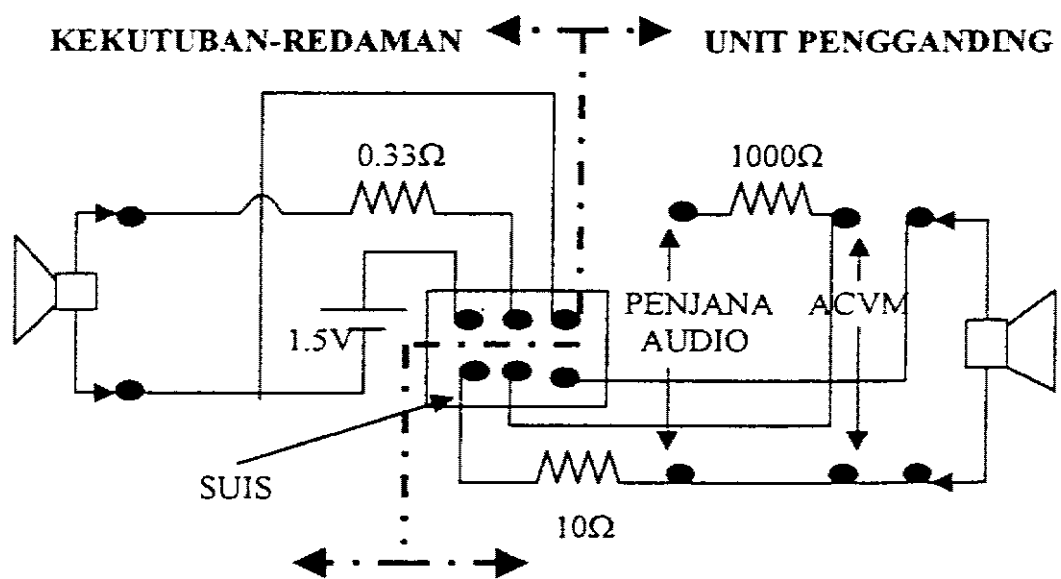
Rajah 3.1 : Galangan pemacu berubah dengan frekuensi



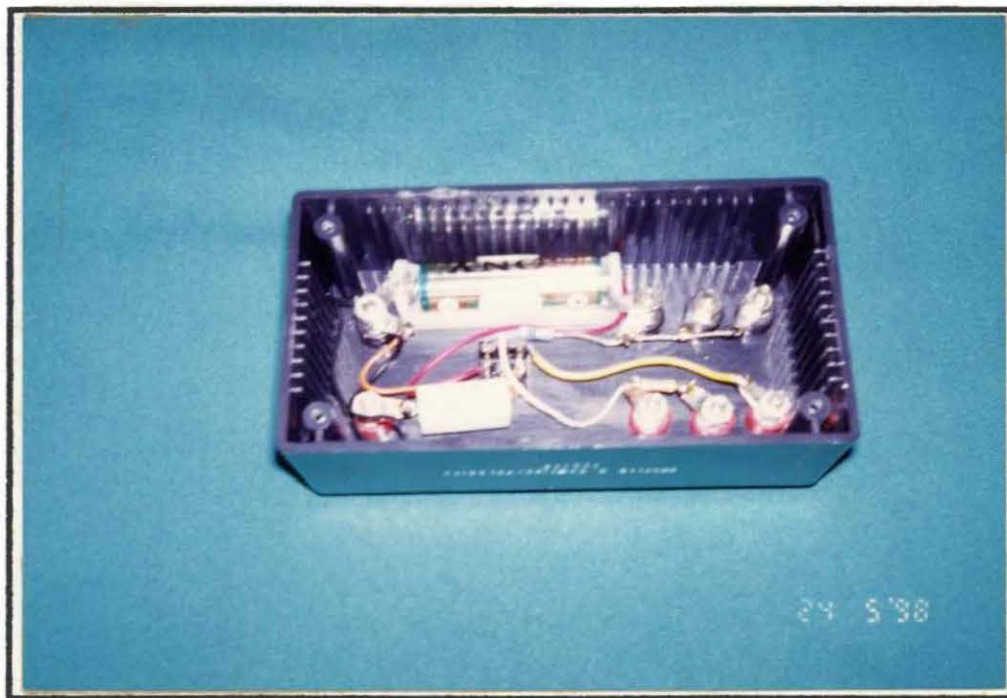
Rajah 4.1 : Litar pengujian Kekutuban-Redaman



Rajah 4.2 : Litar pengganding untuk peralatan



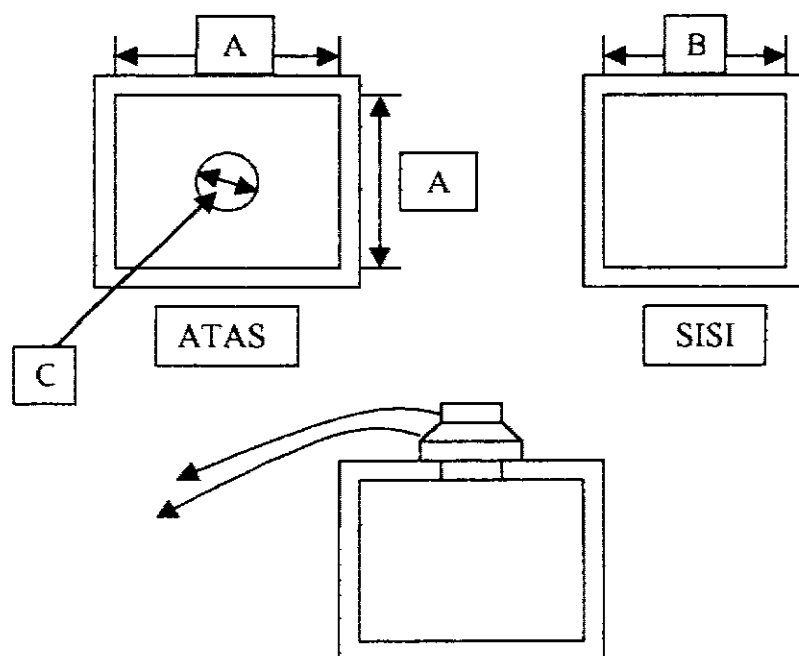
Rajah 4.3 : Litar gabungan Kekutuban-Redaman / Pengganding



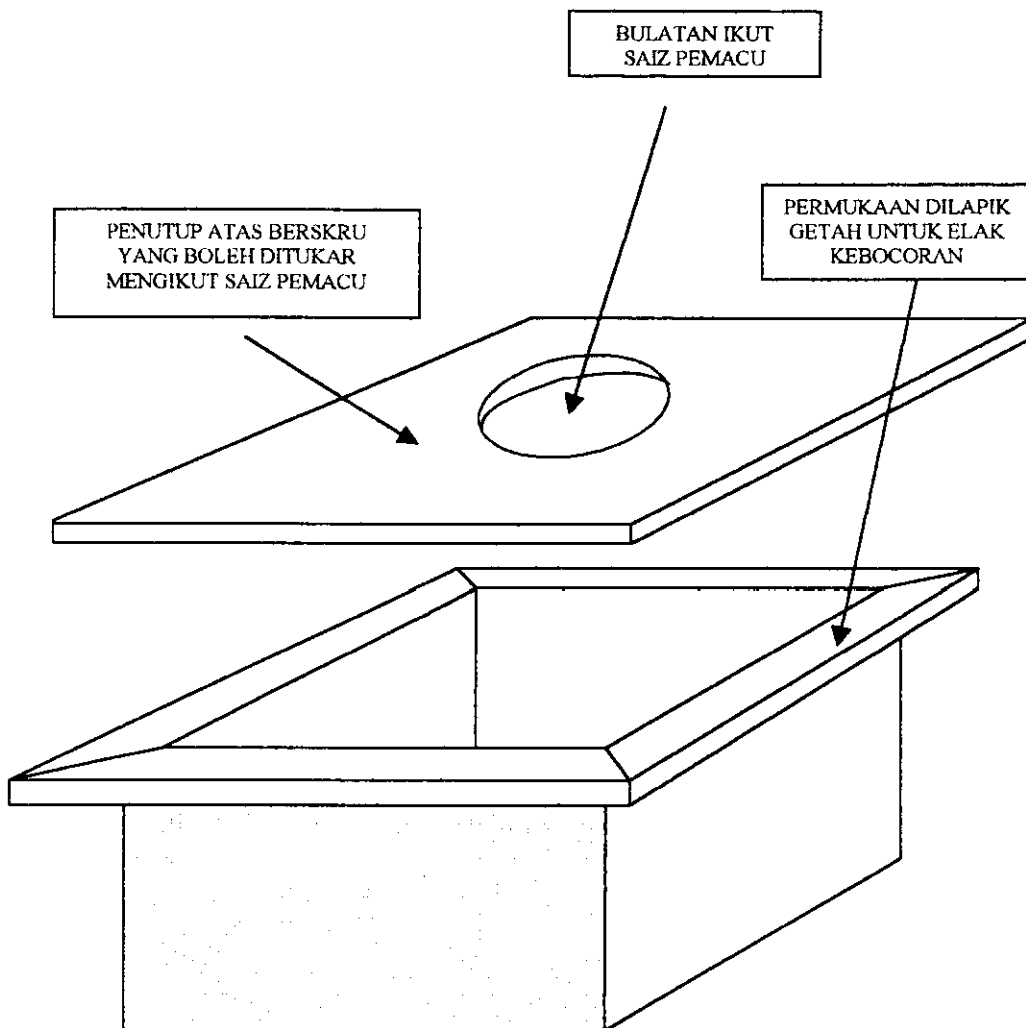
Rajah 4.4 : Litar Pengganding & Kekutuban-Redaman di dalam *casing*



Rajah 4.5 : Unit Pengganding & Kekutuban-Redaman yang dibina



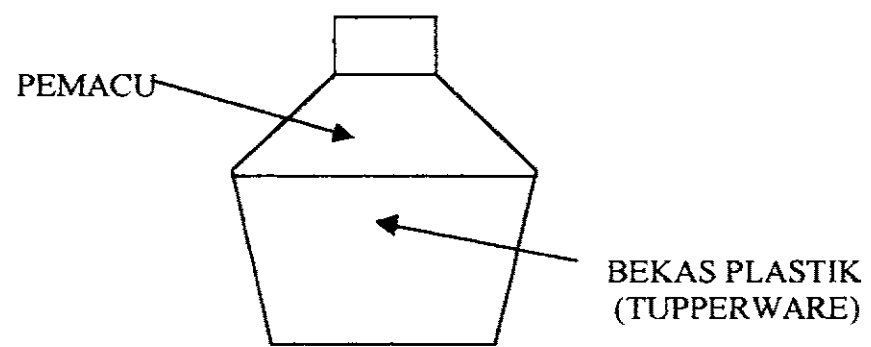
Rajah 4.6 : Kotak ujian piawai



Rajah 4.7 : Kotak ujian piawai dengan penutup boleh di tukar ganti mengikut saiz pemacu



Rajah 4.8 : Kotak Ujian Piawai yang siap dibina



Rajah 4.9 : Pengujian secara *tupperware*



Rajah 4.10 : Pemacu Model 1



Rajah 4.11 : Pemacu Model 2



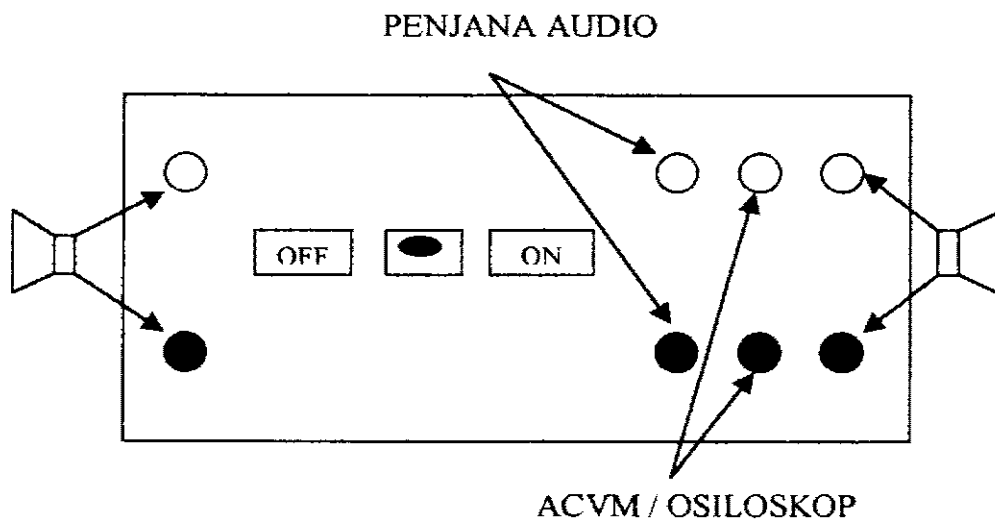
Rajah 4.12 : Pemacu Model 3



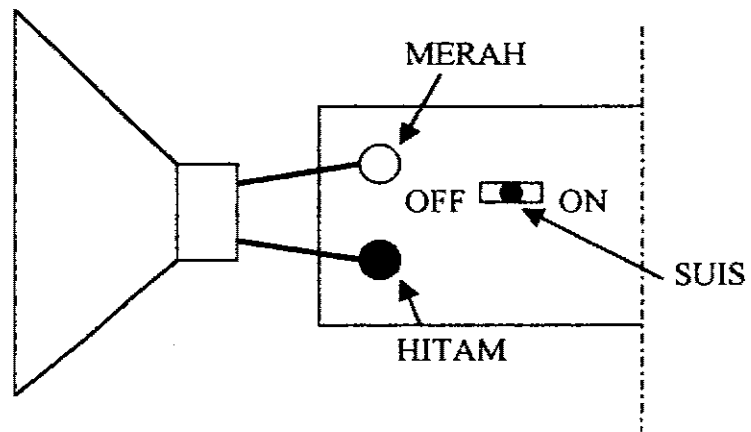
Rajah 4.13 : Pemacu Model 4



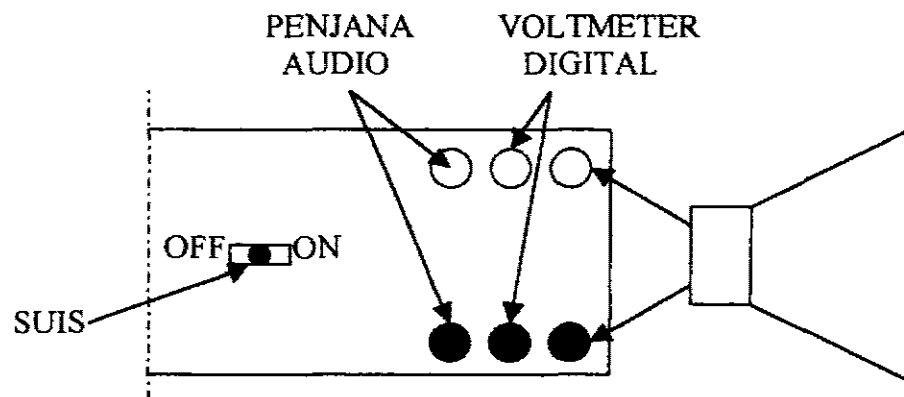
Rajah 4.14 : Pemacu Model 5



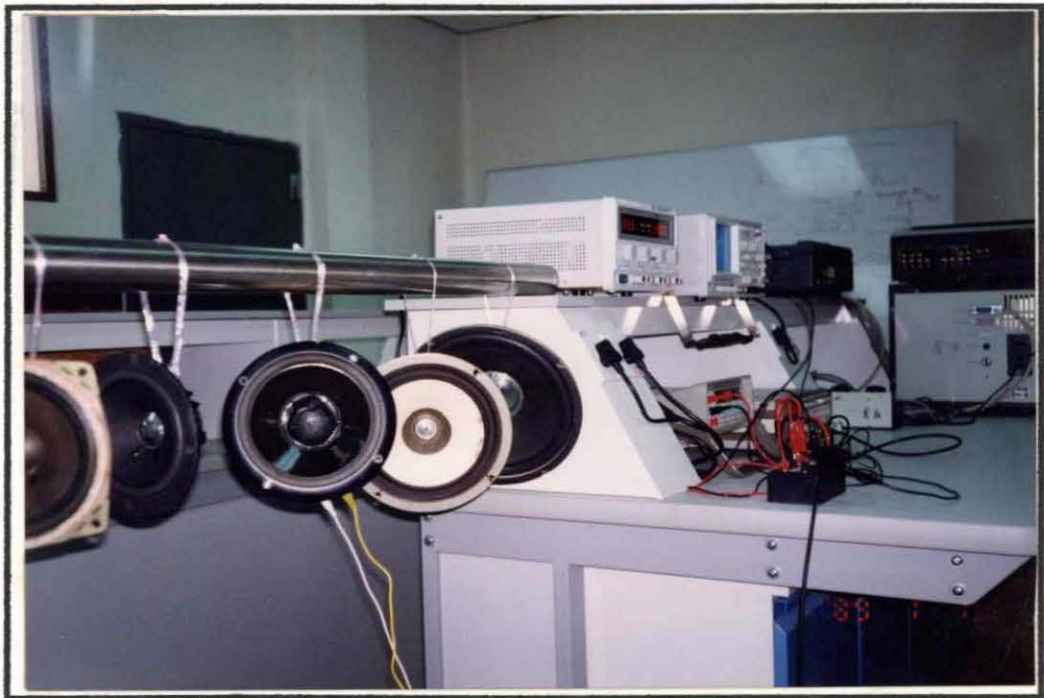
Rajah 4.15 : Litar gabungan di dalam bekas (*casing*)



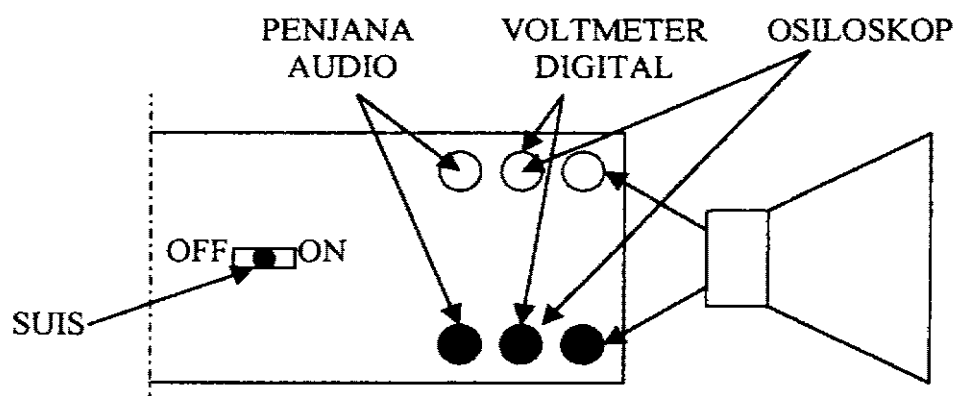
Rajah 4.16 : Penyambungan ujian kekutuban



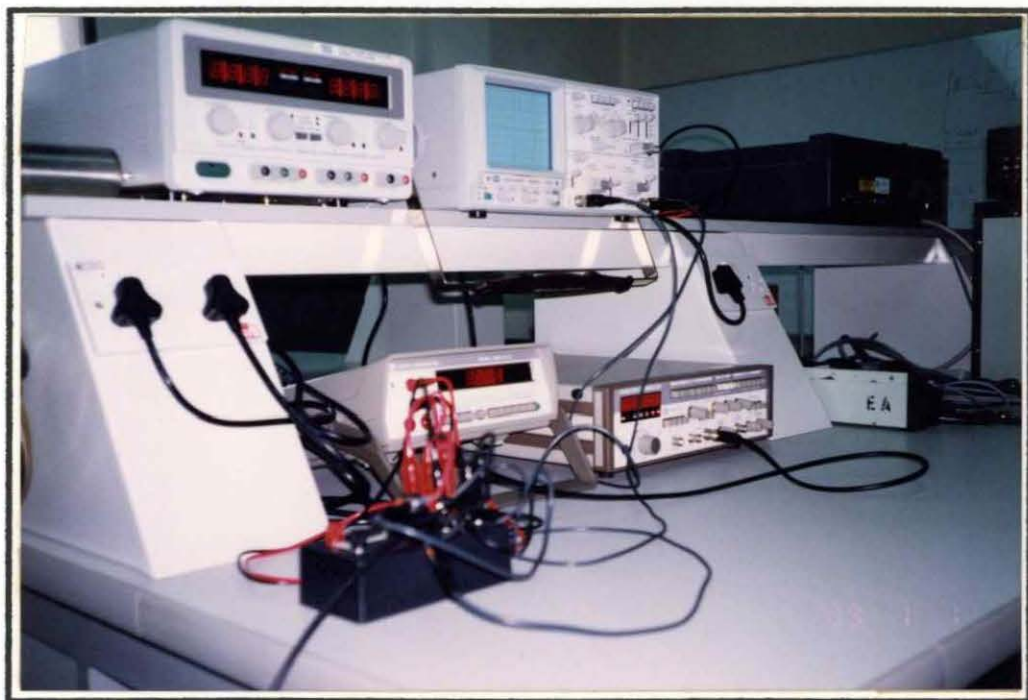
Rajah 4.17 : Penyambungan unit pengganding dengan peralatan pengujian f_s dan f_{ct}



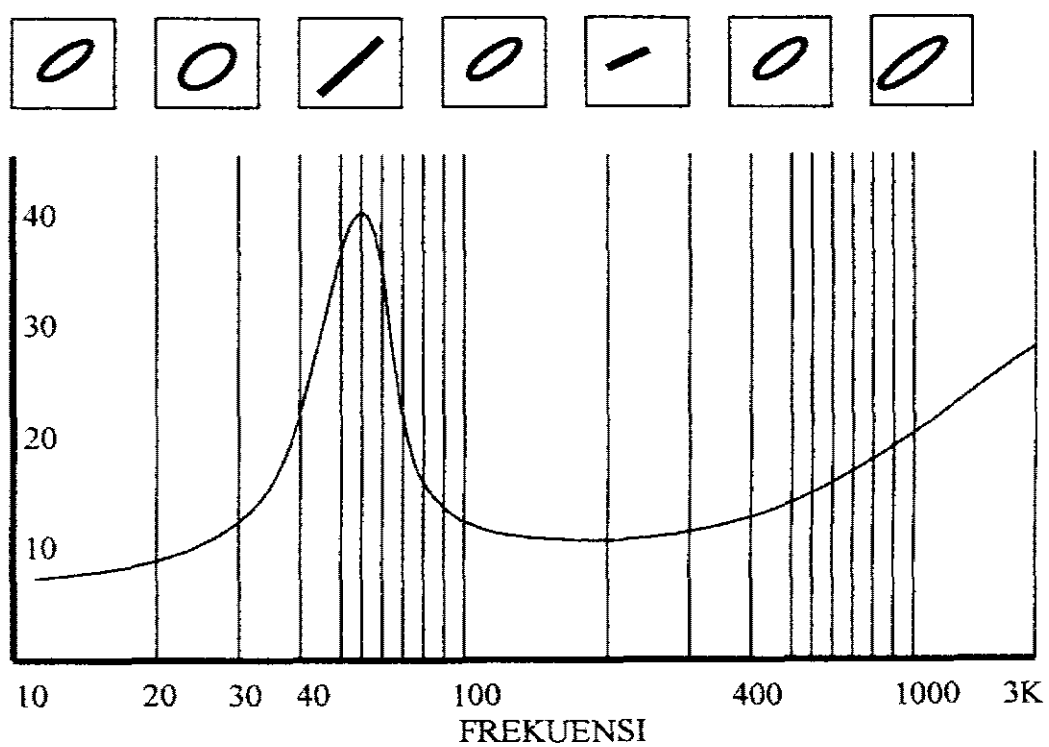
Rajah 4.18 : Peralatan Pengujian Salunan dan Galangan



Rajah 4.19 : Penyambungan unit pengganding dengan peralatan pengujian f_s dan f_{ct}

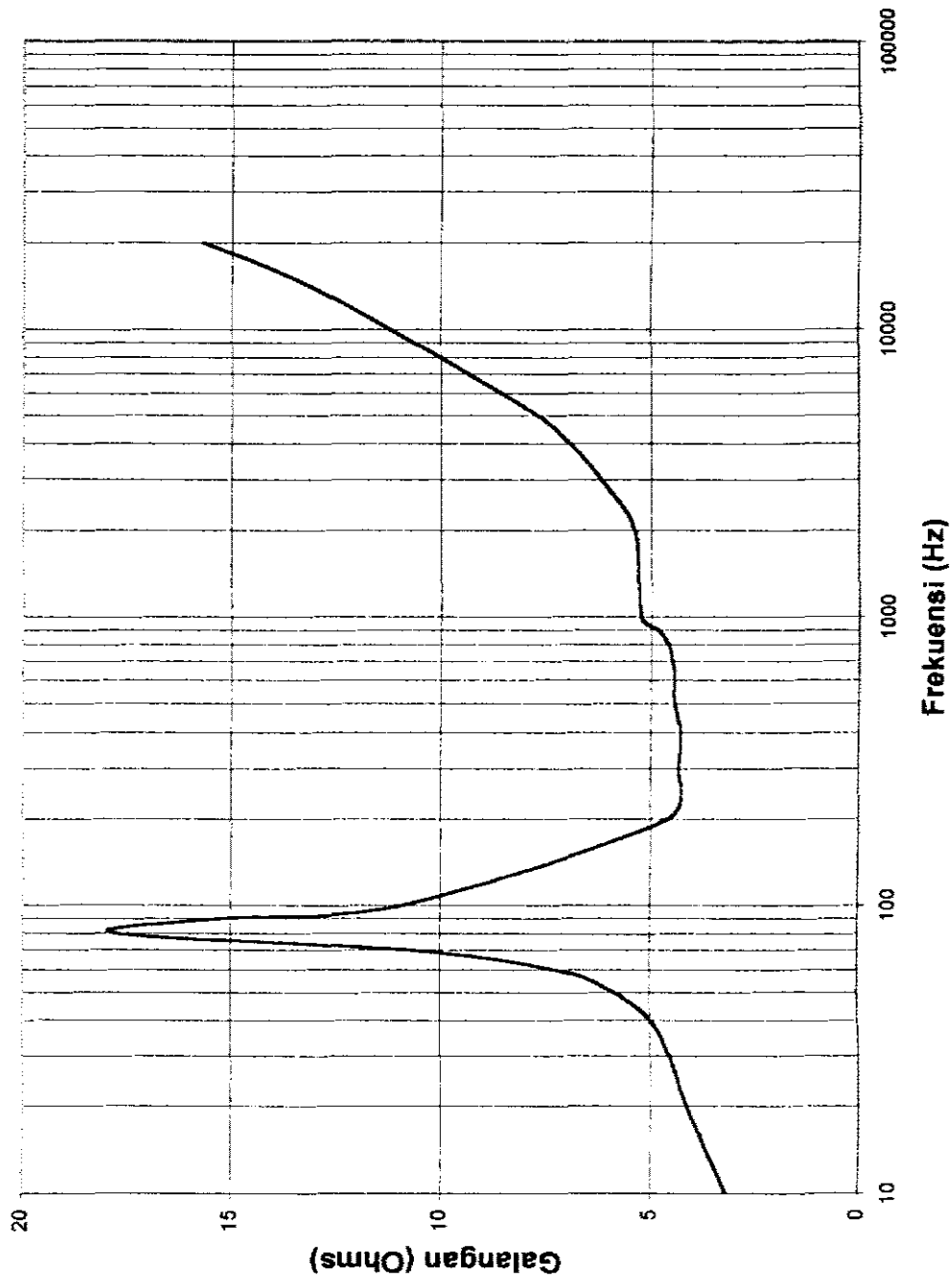


Rajah 4.20 : Peralatan Pengujian Salunan dan Galangan



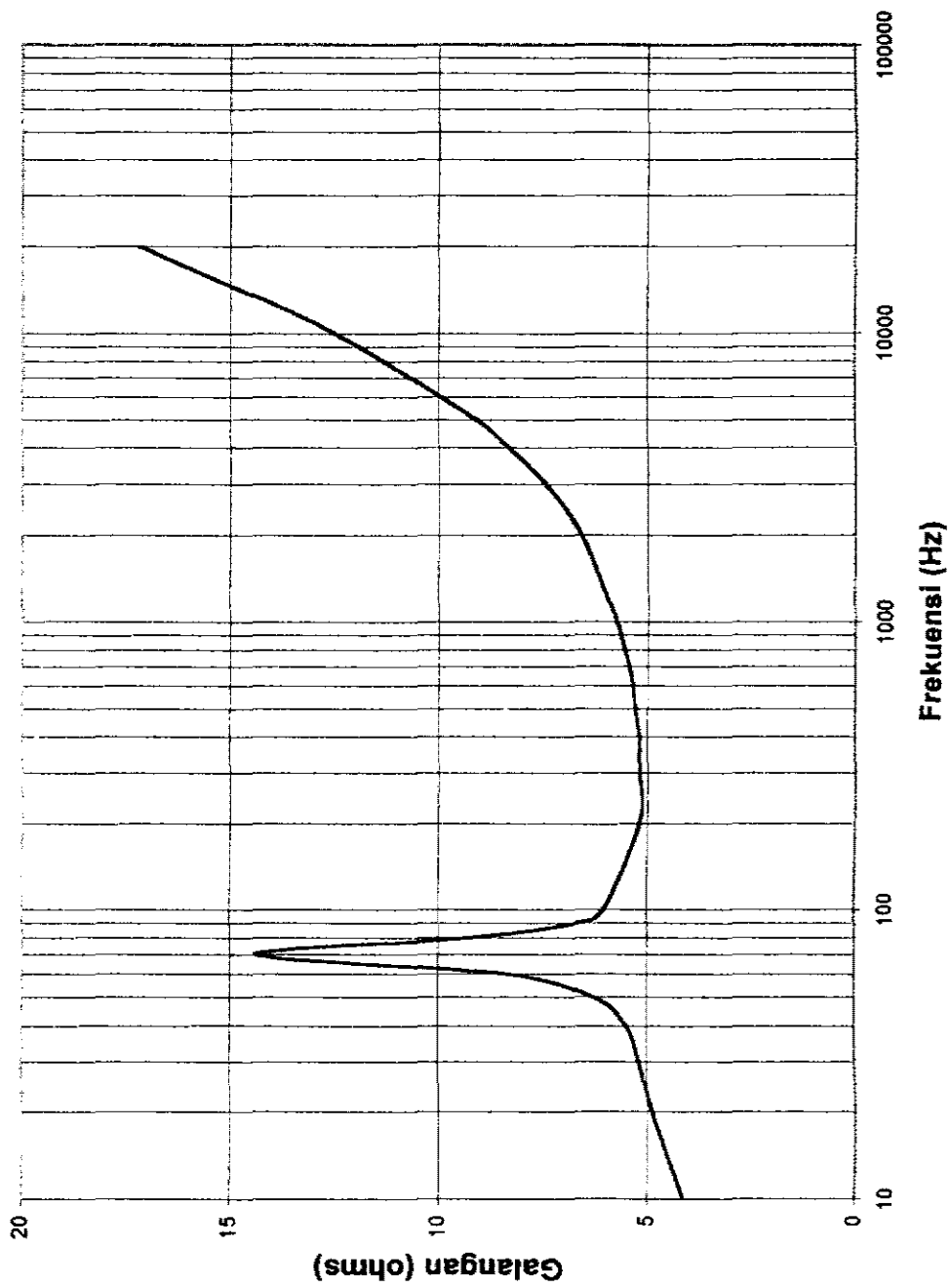
Rajah 4.21 : Corak osiloskop pada beberapa titik lengkungan galangan pemacu

Galangan Pemacu Pembesar Suara Model 1



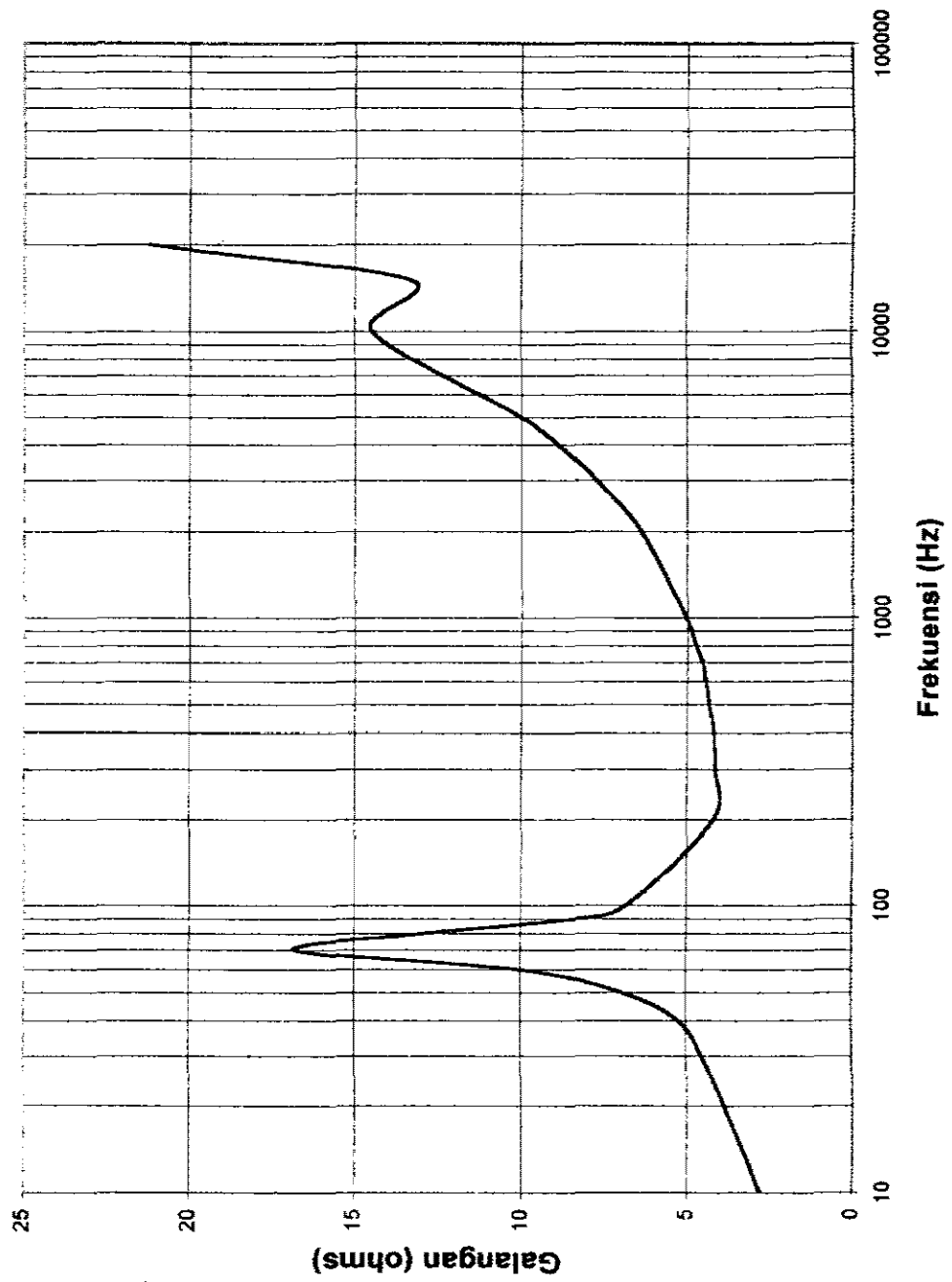
Rajah 4.22 : Graf Galangan Pemacu Pembesar Suara Model 1

Galangan Pemacu Pembesar Suara Model 2



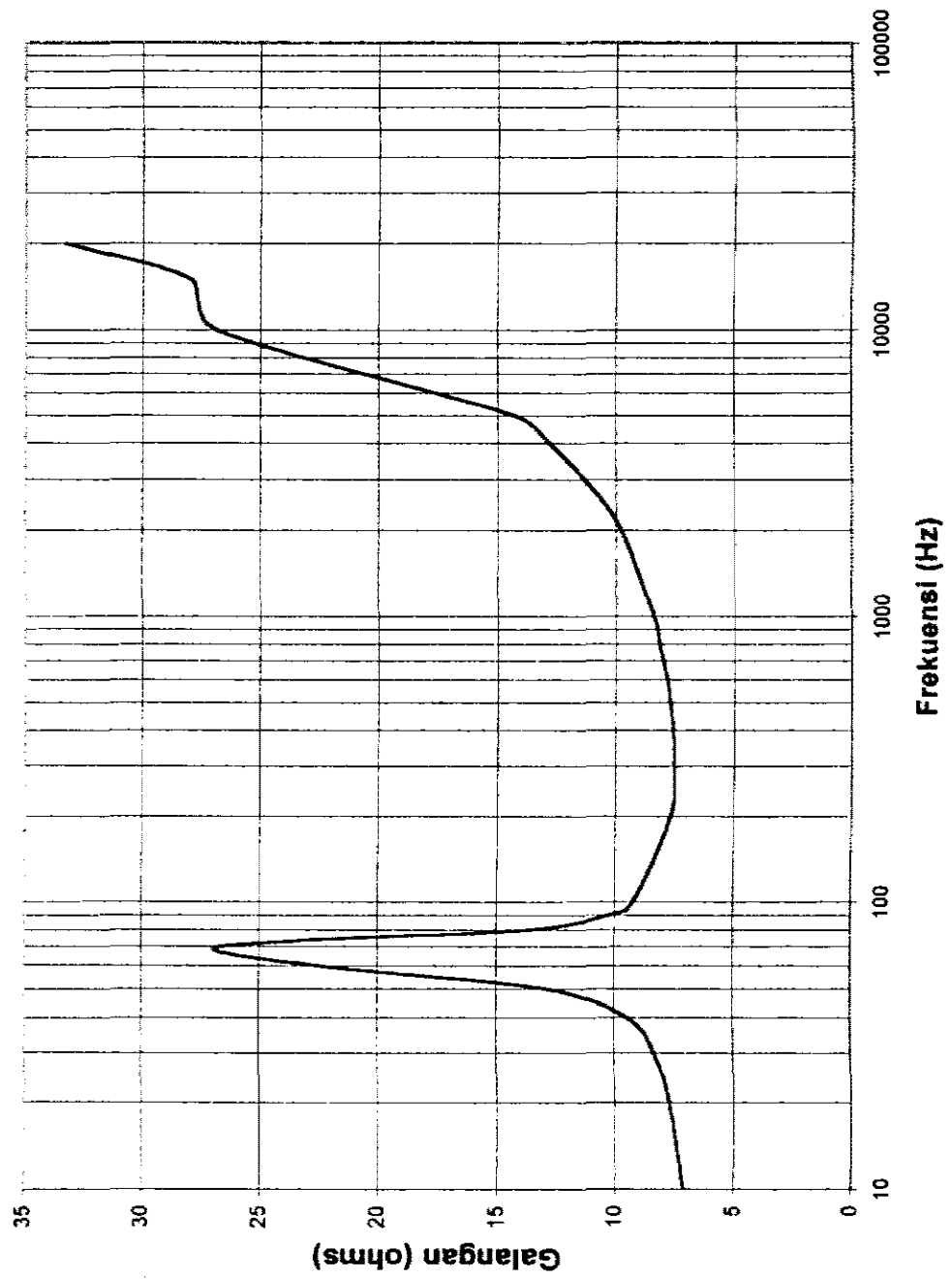
Rajah 4.23 : Graf Galangan Pemacu Pembesar Suara Model 2

Galangan Pemacu Pembesar Suara Model 3



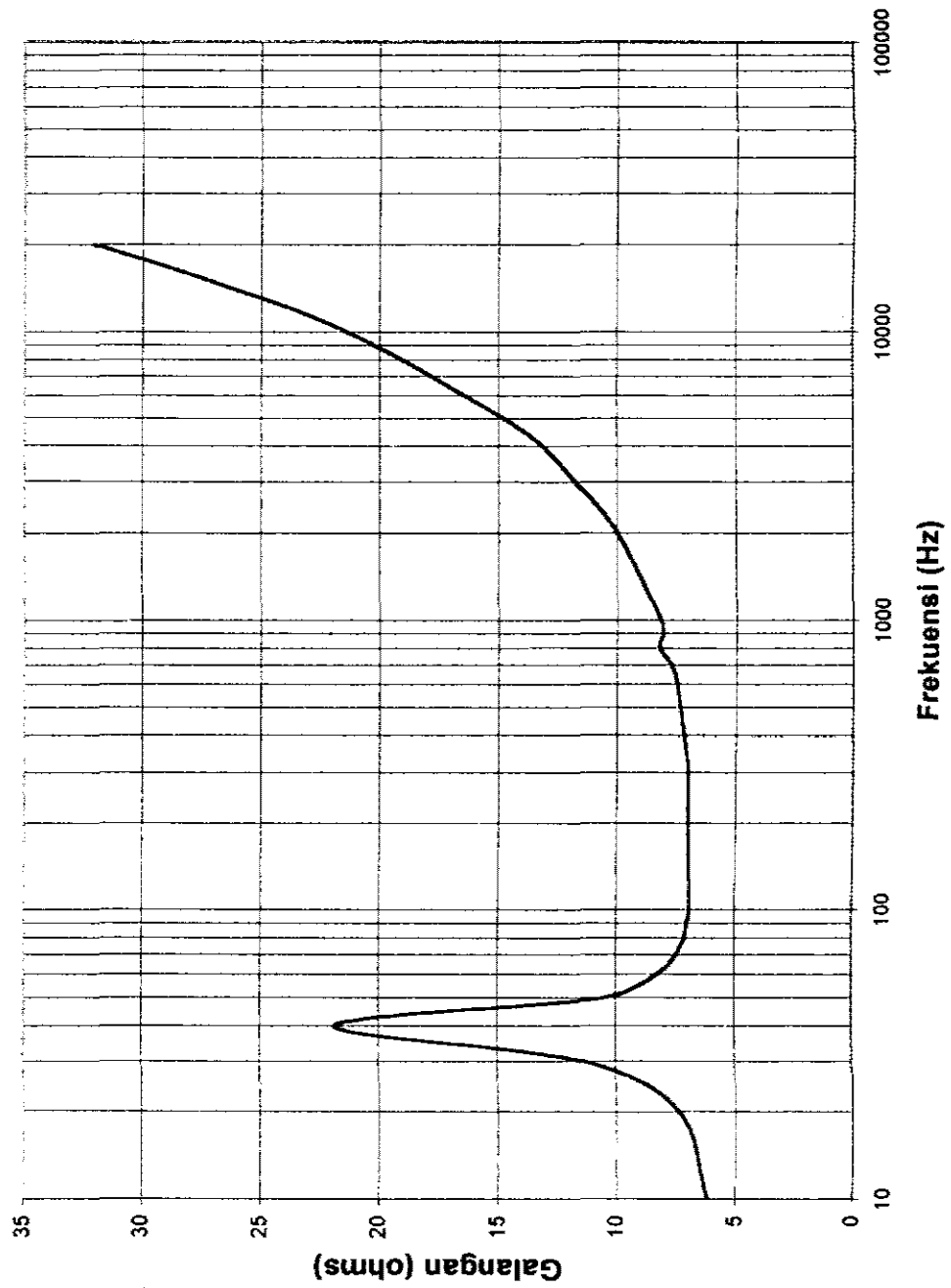
Rajah 4.24 : Graf Galangan Pemacu Pembesar Suara Model 3

Galangan Pemacu Pembesar Suara Model 4

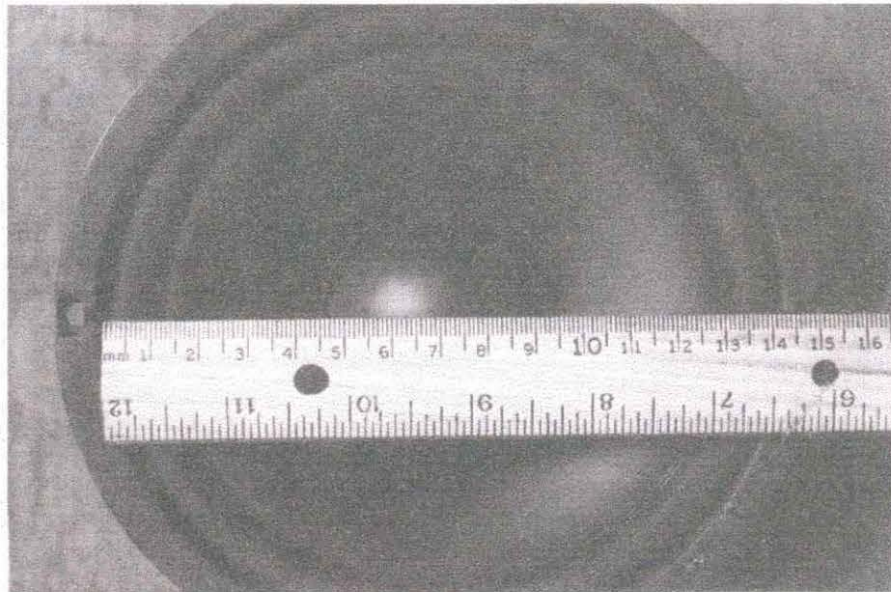


Rajah 4.25 : Graf Galangan Pemacu Pembesar Suara Model 4

Galangan Pemacu Pembesar Suara Model 5

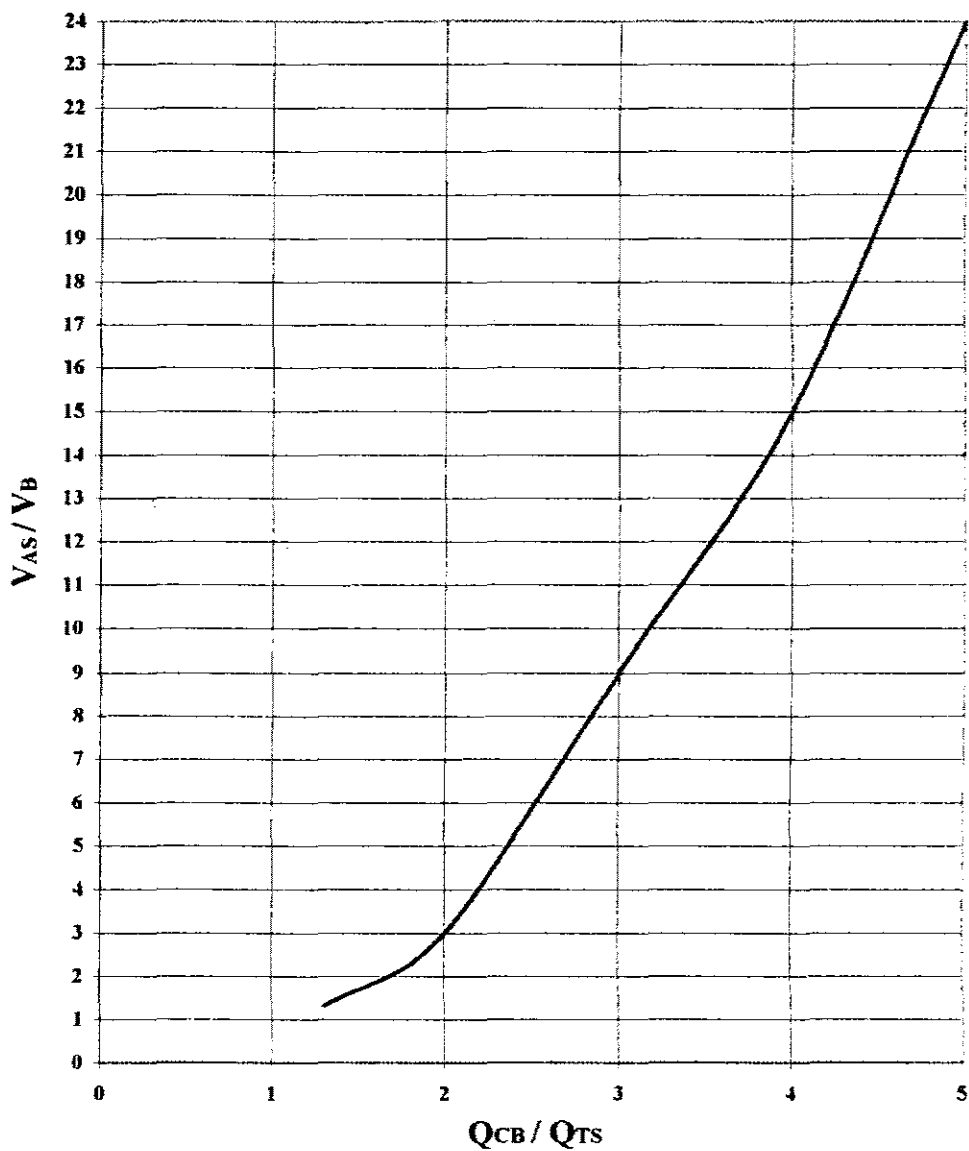


Rajah 4.26 : Graf Galangan Pemacu Pembesar Suara Model 5



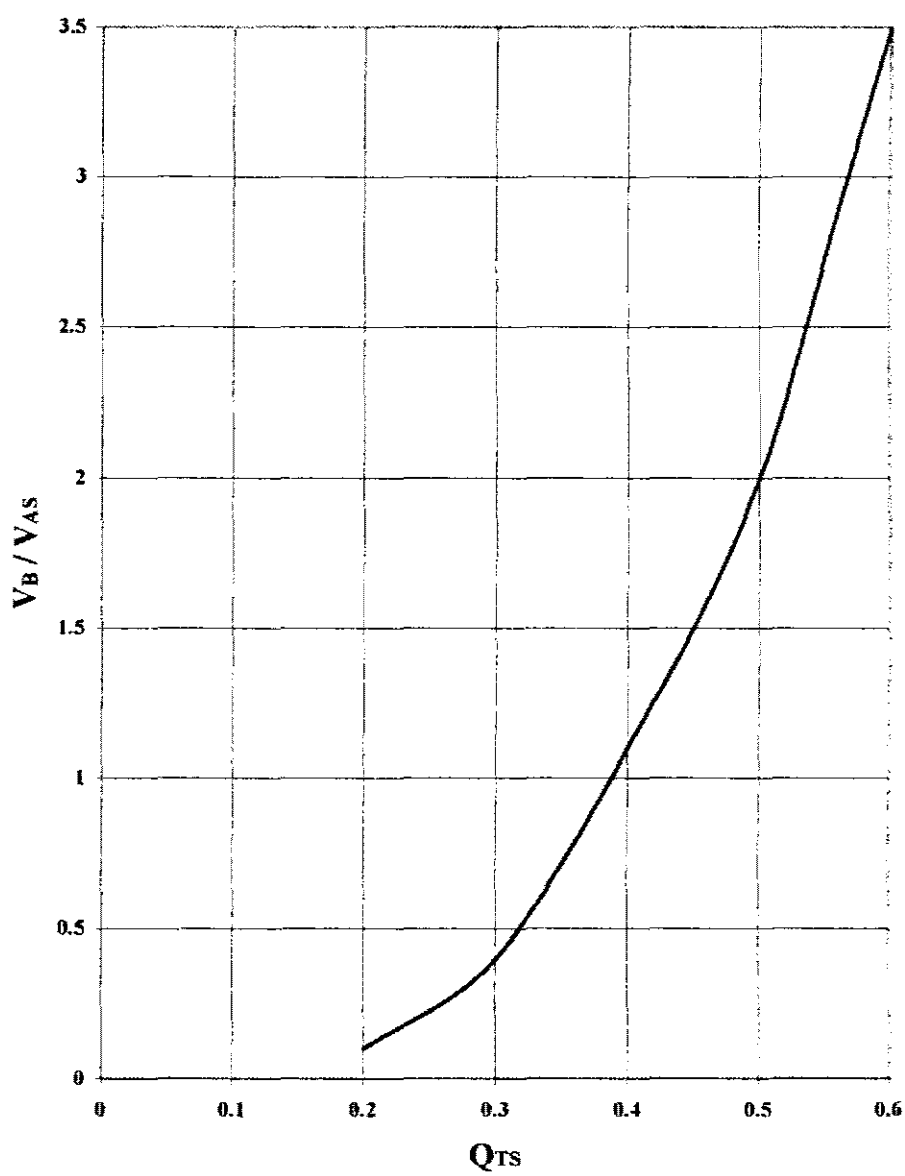
Rajah 4.27 : Pengukuran garispusat berkesan kon
Garispusat kon lebih kurang 13 sm.

Carta Rekacipta Pengepong Tertutup

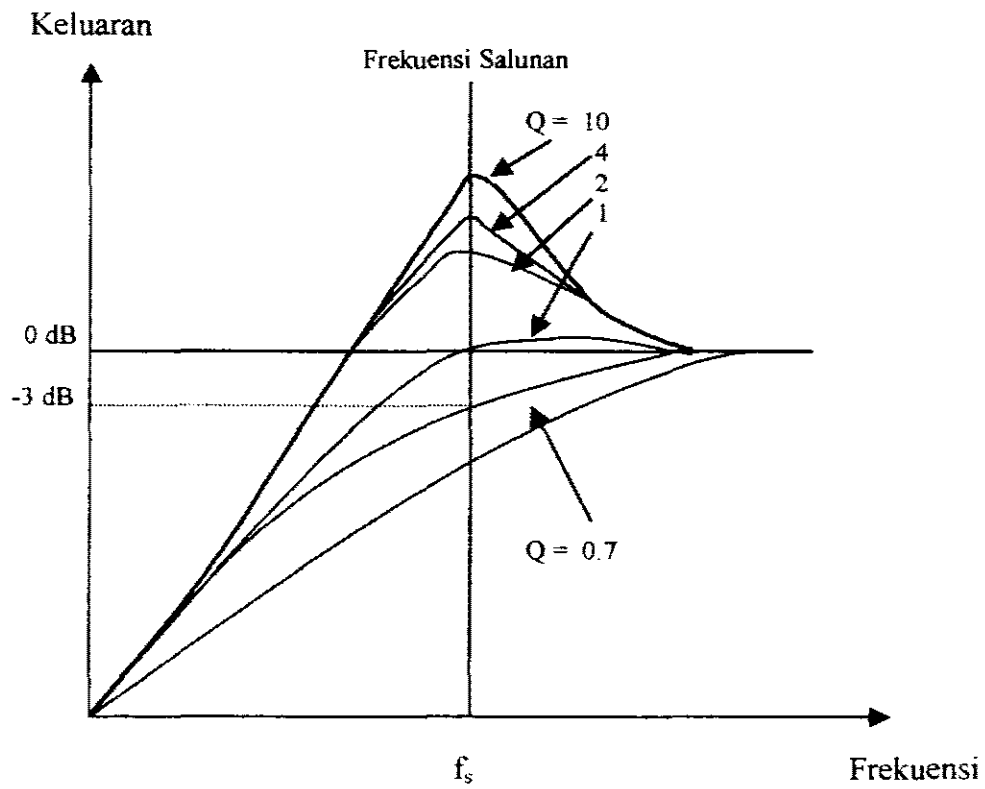


Rajah 4.28 : Carta rekacipta pengepong tertutup

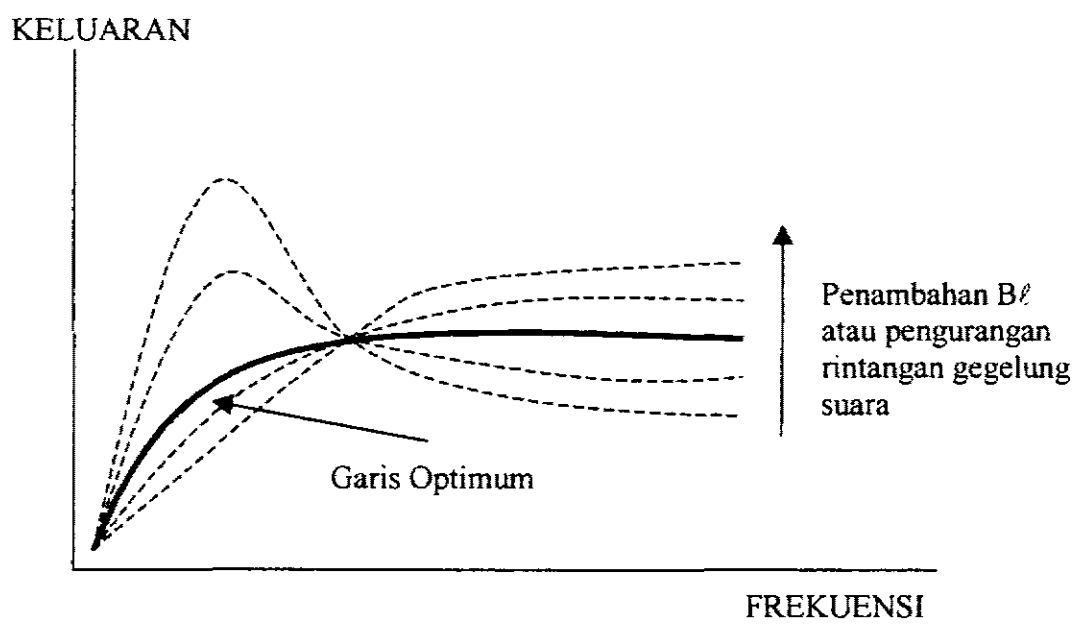
Carta Rekacipta Pengepong Berliang



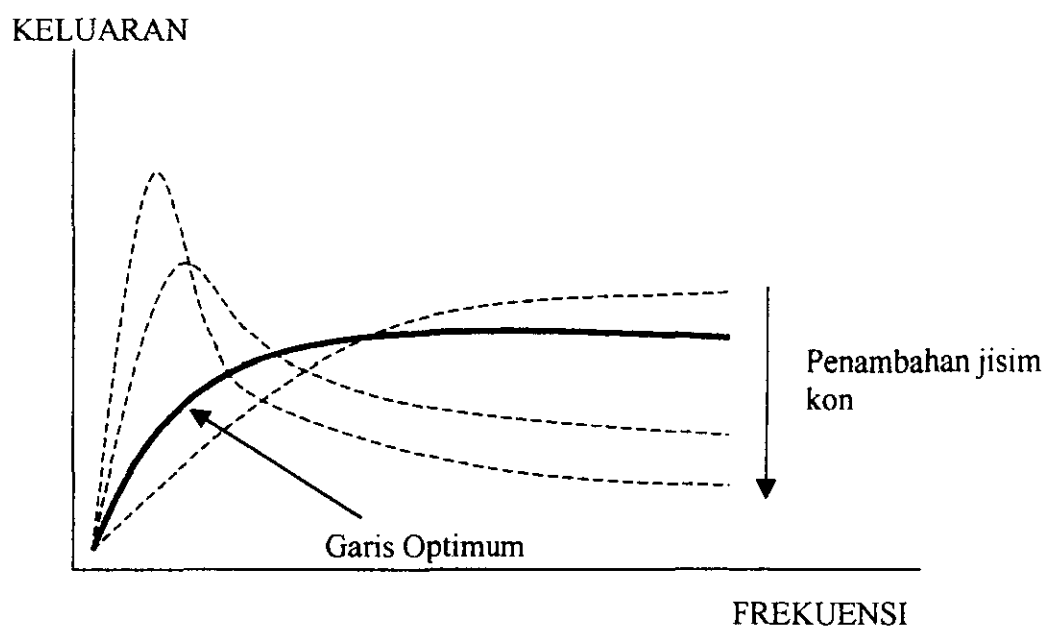
Rajah 4.29 : Carta rekacipta pengepong berliang



Rajah 5.1 : Kesan salunan Faktor Q terhadap Sambutan Frekuensi sesuatu pemacu



Rajah 5.2 : Kesan perubahan Faktor Daya dan Rintangan Gegelung Suara



Rajah 5.3: Kesan perubahan Jisim Kon

RUJUKAN

- [1] David B. Weems (1997). **Designing And Testing Your Own Speaker System**. 4th ed. USA : McGraw Hill
- [2] David B. Weems (1990). **Great Sound Stereo Speaker Manual With Projects**. USA : McGraw Hill
- [3] Ian R. Sinclair (1993). **Audio & Hi-Fi Handbook**. 2nd ed.
UK : Butterworth-Heinemann
- [4] Martin Colloms (1991). **High Performance Loudspeakers**. 4th ed.
London.
- [5] Michael Talbot Smith (1994). **Audio Engineers Reference Book**.
UK : Butterworth-Heinemann
- [6] Glen Ballou (1991). **Handbook For Sound Engineers, The New Audio Cyclopedia**. 2nd ed. USA : Sams
- [7] Kementerian Pendidikan Malaysia (1986). **Daftar Istilah MBIM**.
KL : Dewan Bahasa & Pustaka
- [8] Kementerian Pendidikan Malaysia (1992). **Kamus Fizik Akustik**.
KL : Dewan Bahasa & Pustaka
- [9] Borwick J. (1994), **Loudspeaker and Headphone Handbook** 2nd ed.
UK : Butterworth-Heinemann

LAMPIRAN 1

**PROGRAM Q-BASIC
(PARAMETER PEMACU)**

LAMPIRAN 1

```
10 CLS : SCREEN 0: COLOR 6
11 PRINT : PRINT
20 PRINT TAB(18); "PROGRAM PARAMETER PEMACU PEMBESAR SUARA"
21 PRINT TAB(18); "=====
30 X = 6.7: Y = 3: PRINT : COLOR 2
50 PRINT TAB(16); "1. Turutan Isipadu Setara (VAS)": PRINT
60 PRINT TAB(16); "2. Faktor Q Mekanik (QMS), Faktor Q Elektrik (QES)"
61 PRINT TAB(19); "& Jumlah Faktor (QTS)": PRINT
70 PRINT TAB(16); "3. Aruhan Gelung Suara (LE)": PRINT
80 PRINT TAB(16); "4. Keluasan Berkesan Kon (SD), Jisim Bergerak (MD),"
81 PRINT TAB(19); "Turutan Suspensi (CMS) & Rintangan Mekanikal (RMS)"
82 PRINT
90 PRINT TAB(16); "5. Faktor Daya (Bl)": PRINT
92 PRINT TAB(16); "6. Isipadu Pengepong Tertutup (VCB)": PRINT
94 PRINT TAB(16); "7. Isipadu Pengepong Ported (VPB)": PRINT
96 PRINT TAB(16); "8. Tamat"
97 PRINT : PRINT : COLOR 5
98 PRINT TAB(18);
100 INPUT "PILIH PARAMETER YANG DIKEHENDAKI (1-8)>"; P
101 COLOR 2
130 IF P = 1 THEN 200
135 IF P = 2 THEN 600
140 IF P = 3 THEN 1600
145 IF P = 4 THEN 2500
150 IF P = 5 THEN 4000
155 IF P = 6 THEN 4800
160 IF P = 7 THEN 5800
165 IF P = 8 THEN 7000
175 IF P < 1 THEN 185
177 IF P > 8 THEN 185
185 PRINT TAB(18); "PILIHAN DI LUAR JULAT, SILA"
187 GOTO 98
190 REM=====VAS=====
200 CLS : PRINT : PRINT : COLOR 9
202 PRINT TAB(23); "TURUTAN ISIPADU SETARA (VAS)"
205 PRINT TAB(23); "=====": COLOR 6
206 PRINT TAB(23); " LAPORAN PROJEK M/S 22"
208 COLOR 2: PRINT : PRINT
220 L$ = "N"
230 R$ = "N"
240 PRINT TAB(16); : INPUT "Masukkan nama pemacu"; D$
242 PRINT TAB(16);
250 INPUT "Masukkan Frekuensi Salunan Udara Bebas (fs)"; FS
252 PRINT TAB(16);
260 INPUT "Masukkan Frekuensi Salunan Kotak Piawai (fct)"; FCT
262 PRINT TAB(16);
270 INPUT "Masukkan Isipadu Kotak Piawai yang digunakan (cu. ft)"; VB
280 VAS = 1.15 * ((FCT / FS) ^ 2 - 1) * VB
290 CLS : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT TAB(16); D$
300 PRINT TAB(16); "Frek. Salunan (Udara Bebas)(fs)="; FS; " Hz"
310 PRINT TAB(16); "Frek. Salunan (Kotak Piawai)(fct)="; FCT; " Hz"
315 COLOR 3
320 PRINT TAB(16); "Turutan Isipadu Setara (VAS)="; VAS; " cu.ft."
330 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
331 INPUT "HENDAK CETAK KELUARAN (Y/N)"; L$
332 COLOR 2
340 IF L$ <> "Y" THEN 380
342 LPRINT : LPRINT : LPRINT
345 LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT TAB(16); D$
350 LPRINT TAB(16); "Frek. Salunan (Udara Bebas)(fs)="; FS; " Hz"
```

```

360 LPRINT TAB(16); "Frek. Salunan (Kotak Piawai)(fct)="; FCT; " Hz"
370 LPRINT TAB(16); "Turutan Isipadu Setara (VAS)="; VAS; " cu.ft."
380 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
381 INPUT "PEMACU LAIN (Y/N)"; R$
383 COLOR 2
390 IF R$ = "Y" THEN 200
400 GOTO 10
580 REM ===== QMS ===== QES ===== QTS=====
600 CLS : PRINT : PRINT : COLOR 9
610 PRINT TAB(14); "FAKTOR Q MEKANIK (QMS), FAKTOR Q ELEKTRIK (QES)"
612 PRINT TAB(14); "=====
620 PRINT TAB(22); "& JUMLAH FAKTOR Q (QTS)"
623 PRINT TAB(22); "=====": COLOR 6
625 PRINT TAB(22); " LAPORAN PROJEK M/S 26"
630 PRINT : PRINT : COLOR 2
640 L$ = "N": R$ = "N": PRINT TAB(16);
660 INPUT "Masukkan nama pemacu"; D$: PRINT TAB(16);
670 INPUT "Masukkan frekuensi salunan udara bebas (fs)"; FS
673 PRINT TAB(16);
680 INPUT "Masukkan nilai rintangan DC gegelung suara (Rc)"; RC
685 PRINT TAB(16);
700 INPUT "Masukkan nilai galangan max. semasa udara bebas (Zmax)"; Zmax
720 RO = Zmax / RC
740 RF = SQR(RO) * RC: PRINT TAB(16);
760 INPUT "Masukkan nilai frekuensi bawah (udara bebas) (f1)"; F1
765 PRINT TAB(16);
780 INPUT "Masukkan nilai frekuensi atas (udara bebas) (f2)"; F2
800 QMS = FS * SQR(RO) / (F2 - F1)
820 QES = QMS / (RO - 1)
840 QTS = QMS * QES / (QMS + QES)
860 CLS : PRINT : PRINT TAB(16); D$
880 PRINT TAB(16); "Frekuensi Salunan (Udara Bebas)(fs)="; FS; " Hz"
900 PRINT TAB(16); "Rintangan DC Gegelung Suara (Rc)="; RC; " Ohms"
1000 PRINT TAB(16); "Galangan Max.(Udara Bebas) (Zmax)="; Zmax; " Ohms"
1020 PRINT TAB(16); "Frekuensi Bawah (Udara Bebas) (f1)="; F1; " Hz"
1040 PRINT TAB(16); "Frekuensi Atas (Udara Bebas) (f2)="; F2; " Hz"
1045 COLOR 3
1060 PRINT TAB(16); "Faktor Q Mekanik (QMS)="; QMS
1080 PRINT TAB(16); "Faktor Q Elektrik (QES)="; QES
1200 PRINT TAB(16); "Jumlah Faktor Q (QTS)="; QTS
1220 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
1225 INPUT "HENDAK CETAK KELUARAN (Y/N)"; L$
1240 COLOR 2
1260 IF L$ <> "Y" THEN 1460
1275 LPRINT : LPRINT : LPRINT
1280 LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT TAB(16); D$
1300 LPRINT TAB(16); "Frekuensi Salunan (Udara Bebas)(fs)="; FS; " Hz"
1320 LPRINT TAB(16); "Rintangan DC Gegelung Suara (Rc)="; RC; " Ohms"
1340 LPRINT TAB(16); "Galangan Max. (Udara Bebas) (Zmax)="; Zmax; " Ohms"
1360 LPRINT TAB(16); "Frekuensi Bawah (Udara Bebas) (f1)="; F1; " Hz"
1380 LPRINT TAB(16); "Frekuensi Atas (Udara Bebas) (f2)="; F2; " Hz"
1400 LPRINT TAB(16); "Faktor Q Mekanik (QMS)="; QMS
1420 LPRINT TAB(16); "Faktor Q Elektrik (QES)="; QES
1440 LPRINT TAB(16); "Jumlah Faktor Q (QTS)="; QTS
1460 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
1465 INPUT "PEMACU LAIN (Y/N)"; R$
1480 COLOR 2
1500 IF R$ = "Y" THEN 600
1520 GOTO 10
1600 REM=====ARUHAN GEGELUNG SUARA (LE)=====

```

```

1620 CLS : PRINT : PRINT : COLOR 9
1640 PRINT TAB(25); "ARUHAN GEGELUNG SUARA (LE)"
1660 PRINT TAB(25); "=====": COLOR 6
1662 PRINT TAB(25); " LAPORAN PROJEK M/S 28"
1665 PRINT : PRINT : COLOR 2
1680 L$ = "N": R$ = "N": PRINT TAB(16);
1700 INPUT "Masukkan nama pemacu"; D$: PRINT TAB(16);
1720 INPUT "Masukkan nilai rintangan DC gegelung suara (Rc)"; RC
1725 PRINT TAB(16);
1740 INPUT "Masukkan nilai frekuensi semasa 2 x Rc (fD)"; FD
1760 LE = ((.3 * RC) / FD) * 1000
1780 CLS : PRINT : PRINT : PRINT TAB(16); D$
1800 PRINT TAB(16); "Rintangan DC Gegelung Suara (Rc)="; RC; " Ohms"
1820 PRINT TAB(16); "Frekuensi semasa 2 x Rc (fD)="; FD; " Hz"
1825 COLOR 3
1840 PRINT TAB(16); "Aruhan Gegelung Suara (LE)="; LE; " mH"
1860 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
1865 INPUT "HENDAK CETAK KELUARAN (Y/N)"; L$
1880 COLOR 2
1900 IF L$ <> "Y" THEN 2020
1920 LPRINT : LPRINT : LPRINT
1940 LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT TAB(16); D$
1960 LPRINT TAB(16); "Rintangan DC Gegelung Suara (Rc)="; RC; " Ohms"
1980 LPRINT TAB(16); "Frekuensi semasa 2 x Rc (fD)"; FD; " Hz"
2000 LPRINT TAB(16); "Aruhan Gegelung Suara"; LE; " mH"
2020 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
2025 INPUT "PEMACU LAIN (Y/N)"; R$
2040 COLOR 2
2060 IF R$ = "Y" THEN 1600
2080 GOTO 10
2300 REM ===== SD ===== MD ===== CMS ===== RMS=====
2500 CLS : PRINT : PRINT : COLOR 9
2520 PRINT TAB(16); "KELUASAN BERKESAN KON (SD), JISIM BERGERAK (MD),"
2525 PRINT TAB(16); "=====
2540 PRINT TAB(15); "TURUTAN SUSPENSI (CMS) & RINTANGAN MEKANIKAL (RMS)"
2545 PRINT TAB(15); "=====
2547 COLOR 6
2550 PRINT TAB(15); " LAPORAN PROJEK M/S 29"
2560 PRINT : PRINT : COLOR 2
2580 L$ = "N": R$ = "N": PRINT TAB(14);
2600 INPUT "Masukkan nama pemacu"; D$
2610 PRINT TAB(14);
2620 INPUT "Masukkan garispusat berkesan pemacu (cm) (D)"; D
2625 R = D / 2
2630 SD = 3.141593 * R ^ 2
2640 PRINT TAB(14);
2660 INPUT "Masukkan berat jisim tanah (gm)(M1)"; M1
2680 PRINT TAB(14);
2700 INPUT "Masukkan Frek. Salunan udara bebas (Hz)(fs)"; FS
2720 PRINT TAB(14);
2740 INPUT "Masukkan Frek. Salunan bersama tanah liat (Hz)(fs1)"; FS1
2760 MD = M1 / ((FS / FS1) ^ 2 - 1)
2780 CMS = 1 / ((2 * 3.141593 * FS) ^ 2 * MD)
2800 S1 = 1 / CMS
2820 MA = (R / 10) ^ 3 * 3.1467
2825 PRINT TAB(14);
2840 INPUT "Masukkan nilai Faktor Q Mekanik (QMS)"; QMS
3020 RMS = ((2 * 3.141593 * FS) / QMS) * ((MD + MA) / 1000)
3040 CLS : PRINT : PRINT : PRINT TAB(16); D$

```

```

3060 PRINT TAB(16); "Garispusat berkesan pemacu (D)="; D; " cm"
3080 PRINT TAB(16); "Berat jisim tanah liat (M1)="; M1; " gm"
3100 PRINT TAB(16); "Frek. Salunan udara bebas (fs)="; FS; " Hz"
3120 PRINT TAB(16); "Frek. Salunan bersama tanah liat (fs1)="; FS1; " Hz"
3205 COLOR 3
3220 PRINT TAB(16); "Keluasan Berkesan Kon (SD)="; SD; " cm2"
3240 PRINT TAB(16); "Jisim Bergerak (MD)="; MD; " gm"
3260 PRINT TAB(16); "Turutan Suspensi (CMS)="; CMS; " cm/dyne"
3280 PRINT TAB(16); "Rintangan Mekanikal (RMS)="; RMS; " mech.Ohms"
3300 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
3320 INPUT "HENDAK CETAK KELUARAN (Y/N)"; L$
3340 COLOR 2
3360 IF L$ <> "Y" THEN 3660
3380 LPRINT : LPRINT : LPRINT
3400 LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT TAB(16); D$
3420 LPRINT TAB(16); "Garispusat berkesan pemacu (D)="; D; " cm"
3440 LPRINT TAB(16); "Berat jisim tanah liat (M1)="; M1; " gm"
3460 LPRINT TAB(16); "Frek. Salunan udara bebas (fs)="; FS; " Hz"
3480 LPRINT TAB(16); "Frek. Salunan bersama tanah liat (fs1)="; FS1; " Hz"
3580 LPRINT TAB(16); "Keluasan Berkesan Kon (SD)="; SD; " cm2"
3600 LPRINT TAB(16); "Jisim Bergerak (MD)="; MD; " gm"
3620 LPRINT TAB(16); "Turutan Suspensi (CMS)="; CMS; " cm/dyne"
3640 LPRINT TAB(16); "Rintangan Mekanikal (RMS)="; RMS; " mech.Ohms"
3660 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
3680 INPUT "PEMACU LAIN (Y/N)"; R$
3700 COLOR 2
3720 IF R$ = "Y" THEN 2500
3740 GOTO 10
4000 REM ===== B1 =====
4020 CLS : PRINT : PRINT : COLOR 9
4040 PRINT TAB(27); "FAKTOR DAYA (B1)"
4060 PRINT TAB(27); "===== ": COLOR 6
4065 PRINT TAB(24); "LAPORAN PROJEK M/S 32"
4080 PRINT : PRINT : COLOR 2
4100 L$ = "N": R$ = "N": PRINT TAB(20);
4120 INPUT "Masukkan nama pemacu"; D$
4140 PRINT TAB(20);
4160 INPUT "Masukkan Frek. Salunan Udara Bebas (Hz)(fs)"; FS
4180 PRINT TAB(20);
4200 INPUT "Masukkan nilai Jisim Bergerak (MD)(gm)"; MD
4210 PRINT TAB(20);
4220 INPUT "Masukkan nilai rintangan DC gegelung suara (Rc)(ohms)"; RC
4222 PRINT TAB(20);
4225 INPUT "Masukkan nilai Faktor Q Elektrik (QES)"; QES
4230 B1 = ((2 * 3.1416 * FS * MD * RC) / QES) ^ .5
4240 CLS : PRINT : PRINT : PRINT TAB(20); D$
4260 PRINT TAB(20); "Frek. Salunan Udara Bebas (fs)="; FS; " HZ"
4265 PRINT TAB(20); "Jisim Bergerak (MD)="; MD; " gm"
4270 PRINT TAB(20); "Rintangan DC Gegelung Suara (Rc)="; RC; " Ohms"
4275 PRINT TAB(20); "Faktor Q Elektrik (QES)="; QES
4285 COLOR 3
4300 PRINT TAB(20); "Faktor Daya (B1)="; B1; " telsa-meters"
4320 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(23);
4340 INPUT "HENDAK CETAK KELUARAN (Y/N)"; L$
4360 COLOR 2
4380 IF L$ <> "Y" THEN 4520
4400 LPRINT : LPRINT : LPRINT
4420 LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT TAB(16); D$
4440 LPRINT TAB(16); "Frek. Salunan Udara Bebas (fs)="; FS; " HZ"
4460 LPRINT TAB(16); "Jisim Bergerak (MD)="; MD; " gm"

```

```

4465 LPRINT TAB(16); "Rintangan DC Gegelung Suara (Rc)="; RC; " Ohms"
4470 LPRINT TAB(16); "Faktor Q Elektrik (QES)="; QES
4480 COLOR 3
4500 LPRINT TAB(16); "Faktor Daya (B1)="; B1; " telsa-meters"
4520 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(23);
4540 INPUT "PEMACU LAIN (Y/N)"; R$
4560 COLOR 2
4580 IF R$ = "Y" THEN 4000
4600 GOTO 10
4800 REM ===== VCB =====
4820 CLS : PRINT : PRINT : COLOR 9
4840 PRINT TAB(16); "Isipadu Pengepong Tertutup (VCB)"
4860 PRINT TAB(16); "=====": COLOR 6
4865 PRINT TAB(16); " LAPORAN PROJEK M/S 31"
4880 PRINT : PRINT : COLOR 2
4900 L$ = "N": R$ = "N": PRINT TAB(16);
4920 INPUT "Masukkan nama pemacu"; D$
4940 PRINT TAB(16);
4960 INPUT "Masukkan Jumlah Faktor Q pemacu (QTS)"; QTS
4980 PRINT TAB(16);
4985 INPUT "Masukkan nilai Turutan Isipadu Setara (cu. ft) (VAS)"; VAS
4990 PRINT TAB(16);
5000 INPUT "Masukkan anggaran Q pengepong tertutup (QCB)"; QCB
5020 VCB = VAS / (((QCB / QTS) ^ 2) - 1)
5040 CLS : PRINT : PRINT : PRINT TAB(16); D$
5060 PRINT TAB(16); "Jumlah Faktor Q pemacu (QTS)="; QTS
5080 PRINT TAB(16); "Nilai Turutan Isipadu Setara (VAS)="; VAS; " cu.ft"
5100 PRINT TAB(16); "Anggaran Q pengepong tertutup (QCB)="; QCB
5120 COLOR 3
5140 PRINT TAB(16); "Isipadu Pengepong Tertutup (VCB)="; VCB; " cu.ft"
5160 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
5180 INPUT "HENDAK CETAK KELUARAN (Y/N)"; L$
5200 COLOR 2
5220 IF L$ <> "Y" THEN 5360
5240 LPRINT : LPRINT : LPRINT
5260 LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT TAB(16); D$
5280 LPRINT TAB(16); "Jumlah Faktor Q pemacu (QTS)="; QTS
5300 LPRINT TAB(16); "Nilai Turutan Isipadu Setara (VAS)="; VAS; " cu.ft"
5320 LPRINT TAB(16); "Anggaran Q pengepong tertutup (QCB)="; QCB
5340 LPRINT TAB(16); "Isipadu Pengepong Tertutup (VCB)="; VCB; " cu.ft"
5360 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
5380 INPUT "PEMACU LAIN (Y/N)"; R$
5400 COLOR 2
5420 IF R$ = "Y" THEN 4800
5440 GOTO 10
5800 REM ===== VPB =====
5820 CLS : PRINT : PRINT : COLOR 9
5840 PRINT TAB(16); "Isipadu Pengepong Ported (VPB)"
5860 PRINT TAB(16); "=====": COLOR 6
5865 PRINT TAB(16); " LAPORAN PROJEK M/S 32"
5880 PRINT : PRINT : COLOR 2
5900 L$ = "N": R$ = "N": PRINT TAB(16);
5920 INPUT "Masukkan nama pemacu"; D$
5940 PRINT TAB(16);
5960 INPUT "Masukkan Jumlah Faktor Q pemacu (QTS)"; QTS
5980 PRINT TAB(16);
5985 INPUT "Masukkan nilai Turutan Isipadu Setara (cu. ft) (VAS)"; VAS
6020 VPB = 15 * QTS ^ 2.87 * VAS
6040 CLS : PRINT : PRINT : PRINT TAB(16); D$
6060 PRINT TAB(16); "Jumlah Faktor Q pemacu (QTS)="; QTS

```

```
6080 PRINT TAB(16); "Nilai Turutan Isipadu Setara (VAS)="; VAS; " cu.ft"
6120 COLOR 3
6140 PRINT TAB(16); "Isipadu Pengepong Ported (VPB)="; VPB; " cu.ft"
6160 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
6180 INPUT "HENDAK CETAK KELUARAN (Y/N)"; L$
6200 COLOR 2
6220 IF L$ <> "Y" THEN 6360
6240 LPRINT : LPRINT : LPRINT
6260 LPRINT : LPRINT : LPRINT : LPRINT TAB(16); D$
6280 LPRINT TAB(16); "Jumlah Faktor Q pemacu (QTS)="; QTS
6300 LPRINT TAB(16); "Nilai Turutan Isipadu Setara (VAS)="; VAS; " cu.ft"
6340 LPRINT TAB(16); "Isipadu Pengepong Ported (VPB)="; VPB; " cu.ft"
6360 PRINT : PRINT : COLOR 5: PRINT TAB(18);
6380 INPUT "PEMACU LAIN (Y/N)"; R$
6400 COLOR 2
6420 IF R$ = "Y" THEN 5800
6440 GOTO 10
7000 SYSTEM
```