

**KAJIAN AWAL PERBANDINGAN PENCIRIAN BUNYI DI ANTARA EKZOS  
ASAL DAN EKZOS LITAR SERTA PENGUBAHSUAIANNYA BAGI  
MENGURANGKAN HINGAR.**

**MOHD HASMAWI BIN HAYA @ YAHYA**

**DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN  
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**FEB 2004**



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN AWAL PERBANDINGAN PENCIRIAN BUNYI DI ANTARA EKZOS ASAL DAN EKZOS LITAR SERTA PENGUBAHSUAINNYA BAGI MENGURANGKAN HINGAR

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 2000/2001

Saya MOHD HASMAWI BIN HAYA @ YAHYA

(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah 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 PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: LOT 5413, KG. GUNG NANGKA, JLN WAKAF TAPAI, 21600

21600 MARANG, TERENGGANU

\_\_\_\_\_  
Nama Penyelia

Tarikh: 16/03/04

Tarikh: \_\_\_\_\_

CATATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

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

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



## PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

7 Februari 2004



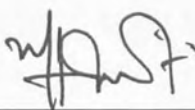
MOHD HASMAWI BIN HAYA @ YAHYA

HS 2000-2719



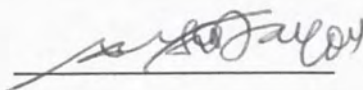
**PENGAKUAN PEMERIKSA****DIPERAKUKAN OLEH****TANDATANGAN**

1. **PENYELIA**  
( **PN. ZULISTIANA ZULKIFLI** )



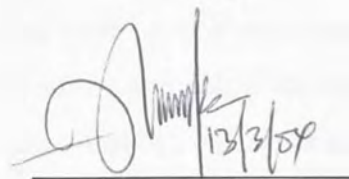
---

2. **PEMERIKSA 1**  
( **DR. JEDOL DAYOU** )



---

3. **PEMERIKSA 2**  
( **EN. ALVIE LO** )



---

4. **DEKAN**  
( **PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED** )

---



## PENGHARGAAN

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh. Terlebih dahulu saya bersyukur ke hadrat illahi kerana dengan keizinanNya, dapatlah saya menyiapkan kajian saya dalam tempoh masa yang ditetapkan.

Saya ingin mengambil kesempatan untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada Puan Zulistiana Zulkifli selaku penyelia saya yang telah banyak memberi nasihat, semangat serta tunjuk ajar kepada saya sepanjang kajian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan khas kepada Dr. Jedol Dayou yang sentiasa membantu saya dan saudara Ong yang sentiasa membimbing saya dalam kajian ini. Seterusnya ucapan terima kasih kepada semua pensyarah kursus Fizik Dengan Elektronik yang selama ini telah memberi ilmu dan pendapat untuk saya menyediakan laporan akhir dengan lebih berkesan.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada ibu-bapa saya yang membantu saya menyediakan peruntukkan dan memberi semangat bagi saya meneruskan kajian ini. Tidak lupa juga kepada mekanik-mekanik motosikal yang terlibat, rakan-rakan dan insan-insan yang sentiasa menyokong saya bagi menyediakan laporan ini.

Segala nasihat, bantuan, galakan, sokongan, tunjuk ajar dan kerjasama yang diberikan oleh semua pihak yang terlibat akan sentiasa saya hargai dan ingati selalu.

**MOHD HASMAWI BIN HAYA @ YAHYA ( HS 2000-2719 )**

**7 Februari 2004**



## ABSTRAK

Kajian awal untuk mencari perbandingan ciri-ciri bunyi yang dihasilkan daripada ekzos asal dan ekzos litar lumba telah dijalankan. Pengubahsuaian yang dilakukan telah menghasilkan sebuah ekzos prototaip yang berkuasa tinggi dan tidak hingar iaitu berdasarkan daripada perbandingan frekuensi dan paparan 'Revolution Per Minute' (R.P.M) yang di pasang pada motosikal. Kaedah kajian yang dijalankan adalah dengan membuat membuat kajian fizikal secara menyeluruh. Satu aturcara telah dibina dalam perisian Matlab dan digunakan untuk menganalisis bunyi-bunyi yang terhasil pada keadaan 1000 r.p.m., 2000 r.p.m. dan 3000 r.p.m untuk ketiga-tiga jenis ekzos. Setiap bacaan pada r.p.m. tertentu di ulang sebanyak tiga kali. Setelah bacaan diambil, penggabungan teknologi sistem ekzos dilakukan bagi menyediakan satu ekzos prototaip yang mempunyai tahap hingar yang rendah dan dapat digunakan dijalanraya. Ujian yang sama juga dilakukan terhadap ekzos prototaip di mana pengambilan sampel bunyi daripada ekzos prototaip bagi memastikan sama ada terdapat perubahan bunyi yang positif atau negatif. Setelah diuji dari segi bunyi, ujian kelajuan dilakukan di bengkel motosikal.



## ABSTRACT

### **PRELIMINARY RESEARCH REGARDING CHARACTERIZATION OF SOUND WAVE BETWEEN STANDARD EXHAUST & RACING EXHAUST SYSTEM WITH THE MODIFICATION TO REDUCE NOISE**

A preliminary research to determine the characteristics of sound wave between standard exhaust and racing exhaust has been done. The modifications have created a prototype exhaust that has power and lower noise based on frequency differentiation and Revolution Per Minute (R.P.M) display on the motorcycle. The modifications exactly focused on the physical mode. A program using Matlab software was build to analyze the sound wave between 1000 r.p.m., 2000 r.p.m. and 3000 r.p.m for this three kind of exhaust. Each r.p.m. reading was repeated three times. After the examinations, a prototype exhaust that has power and lower noise to be used on road has been created by combining the system technology of standard exhaust and racing exhaust. The same exams has been done to the prototype exhaust to determine the characteristics of sound wave either positive or negative. After the sound test, the speed test was done at the motorcycle workshop.



## KANDUNGAN

	Muka Surat
HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	iv
SENARAI RAJAH	x
SENARAI FOTO	xiv
SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL	xv
 <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Pengenalan Sistem Ekzos	2
1.3 Objektif	3
1.4 Proses Penghasilan	4
1.5 Skop Kajian	4
 <b>BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	
2.1 Hipotesis	6
2.2 Ciri-Ciri Bunyi	8
2.3 Halaju Bunyi	9
2.4 Resonans	10





2.5 Rentak	10
2.6 Aplikasi Prinsip Bernoulli	10
2.7 Ciri-Ciri Ekzos	11
2.8 Perisian Matlab	14
<b>BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH</b>	
3.1 Pengenalan	15
3.2 Peralatan	16
3.3 Kaedah yang Diperlukan	16
3.4 Pengukuran	18
3.5 Rumus Dan Pengiraan	19
<b>BAB 4 HASIL DAN PER BINCANGAN</b>	
4.1 Pengenalan	21
4.2 Analisis Sampel-Sampel Bunyi Daripada Ekzos Motosikal Secara Keseluruhan Berdasarkan Pusingan Aci Engkol Dalam Masa Satu Minit (R.P.M.).	23
4.3 Perbandingan frekuensi berdasarkan graf dari segi kiraan purata bagi ketiga-tiga jenis ekzos.	53
4.4 Perbandingan Rekabentuk Dan Ukuran Sebenar Sampel-Sampel Ekzos Daripada Rajah.	55
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Masalah yang Dihadapi Dalam Kajian Ini	60
5.3 Cadangan Kajian di Masa Akan Datang	61
<b>RUJUKAN</b>	63



**SENARAI JADUAL**

No. Jadual		Muka surat
2.1	Perbezaan kekuatan bunyi	7
2.2	Rambatan bunyi dalam bahan	8
2.3	Ukuran sebenar bagi kedua-dua sistem ekzos	13
3.1	Pembahagian masa dan susunan kerja	20
4.1	Bacaan sampel bunyi yang diambil dalam kajian ini.	54
4.2	Bacaan purata yang diambil berdasarkan graf.	54
4.3	Ukuran sebenar bagi sistem ekzos prototaip.	55



## SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
1.1	getaran yang menghasilkan gelombang bunyi.	2
2.1	Aplikasi prinsip Bernoulli.	10
2.2	Sistem Ekzos	
4.1	Aturcara memplotkan graf amplitud lawan masa.	12
4.2	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 1000 r.p.m melalui bacaan pertama	26
4.3	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 1000 r.p.m. melalui bacaan kedua.	26
4.4	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 1000 r.p.m. melalui bacaan ketiga	27
4.5	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 2000 r.p.m. melalui bacaan pertama.	27
4.6	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 2000 r.p.m. melalui bacaan kedua.	28
4.7	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 2000 r.p.m. melalui bacaan ketiga.	28
4.8	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 3000 r.p.m. melalui bacaan pertama.	29
4.9	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 3000 r.p.m. melalui bacaan kedua	29
4.10	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 3000 r.p.m. melalui bacaan ketiga	30
4.11	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 1000 r.p.m. melalui bacaan pertama	30
4.12	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 1000 r.p.m. melalui bacaan kedua.	31
4.13	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 1000 r.p.m. melalui bacaan ketiga.	31



4.14	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 2000 r.p.m. melalui bacaan pertama	32
4.15	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 2000 r.p.m. melalui bacaan kedua.	32
4.16	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 2000 r.p.m. melalui bacaan ketiga.	33
4.17	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 3000 r.p.m. melalui bacaan pertama.	33
4.18	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 3000 r.p.m. melalui bacaan kedua.	34
4.19	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 3000 r.p.m. melalui bacaan ketiga.	34
4.20	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 1000 r.p.m. melalui bacaan pertama.	35
4.21	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 1000 r.p.m. melalui bacaan kedua.	35
4.22	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 1000 r.p.m. melalui bacaan ketiga.	36
4.23	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 2000 r.p.m. melalui bacaan pertama.	36
4.24	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 2000 r.p.m. melalui bacaan kedua.	37
4.25	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 2000 r.p.m. melalui bacaan ketiga.	37
4.26	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 3000 r.p.m. melalui bacaan pertama.	38
4.27	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 3000 r.p.m. melalui bacaan kedua.	38
4.28	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 3000 r.p.m. melalui bacaan ketiga.	39
4.29	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 1000 r.p.m melalui bacaan pertama (161 Hz).	40



4.30	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 1000 r.p.m. melalui bacaan kedua. (154 Hz).	40
4.31	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 1000 r.p.m. melalui bacaan ketiga. (133 Hz)	41
4.32	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 2000 r.p.m. melalui bacaan pertama. (158 Hz).	41
4.33	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 2000 r.p.m. melalui bacaan kedua. (151 Hz).	42
4.34	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 2000 r.p.m. melalui bacaan ketiga. (122 Hz).	42
4.35	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 3000 r.p.m. melalui bacaan pertama. (190.5 Hz).	43
4.36	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 3000 r.p.m. melalui bacaan kedua. (192 Hz)	43
4.37	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 3000 r.p.m. melalui bacaan ketiga. (189 Hz)	44
4.38	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 1000 r.p.m. melalui bacaan pertama. (146 Hz).	44
4.39	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 1000 r.p.m. melalui bacaan kedua. (145.5 Hz).	45
4.40	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 1000 r.p.m. melalui bacaan ketiga. (144 Hz).	45
4.41	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 2000 r.p.m. melalui bacaan pertama. (147 Hz).	46
4.42	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 2000 r.p.m. melalui bacaan kedua. (539 Hz)	46
4.43	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 2000 r.p.m. melalui bacaan ketiga. (137 Hz)	47
4.44	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 3000 r.p.m. melalui bacaan pertama. (530.5 Hz)	47
4.45	Sampel bunyi daripada ekzos litar pada 3000 r.p.m. melalui bacaan kedua. (142 Hz).	48



4.46	Sampel bunyi daripada ekzos asal pada 3000 r.p.m. melalui bacaan ketiga. (287 Hz).	48
4.47	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 1000 r.p.m. melalui bacaan pertama. (148 Hz).	49
4.48	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 1000 r.p.m. melalui bacaan kedua. (139.5 Hz).	49
4.49	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 1000 r.p.m. melalui bacaan ketiga. (144 Hz).	50
4.50	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 2000 r.p.m. melalui bacaan pertama. (138.5 Hz).	50
4.51	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 2000 r.p.m. melalui bacaan kedua. (146 Hz).	51
4.52	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 2000 r.p.m. melalui bacaan ketiga. (119.5 Hz).	51
4.53	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 3000 r.p.m. melalui bacaan pertama. (148 Hz).	52
4.54	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 3000 r.p.m. melalui bacaan kedua. (145 Hz)	52
4.55	Sampel bunyi daripada ekzos prototaip pada 3000 r.p.m. melalui bacaan ketiga. (149 Hz).	53



**SENARAI FOTO**

No. Foto		Muka Surat
4.1	Susunan peralatan yang digunakan untuk kajian ini.	22
4.2	Susunan peralatan yang digunakan untuk kajian ini. (Penggunaan perisian Matlab).	22
4.3	Sampel ekzos prototaip yang telah dihasilkan.	56
4.4	Sampel ekzos asal	56
4.5	Sampel ekzos litar.	57
5.1	Sampel 'fibreglass' motosikal yang diletakkan di dalam tabung ekzos.	59
5.2	Sampel 'fibreglass' yang digunakan oleh kereta dan dimasukkan ke dalam tabung ekzos motosikal.	60

## SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

$v$	halaju bunyi
$Y$	modulus Young
$B$	modulus pukal bahantara
$P$	tekanan
$\rho$	ketumpatan bahantara
$v$	halaju
$f$	frekuensi
$t$	masa
$p$	kuasa
$W$	kerja
$F$	daya
$s$	sesaran
$P$	tekanan
$V$	isipadu
r.p.m	pusingan aci engkol dalam masa satu minit





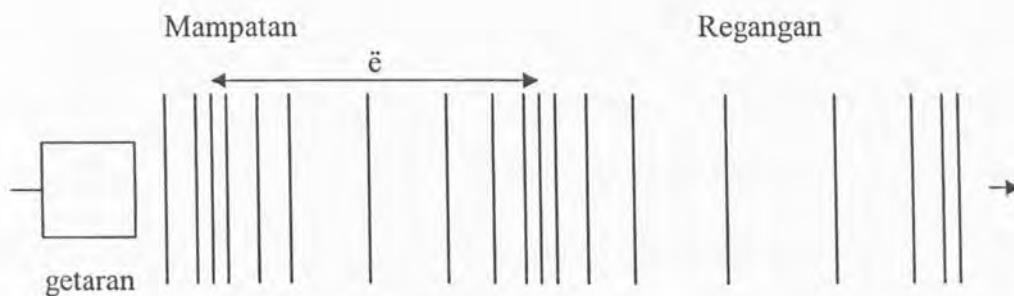
## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 PENGENALAN

Bunyi merupakan suatu fenomena fizik yang penting dalam kehidupan manusia. Ia adalah hasil ayunan atau perubahan udara rancak yang sampai ke telinga, dikesan, diproses dan seterusnya dihantar kepada otak. Bunyi adalah gabungan frekuensi, amplitud dan masa. Ia terhasil daripada jasad yang bergetar seperti ketukan objek, loceng yang dibunyikan, ekzos motosikal yang dihidupkan enjinnya dan pelbagai jenis getaran yang dapat menghasilkan bunyi. Sebagai contoh, getaran ekzos motosikal akan memampat dan meregangkan udara yang berdekatan dengannya. Pada ketika yang lain, udara yang termampat atau kawasan regangan yang terjadi pada udara berdekatan tadi akan kembali kepada keadaan asal seperti rajah 1.1. Bunyi juga dapat dihasilkan daripada pecutan molekul-molekul bahantara seperti udara pada sempadan bahantara pepejal dengan bahantara yang lain ( Sound Research Laboratories, 1991).





**Rajah 1.1.** getaran yang menghasilkan gelombang bunyi.

Dalam kajian ini, ekzos motosikal adalah bahagian yang paling sesuai bagi mengesan pencirian bunyi motosikal. Ini adalah kerana ia merupakan bahagian yang paling bising berbanding bahagian motosikal yang lain ( Joseph Woon, 2003)

## 1.2 PENGENALAN SISTEM EKZOS

Ekzos secara umumnya terbahagi kepada dua kategori asas iaitu ekzos 2-lejang dan ekzos 4-lejang. Namun begitu, sistem ekzos 2-lejang dipilih bagi menyempurnakan kajian ini. Sistem ekzos 2-lejang sememangnya sistem ekzos yang begitu popular untuk digunakan dalam litar perlumbaan bagi sukan bermotor namun begitu keburukannya di sini adalah sistem ekzos 2-lejang yang digunakan di litar perlumbaan mengeluarkan paras bunyi yang tinggi jika dibandingkan dengan sistem ekzos 2-lejang yang digunakan di jalanraya. Sistem ekzos banyak memberi kesan kepada 'output' bagi motosikal 2-lejang dan merupakan suatu alat yang memberi kesan positif kepada enjin 2-lejang (Robinson, 1994).

Ekzos dikatakan tempat pengeluaran haba, gas dan wap daripada enjin selepas melakukan kerja. Oleh itu, ekzos yang dapat memberi kuasa yang lebih kepada motosikal sudah tentu dapat memberi kepuasan kepada penggemar dan pengguna motosikal. Ini kerana jika mereka dapat memiliki kelebihan dari segi kelajuan dan potensi motosikal yang dimiliki sudah tentu mereka akan mendapat kepuasan sepenuhnya (Abd. Rahman, 2003).

### 1.3 OBJEKTIF

Perancangan kajian awal pencirian bunyi di antara ekzos asal dan ekzos perlumbaan serta pengubahsuaianya adalah untuk menghasilkan sebuah prototaip ekzos yang berkuasa tinggi dan tidak hingar. Prototaip ekzos yang akan dihasilkan adalah merupakan gabungan teknologi yang dimiliki oleh kedua-dua jenis ekzos, iaitu berkuasa dan tidak hingar di mana prototaip ekzos tersebut perlu mengikut piawaian paras bunyi yang ditetapkan oleh Jabatan Pengangkutan Jalanraya (JPJ). Ini supaya pengguna dan penggemar motosikal dapat memiliki dan merasai kehebatan sistem ekzos perlumbaan.

Di samping itu, objektif yang ingin dicapai adalah untuk mencari ciri-ciri bunyi yang dihasilkan daripada kedua-dua jenis ekzos dan memperolehi gelombang-gelombang bunyi yang terhasil. Selain itu, kajian ini juga menentukan hubungan di antara gelombang-gelombang bunyi dengan sifat fizikalnya.



#### 1.4 PROSES PENGHASILAN

Bagi menghasilkan prototaip ekzos ini, terdapat beberapa langkah yang perlu dicadangkan iaitu; membuat perbandingan awal ciri-ciri bunyi di antara ekzos asal dan ekzos perlumbaan, membuat perbandingan gelombang-gelombang bunyi yang akan diperolehi dengan sifat-sifat fizikalnya dan penghasilan prototaip ekzos berdasarkan gabungan teknologi sistem kedua-dua jenis ekzos.

#### 1.5 SKOP KAJIAN

Bengkel motosikal yang sedia ada di negara ini masih tidak mempunyai perkhidmatan seperti yang dinyatakan di atas, begitu juga pengeluar ekzos motosikal yang lain. Biasanya bengkel-bengkel motosikal hanya mampu mengubahsuai ekzos yang dihantar oleh pelanggan dari segi kelajuan sahaja di mana tahap paras bunyi adalah tinggi dan tidak berdasarkan piawaian yang ditetapkan oleh Jabatan Pengangkutan Jalanraya (JPJ). Begitu juga pengeluar ekzos perlumbaan, tidak menitikberatkan pelanggan dan penggemar motosikal yang hanya mampu menonton dan menyaksikan kehebatan motosikal-motosikal lumba tetapi tidak dapat merasai sendiri kuasa, potensi dan kehebatan motosikal lumba tersebut ( Woon, 2003 ).

Dalam kajian yang bakal dilakukan, perkara-perkara yang perlu diambil kira untuk memperolehi sampel-sampel gelombang bunyi adalah sebuah motosikal (Yamaha



RX-Z 135cc), ekzos asal, ekzos perlumbaan, mikrofon, komputer dan perisian komputer (MATLAB) untuk memperolehi graf-graf sampel gelombang bunyi.



## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 HIPOTESIS

Kebisingan dikenali sebagai suatu koleksi sembarangan yang sempurna daripada penghasilan denyutan bunyi. Bunyi yang terhasil mempunyai mempunyai frekuensi tertentu di mana frekuensi adalah mampatan dan regangan zarah-zarah bahantara dalam satu saat iaitu kadar perubahan tekanan bunyi. Tahap pendengaran minimum bagi manusia adalah 20 Hz manakala tahap pendengaran maksimum adalah 20 kHz. Infrabunyi adalah frekuensi yang kurang daripada 20 Hz manakala lampau bunyi adalah frekuensi yang melebihi 20 kHz, jadual 2.1 menunjukkan perbezaan kekuatan bunyi. Kekuatan paras bunyi adalah dalam desibel (dB), pendengaran manusia boleh menilai bunyi dengan membezakan bunyi yang kuat dan bunyi yang lemah. Jarak kekuatan bunyi yang mempunyai jarak lingkungan yang besar ini memerlukan pengiraan yang menggunakan logaritma. Bagi mendapatkan paras kekuatan bunyi dalam desibel memerlukan kekuatan bunyi dalam watt sebagai sumber yang saling mempunyai hubungkait antara satu sama lain (Sound Research Laboratories, 1991).

$$\text{Kekuatan paras bunyi} = 10 \log_{10} W/W_0 \text{ dB}$$

Di mana  $W_0 = 10^{-12}$  watt



**Jadual 2.1.** Perbezaan kekuatan bunyi.

Kekuatan bunyi (watt)	dB re 10-12w	Sumber
100 000 000	200	Roket (Saturn) berlepas
10 000 000		
1 000 000	180	
100 000		
10 000	160	Boeing 707 – kuasa penuh
1000		
100	140	75 peralatan muzik orkestra
10		
1	120	Gergaji bermotor
0.1		
0.01	100	
0.001		Kenderaan bermotor
0.0 001	80	
0.00 001		Suara manusia bercakap
0.000 001	60	
0.0 000 001		
0.00 000 001	40	
0.000 000 001		Berbisik
0.0 000 000 001	20	
0.00 000 000 001		
0.000 000 000 001	0	

## 2.2 CIRI-CIRI BUNYI

Pada ketika gelombang bunyi menerusi bahantara, akan berlaku getaran ke depan dan ke belakang yang melalui kedudukan min dalam arah rambatan gelombang pada zarah-zarah bahantara. Disebabkan keadaan ini, gelombang bunyi merupakan gelombang membujur iaitu salah satu dari bentuk gelombang mekanik.

**Jadual 2.2** Rambatan bunyi dalam bahan

Bahan	$v$ (ms-1)
Udara	331.45
Oksigen	316
Helium	965
Hidrogen	1284
Air	1402
Air (200C)	1482
Air (500C)	1543
Aluminium	5100
Kuprum	3560
Ferum	5130

Gelombang mekanik merupakan satu bentuk gangguan berkala di dalam bahantara di mana berlakunya perpindahan tenaga di antara titik-titik tanpa perpindahan zarah-zarah bahantara. Ini kerana zarah-zarah bahantara hanya berayun secara berkala sama ada selari



## RUJUKAN

Biran, A. dan Breiner, M., 1995. *MATLAB for Engineers*. Wesley Publisher, USA.

Boentarto, M., 1996. *Teknik Sepeda Motor*. CV. ANEKA, Yogyakarta.

Bueche, F.J & Jerde, D.A., 1995, *Principles of Physics*, Sixth Edition, Mc Graw Hill.

Dalington, M., 1977. *Honda CB 250 G5 and 360 Twins Owners Workshop Manual*. Haynes Publishing Group, USA.

Elwell, D & Pointon, A.J., 1995, *Fizik Untuk Jurutera Dan Ahli Sains*, Cetakan Pertama, Dewan Bahasa Dan Pustaka. (Terjemahan Abu Hasan Husin).

Malik Murdhana dan Yaswaki Kiyaku., 1994. *Cara Praktis Merawat Sepeda Motor*. CV. PUSTAKA SETIA, Bandung.

Robinson, J., 1988, *Motorcycle Tuning (four-stroke)*, Newnes.



Robinson, J., 1994, *Motorcycle Tuning (two-stroke)*, Second Edition, Newnes.

Sound Research Laboratories., 1991, *Noise Control In Industry*, Third Edition, E & F.N Spon.

Rujukan Mekanik Motosikal;

1. Joseph Woon, *Jadi Motor*, Tuaran.

2. Ridzuan Abd. Rahman, *Retired Cub-prix Mechanics (Shell, Petronas & Hi-Rev)*.

