

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENGUKURAN HALAJU GELOMBANG BUNYI DI DALAMUDARA.Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN.SESI PENGAJIAN: 2007 2006 / 2007.Saya NURSHABEERA SHERLY SIBANGUN.

(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

Shery  
(TANDATANGAN PENULIS)

Disahkan oleh  
Shery  
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KG. LABUD,  
P.O. BOX 120,

89907 TENOM SABAH.

Nama Penyelia

Tarikh: 16 APRIL 2007.

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).



PENGUKURAN HALAJU RAMBATAN GELOMBANG BUNYI DALAM  
UDARA

NURSHAQEERA SHERLY SIBANGUN

TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN DARIPADA  
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN  
KEPUJIAN

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

APRIL 2007



UMS  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

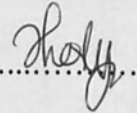
**PENGAKUAN**

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

Tarikh

Tandatangan

16/04/2007



NURSHAQEERA SHERLY SIBANGUN

HS 2003-3350

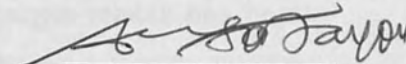


DIPERAKUKAN OLEH

TANDATANGAN


1. PENYELIA

(PROF. MADYA DR. JEDOL DAYOU)

  
16.4.2007


2. PEMERIKSA 1

(PROF. MADYA DR. FAUZIAH HJ. ABD AZIZ)

 16/4/07

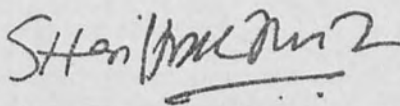
4. PEMERIKSA 2

(FAUZIAH SULAIMAN)

 16/04/07

5. DEKAN SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI

(SUPT/KS PROF. MADYA DR. SHARIFF A. K OMANG)

  
\_\_\_\_\_



## PENGHARGAAN



Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah rahmat dan kasihNya dapat saya menyiapkan projek tahun akhir ini. Saya dengan rendah hati ingin melayangkan penghargaan yang tidak terhingga kepada penyelia projek saya ini, Dr. Jedol Dayou di atas segala bimbingan dan nasihat yang diberikan. Sekalung terima kasih turut ditujukan kepada semua pensyarah di Sekolah Sains dan Teknologi terutamanya dari Program Fizik Elektronik yang turut sama terlibat dalam memberi tunjuk ajar dalam menyiapkan kajian ini. Tidak lupa kepada pembantu makmal akustik SKTM, En.Hyrol yang banyak membantu dan meluangkan masa menyediakan segala keperluan kajian. Tidak lupa kepada teman-teman seperjuangan yang membantu memberi buah fikiran dan dorongan. Akhir sekali buat yang teristimewa buat sumber inspirasi iaitu *mummy, daddy*, dan adik-beradik yang banyak membantu dari segi kewangan dan sokongan moral. Sesungguhnya, hanya Allah sahaja yang dapat membalas jasa baik semua.

Wassalam.

## ABSTRAK

Seperti yang diketahui umum, bunyi merambat dengan halaju yang berlainan dalam medium-medium tertentu. Halaju bunyi merambat di dalam udara adalah kurang laju jika dibandingkan dengan halaju bunyi merambat di dalam medium-medium yang lain. Mengikut teori umum, halaju bunyi merambat di dalam udara ialah  $334 \text{ ms}^{-1}$ . Kajian ini adalah untuk menentukan halaju bunyi yang merambat di dalam udara dengan menggunakan dua eksperimen melalui kaedah yang berlainan. Dua mikrofon kondenser digunakan untuk mengesan isyarat yang dikeluarkan oleh pembesar suara. Dengan menggunakan perisian *dBFA32*, isyarat gelombang bunyi yang dikesan oleh mikrofon tersebut akan ditukar kepada graf amplitud melawan masa. Melalui graf yang diperolehi halaju dapat ditentukan. Daripada kedua-dua eksperimen yang dijalankan, nilai halaju bunyi yang diperolehi adalah di antara  $255 \text{ ms}^{-1}$  hingga  $745 \text{ ms}^{-1}$ .



## ABSTRACT

As known, sound travel with different velocity in different medium. Compared to most objects, sound travel very slow in air. According to general theory, sound travel in air with  $334 \text{ ms}^{-1}$  velocity. This research is about to calculate precisely the sound velocity in air with two experiments in different method. Two microphone condensers are used to detect the signals which produced by the speaker. With *dBFA32* program, the signal will convert to amplitude (*dB*) versus time (*s*) graph. Trough the graph result, velocity will be calculated. From all experiment which is done, the range sound of velocity value is  $225 \text{ ms}^{-1}$  to  $745 \text{ ms}^{-1}$ .



## KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Pengenalan	1
1.1.1 Udara	2
1.2 Tujuan Kajian	3
1.3 Objektif Kajian	3
1.4 Skop Kajian	4
1.5 Kepentingan Kajian	4
1.6 Hipotesis	5
<b>BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN</b>	6
2.1 Bunyi	6
2.1.1 Ciri-ciri Bunyi	7
2.2 Halaju Bunyi	8
2.2.1 Pengiraan Halahu Bunyi	10
2.3 Kawasan <i>Nearfield</i> Dan <i>Farfield</i>	13
<b>BAB 3 PERALATAN DAN METODOLOGI KAJIAN</b>	16
3.1 Pengenalan	16
3.2 Radas Dan Bahan	17
3.2.1 Mikrofon	18





3.2.2	Komputer Riba	18
3.2.3	Pembesar Suara	19
3.2.4	Pita Pengukur	20
3.2.5	Penjana Isyarat	21
3.2.6	Kaki Retot	21
3.3	Langkah-langkah eksperimen	22
3.3.1	Eksperimen Pertama	23
3.3.2	Eksperimen Kedua	25
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>27</b>
4.1	Pengenalan	27
4.2	Hasil Eksperimen Pertama	27
4.3	Hasil Eksperimen Kedua	33
4.4	Perbincangan	39
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>42</b>
5.1	Pengenalan	42
5.2	Cadangan	43
<b>RUJUKAN</b>		<b>44</b>



**SENARAI JADUAL**

No.	Tajuk Jadual	Muka Surat
2.1	Nilai-nilai halaju bunyi mengikut bahantara yang dilalui	9
3.1	Bentuk jadual yang akan dibuat untuk mencatatkan data yang diperolehi bagi eksperimen pertama	25
3.2	Bentuk jadual yang akan dibuat untuk mencatatkan data yang diperolehi bagi eksperimen kedua	26
4.1	Nilai hasil yang diperolehi bagi eksperimen pertama	31
4.2	Nilai hasil yang diperolehi bagi eksperimen kedua	37



## SENARAI RAJAH

No.	Tajuk Rajah	Muka Surat
2.1	Bentuk sinar bunyi yang terhasil daripada sebuah pembesar suara	14
2.2	Graf tekanan bunyi melawan arah gelombang	15
4.1	Graf bagi nilai purata halaju melawan jarak untuk eksperimen pertama	32
4.2	Graf bagi kedua-dua mikrofon dalam kawasan <i>nearfield</i> dan kawasan <i>farfield</i> melawan jarak	38



## SENARAI FOTO

No.	Tajuk Foto	Muka Surat
3.1	Mikrofon kondenser	18
3.2	Komputer riba.	19
3.3	Pembesar suara	20
3.4	Pita pengukur.	21
3.5	Penjana isyarat.	21
3.6	<i>Symphonie</i> .	22
3.7	Susunan radas eksperimen pertama	24
3.8	Susunan radas eksperimen kedua.	26
4.1	Graf amplitud melawan masa bagi eksperimen pertama yang diperolehi daripada perisian <i>dBFA32</i>	29
4.2	Graf rambatan gelombang dalam kawasan <i>nearfield</i> dan kawasan <i>farfield</i> daripada perisian <i>dBFA32</i>	33



## SENARAI SIMBOL

$v, c$	Halaju bunyi
$d$	Jarak antara dua tempat
$t$	Masa untuk bunyi sampai dari satu tempat ke tempat yang lain
$Y$	Modulus Young
$\rho$	Ketumpatan bahantara
$B$	Modulus pukal bahantara
$\gamma$	Nisbah terhadap suhu yang dibekalkan kepada jisim dengan kenaikan suhu.
$r$	pemalar gas
$c_0$	Halaju bunyi dalam gas tertentu pada suhu $0^{\circ}\text{C}$
$T$	Suhu dalam $^{\circ}\text{C}$
$\Omega$	Ohms



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Pengenalan

Bunyi adalah salah satu fenomena fizik yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Penghasilan bunyi telah diketahui sejak beribu tahun dahulu oleh orang Yunani. Mereka menyedari bahawa bunyi dihasilkan oleh objek yang bergetar. Penjelasan mereka adalah gendang yang bergetar.

Bunyi dapat dikesan melalui salah satu pancaindera manusia iaitu pendengaran. Getaran yang dihasilkan di dalam udara akan dikesan oleh gegendang telinga manusia. Setiap gerakan gegendang telinga akan berhubung melalui tiga tulang-tulang kecil pendengaran ke dalam koklea dan cairan limfa bergetar. Di mana, ia akan merangsang saraf impuls daripada sel rangsangan deria melalui mambran yang nipis dan akhirnya ke otak (Thomas, 1995). Dalam hal ini, telinga memainkan peranan yang penting sebagai deria untuk mengesan bunyi yang sampai dan kandungan isyarat bunyi yang akan ditafsirkan oleh otak.



Gelombang bunyi merambat sangat laju. Halaju bunyi biasanya dikaitkan dengan kelajuan gelombang bunyi yang boleh merambat dalam sesuatu medium yang elastik. Bunyi merambat dalam medium dengan kelajuan tertentu dan ia bergantung kepada jenis medium yang dirambat. Biasanya bunyi merambat dengan halaju yang lebih tinggi dalam pepejal berbanding dalam air dan gas.

### 1.1.1 Udara

Udara merupakan salah satu ciptaan Tuhan yang penting dalam kehidupan manusia. Udara terdiri daripada gas-gas yang penting yang mempunyai peranan yang tersendiri. Sebagai contoh gas karbon dioksida yang diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan dalam proses fotosintesis. Manakala gas oksigen pula diperlukan oleh manusia dan haiwan untuk bernafas. Gas ini dihasilkan oleh tumbuh-tumbuhan melalui proses fotosintesis. Selain daripada itu terdapat juga gas lain yang terkandung dalam udara iaitu gas-gas nadir.

Udara juga mempunyai peranan yang lain selain daripada membantu hidupan untuk hidup. Ia juga menjadi bahantara bagi gelombang bunyi untuk merambat. Ini adalah kerana keadaan molekul yang terdapat dalam udara saling berjauhan antara satu sama lain. Keadaan ini membolehkan gelombang bunyi merambat dari satu tempat ke satu tempat yang lain.

Rambatan gelombang bunyi di dalam udara juga turut dipengaruhi oleh tekanan dalam udara. Semakin tinggi kedudukan dari permukaan bumi, semakin jauh kedudukan molekul-molekul dalam udara. Ini akan menyukarkan gelombang bunyi



untuk merambat kerana bunyi memerlukan molekul untuk merambat. Apabila keadaan molekul dalam udara semakin berkurangan dan hilang pada suatu tahap ketinggian, keadaan udara tersebut adalah sama seperti keadaan dalam hampa gas atau vakum.

## 1.2 Tujuan kajian

Tujuan utama kajian ini adalah untuk mengkaji halaju rambatan gelombang bunyi di dalam udara.

## 1.3 Objektif kajian

Dalam kajian ini terdapat beberapa objektif yang harus dicapai. Antara objektif kajian ini adalah :

- i). Membina dua eksperimen untuk mengukur halaju rambatan gelombang bunyi di dalam udara.
- ii). Membuat perbandingan halaju rambatan gelombang bunyi melalui beberapa kaedah pengukuran yang akan dibuat.
- iii). Mengkaji halaju bunyi dalam kawasan *far field* dan *near field*.





#### 1.4 Skop kajian

Kajian ini adalah mengenai pengukuran bagi rambatan halaju gelombang bunyi dalam udara dengan menggunakan beberapa kaedah yang sesuai. Sebanyak dua eksperimen yang berlainan akan dijalankan untuk mengkaji halaju gelombang bunyi dalam udara. Halaju gelombang bunyi dalam kedua-dua eksperimen tersebut akan dibandingkan dengan teori yang sedia ada.

Selain daripada itu dalam kaedah halaju bunyi di udara yang terbuka, halaju rambatan gelombang bunyi dalam kawasan *far field* dan *near field* juga akan dikaji. Mikrofon akan diletakkan pada kedua-dua kawasan tersebut. Ini adalah untuk membezakan masa rambatan halaju gelombang bunyi yang dihasilkan oleh pembesar suara dalam dua kawasan tersebut.

#### 1.5 Kepentingan kajian

Melalui kajian yang akan akan dijalankan ini, perbezaan masa halaju gelombang bunyi dalam udara melalui dua eksperimen yang dijalankan akan diketahui. Selain daripada itu, pelajar juga dapat memahami dengan lebih mendalam tentang ciri-ciri yang terdapat dalam gelombang bunyi. Maklumat yang akan diperolehi ini boleh dijadikan rujukan untuk pelajar lain pada masa akan datang.



## 1.6 Hipotesis

Dalam kedua-dua eksperimen yang akan dijalankan, perisian *dBFA32* akan digunakan untuk menentukan masa halaju rambatan gelombang bunyi. Keputusan yang akan diperolehi daripada kedua-dua eksperimen ini berbeza antara satu sama lain. Keadaan ini mungkin disebabkan oleh radas yang digunakan atau terdapat ralat dalam eksperimen.



## BAB 2

### ULASAN PERPUSTAKAAN

#### 2.1 Bunyi

Bunyi merupakan suatu getaran yang terhasil daripada sesuatu objek yang bergetar. Apabila suatu medium di berikan daya ujaan mekanikal, ia akan bergetar dan menghasilkan bunyi. Gelombang bunyi pula dihasilkan melalui mampatan dan regangan udara yang berkala (Talbot-Smith., 2002). Getaran secara berkala tersebut akan menghasilkan perubahan tekanan pada udara melalui mampatan dan regangan. Mekanisma ini akan menghasilkan tekanan bunyi.

Gelombang bunyi memerlukan medium untuk merambat. Ia merambat dalam sebarang medium yang elastik dan mempunyai jisim. Apabila gelombang bunyi dihasilkan daripada satu sumber yang kecil, ia akan merambat ke semua arah daripada sumber tersebut dengan gerakan membulat (Thomas dan Neville, 1995).



Selain daripada daya ujaan mekanikal, gelombang bunyi juga dapat dihasilkan apabila terdapat pecutan molekul-molekul bahantara seperti udara di antara sempadan bahantara.

### 2.1.1 Ciri-ciri bunyi

Bunyi mempunyai ciri-ciri yang sama seperti cahaya. Antara ciri-ciri bunyi yang sama dengan cahaya adalah boleh dipantulkan, inteferen, belauan dan serakan bunyi. Bunyi di dalam udara mempunyai gerakan gelombang yang membujur. Ini adalah kerana udara tidak dapat menahan regangan atau tekanan mampatan yang terhasil daripada molekul-molekul bahantara (Gough *et al.*, 1996).

Bentuk gelombang bunyi adalah gelombang mekanikal yang membujur di mana tenaga bunyi merambat dari satu tempat ke satu tempat yang lain dalam arah yang sama dengan rambatan gelombangnya. Bunyi tidak dapat merambat di dalam vakum kerana ia memerlukan bahantara untuk memindahkan tenaga bunyi (French, 1971).

Ukuran untuk kadar perubahan tekanan bunyi adalah frekuensi. Gelombang mekanikal yang mempunyai frekuensi rendah daripada 20 Hz dikenali sebagai infra bunyi manakala gelombang mekanikal yang mempunyai frekuensi tinggi dikenali sebagai ultra bunyi ( Thomas *et al.*, 2002 ).

Walaupun bagaimanapun, manusia hanya boleh menerima gelombang frekuensi dalam julat yang tertentu sahaja. Kemungkinan untuk manusia mendengar bunyi yang



melebihi atau kurang daripada julat frekuensi adalah bergantung kepada umur seseorang. Biasanya julat frekuensi bunyi yang boleh didengar oleh manusia adalah 20 Hz hingga 20 kHz (Thomas dan Neville, 1995).

## 2.2 Halaju bunyi

Menurut kamus fizik Oxford (*A Dictionary of Physics*, 2000) simbol bagi halaju bunyi adalah  $C$  atau  $C_s$ . Persamaan (2.1) adalah untuk mengukur halaju bunyi yang merambat dari satu tempat ke tempat yang lain.

$$v = \frac{d}{t} \quad (2.1)$$

Di mana,  $v$  = halaju bunyi

$d$  = jarak antara dua tempat

$t$  = masa untuk bunyi sampai dari satu tempat ke tempat yang lain

Halaju bunyi merambat adalah bergantung kepada jenis bahantara yang dilalui oleh gelombang bunyi tersebut. Walaubagaimanapun halaju bunyi tidak dapat diukur dalam hampa gas atau vakum kerana tidak ada bahantara yang boleh memindahkan tenaga bunyi dalam hampa gas.

Halaju bunyi merambat dengan kelajuan lebih kurang  $344 \text{ ms}^{-1}$  dalam udara pada suhu bilik dan kelembapan biasa (*A Dictionary of Physics*, 2000). Nilai-nilai halaju bunyi mengikut bahantara yang dilalui adalah ditunjukkan dalam Jadual 2.1.



**Jadual 2.1** Nilai-nilai halaju bunyi mengikut bahantara yang dilalui.

Bahantara	Halaju bunyi	
	kaki/s	ms <sup>-1</sup>
Udara (20 °C)	1125	344
Air (15 °C)	4920	1500
Plumbum	7090	2160
Konkrit	10200	3100
Kayu	12500	3000 hingga 4000 (bergantung pada jenis kayu)
Kaca	18500	5500
Besi	19000	5800

Daripada Jadual 2.1, dapat dilihat dengan jelas perbezaan halaju bunyi merambat bergantung pada jenis-jenis bahantara yang dilalui. Semakin keras bahantara yang dilalui maka halaju bunyi juga semakin tinggi.

Selain daripada ketumpatan, bahantara bunyi juga dipengaruhi oleh suhu. Biasanya halaju bunyi merambat lebih perlahan dengan altitud yang besar bergantung kepada pengurangan suhu ([http://en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_of\\_sound](http://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_sound), 17 Julai 2006).

### 2.2.1 Pengiraan halaju bunyi

Biasanya halaju bunyi merambat dengan lebih laju dalam medium yang lebih tumpat berbanding medium yang kurang tumpat. Halaju bunyi merambat dalam sesuatu bahantara dapat ditentukan melalui pengiraan. Dengan menggunakan Persamaan (2.2) yang menghubungkan modulus Young dan ketumpatan bahantara yang dilalui. Maka halaju bunyi dapat ditentukan.

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \quad (2.2)$$

Di mana,  $v$  = halaju bunyi  
 $Y$  = modulus Young  
 $\rho$  = ketumpatan bahantara

Bagi halaju bunyi yang merambat dalam bahantara dua dan tiga dimensi pula adalah diberikan oleh Persamaan (2.3). Contoh bagi bahantara dua dimensi adalah seperti sekeping papan. Manakala bahantara bagi tiga dimensi adalah seperti udara. Persamaan (2.3) menghubungkan modulus pukal bahantara, halaju bunyi dan ketumpatan bahantara.

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (2.3)$$

Di mana,  $v$  = halaju bunyi  
 $B$  = modulus pukal bahantara  
 $\rho$  = ketumpatan bahantara

Persamaan (2.4) adalah persamaan untuk mengukur halaju bunyi bagi gas unggul. Udara adalah hampir sama dengan gas unggul. Persamaan ini menghubungkan pemalar gas dan suhu termodinamik. Persamaan tersebut ditulis sebagai:

$$c = \sqrt{(\gamma r T)} \quad (2.4)$$

Di mana,  $c$  = halaju bunyi  
 $\gamma$  = nisbah terhadap suhu yang dibekalkan kepada jisim dengan kenaikan suhu.  
 $r$  = pemalar gas  
 $T$  = suhu termodinamik.

Melalui Persamaan (2.4) dapat dilihat bagaimana halaju bunyi dalam gas mempunyai hubungan dengan suhu. Secara tidak langsung, ia juga menunjukkan bahawa halaju bunyi juga dipengaruhi oleh suhu. Persamaan (2.5) menunjukkan hubungan antara suhu dan halaju bunyi dalam gas. Persamaan (2.5) ditulis sebagai:

$$c = c_0 \sqrt{\left(1 + \frac{t}{273}\right)} \quad (2.5)$$





## RUJUKAN

*A Dictionary of Physics*, 2000. Ed. ke-4. New York, Oxford University Press,

French, A.P., 1971. *Vibrations and Waves*. Great Britain : Jj Press Ltd.

Gough, W., Richards, J.P.G., dan Williams, R.P., 1996. *Vibrations and Waves*. Ed. ke-2.  
New York, Prentice Hall International, 182-205.

James, S. Walker, 2004. *Physics*. Ed ke-2. New jersey, Pearson Education, Inc, Upper  
Saddle River

Richard, E.B., dan Stork, D.G., 1995. *The Physics of Sound*. Ed. ke-2. New Jersey :  
Eenglewood. Cliffs.

Thomas, D.R., dan Neville, H.F., 1995. *Principles Of Vibration and Sound*. Ed. baru.  
New York, Springer- Verlag, 139-156.

Talbot-Smith, M., 2002. *Sound Engineering Explained*. London, Focal Press.

Thomas, D. Rossing, Moore, F. Richard, dan Paul, A. W., 2002. *The science Of Sound*.  
Ed ke-3. San Francisco, Pearson Education, Inc.



White, R.G., 1985. *acoustics and vibration transducers and measurement techniques*.  
Great Britain, The Institute Of Physics.

Wikimedia Foundation, 2006. Wikipedia, the free encyclopedia html. *Speed of Sound*.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_of\\_sound](http://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_sound) 17 Julai 2006. 8.24pm.

