

ASAS KEJURUTERAAN AKUSTIK

Penulis:

Musli Nizam Yahya¹ & Hanif Abdul Latif²

E-mel:

musli@uthm.edu.my¹

Abstrak: Akustik adalah ilmu yang mempelajari sifat-sifat gelombang suara dan cara-cara suara dipancarkan melalui medium seperti udara, air, dan bahan padat. Ilmu akustik mencakup penghasilan, penghantaran, dan pengesanan suara, serta bagaimana suara boleh diubah suai dan diproses. Ilmu akustik adalah penting dalam pelbagai bidang, seperti kejuruteraan audio, reka bentuk ruang, dan kesihatan. Dalam kejuruteraan audio, akustik membantu dalam rekabentuk dan pembangunan teknologi audio yang lebih baik. Manakala dalam reka bentuk ruang, ilmu akustik sangat penting untuk mencipta persekitaran yang selesa dan mempunyai kualiti bunyi yang baik. Dalam bidang kesihatan, akustik membantu dalam pemahaman bagaimana suara mempengaruhi kehidupan manusia dan kesihatan mereka. Oleh itu, pemahaman tentang ilmu akustik sangat penting dalam pelbagai bidang dan boleh memberikan sumbangan besar untuk meningkatkan kualiti hidup manusia.

Kata Kunci: Akustik, audio, kehidupan, gelombang



Asas **KEJURUTERAAN** **AKUSTIK**

Musli Nizam Yahya
Hanif Abdul Latif



Asas **KEJURUTERAAN** **AKUSTIK**

Asas **KEJURUTERAAN** **AKUSTIK**

Musli Nizam Yahya
Hanif Abdul Latif



2024

© Penerbit UTHM
Cetakan Pertama 2024

Hak cipta terpelihara. Dilarang mengeluarkan mana-mana bahagian artikel, ilustrasi dan kandungan buku ini dalam sebarang bentuk elektronik, fotokopi mekanik, rakaman atau sebarang bentuk lain tanpa kebenaran bertulis daripada Pejabat Penerbit Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), 86400 Parit Raja, Batu Pahat, Johor Darul Ta'zim, Malaysia. Sebarang rundingan tertakluk kepada pengiraan royalti.

Penulis :
Musli Nizam Yahya
Hanif Abdul Latif

Diterbit oleh:
Penerbit UTHM
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
86400 Parit Raja,
Batu Pahat, Johor
Tel : 07-453 8529/ 8698
Fax : 07-453 6145

Dicetak oleh:
RAHMAN CETAK SDN. BHD
No.28 Jalan PBS 14/11,
Taman Perindustrian Bukit Serdang,
43300 Seri Kembangan,
Selangor
Tel: 019 - 387 3227 | 017 - 316 1361

Website : <http://penerbit.uthm.edu.my>
E-mail : pemasaran.uthm@gmail.com
<http://e-bookstore.uthm.edu.my>

Penerbit UTHM adalah ahli
Majlis Penerbitan Ilmiah Malaysia (MAPIM)



Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan

Perpustakaan Negara Malaysia

Rekod katalog untuk buku ini boleh didapati
dari Perpustakaan Negara Malaysia

ISBN 978-629-490-083-7

ISI KANDUNGAN

<i>Prakata</i>	<i>ix</i>
Bab 1: Pengenalan Akustik	1
1.1 Akustik: Sains Bunyi	1
1.2 Sejarah Akustik	3
Bab 2: Asas Akustik	5
2.1 Gelombang Bunyi	5
2.2 Panjang Gelombang, Frekuensi dan Kelajuan Bunyi	7
2.3 Pendengaran Manusia	10
2.4 Desibel (dB)	10
2.5 Tahap Kuasa Bunyi (L_w)	11
2.6 Tahap Tekanan Bunyi (L_p)	12
2.7 Intensiti Bunyi (L_I)	12
2.8 Pengiraan Tambahan Tekanan Bunyi (L_T)	13
2.9 Pengiraan Penolakan Tekanan Bunyi (L_{A-B})	13
2.10 Pengiraan Purata Tekanan Bunyi (L_{avg})	14
2.11 Pengiraan Pemberat Masa Tekanan Bunyi (L_{eq})	14
2.12 Pemberat Frekuensi	15
Bab 3: Sifat dan Perambatan Bunyi	21
3.1 Perambatan Bunyi dalam Atmosfera	21
3.2 Sumber Bunyi Keterarah	24
3.3 Sumber Bunyi Medan Hampir, Medan Jauh dan Medan Gemaan	27

3.4	Peramalan Tahap Bunyi dari Sumber Bunyi	28
3.4.1	Sumber Gelombang Bunyi Linear dan Satah	29
3.4.2	Gelombang Bunyi dari Permukaan Satah	30
Bab 4:	Pengukuran Akustik dan Jenis Peralatan	33
4.1	Peralatan untuk Kerja Lapangan	33
4.2	Meter Tahap Tekanan Bunyi (Sound Level Meter, SLM)	33
4.2.1	Klasifikasi SLM	34
4.2.2	Mikrofon	35
4.3	Alat Penentu ukur	38
Bab 5:	Ruang Akustik	39
5.1	Pantulan, Penyerapan dan Transmisi Bunyi	39
5.2	Penyerap Bunyi	40
5.2.1	Pekali Penyerapan Bunyi (α)	40
5.2.2	Jumlah Penyerapan Bunyi (A)	41
5.2.3	Jenis Penyerapan Bunyi	42
5.3	Ruang Akustik	47
5.3.1	Kaedah <i>Sabine</i>	47
5.3.2	Kaedah <i>Eyring</i>	48
5.3.3	Perbezaan Kaedah <i>Sabine</i> dan <i>Eyring</i>	49
5.3.4	Masa Gemaan (RT)	49
5.3.5	Peramalan Bunyi dalam Keadaan Stabil	50
5.4	Pengukuran Akustik	53
5.4.1	Pengukuran Masa Gemaan (RT_{60})	53
5.4.2	Pengukuran Pekali Penyerapan (α) Jenis Insiden Rawak	54
5.4.3	Pengukuran Pekali Penyerapan Jenis Insiden Normal	56
5.4.4	Kriteria Rekabentuk Bilik Akustik	59

5.5	Penghadang Bunyi	60
Bab 6: Penebat Bunyi		63
6.1	Indeks Pengurangan Bunyi Jenis Komposit	63
6.1.1	Indeks Pengurangan Bunyi (IPB)	63
6.1.2	Kesan Rongga dan Jurang	65
6.2	Pengiraan Bagi Transmisi Bunyi	65
6.2.1	Transmisi Bunyi Secara Langsung dan Tidak Langsung	65
6.2.2	Perambatan Bunyi Melalui Fasad (Façade) dari Arah Dalam ke Arah Luar	67
6.2.3	Transmisi Bunyi Melalui Arah Luar Ruang ke Arah Dalam Ruang	68
6.3	Pengukuran Penebat Bunyi	69
6.3.1	Kaedah Makmal	69
6.3.2	Kaedah Lapangan	70
Bab 7: Kawalan Kebisingan		73
7.1	Kawalan Kebisingan dengan Perancangan dan Pengurusan yang Baik	73
7.2	Diagnosis Sumber, Mekanisme, Laluan dan Kawasan Terpancar	76
7.3	Alat Pelindungan Pendengaran	79
Bab 8: Penutup		81
<i>Bibliografi</i>		83
<i>Biografi</i>		85
<i>Indeks</i>		87

PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT, selawat dan salam ke atas Rasullullah SAW dan seluruh kaum keluarga baginda, serta sahabat yang menyambung perjuangan selepasnya.

Kami ingin meluahkan rasa syukur yang tidak terhingga ke hadrat Allah SWT kerana dengan rahmat dan izin-Nya, saya dapat menghasilkan buku Asas Kejuruteraan Akustik dan Kawalan Kebisingan. Kami dedikasikan buku ini kepada kedua ibubapa, isteri dan anak-anak yang memberi sokongan dan dorongan untuk menghasilkan buku itu. Tidak lupa juga terutamanya kepada guru-guru dan mentor kami terutama Profesor Mohd Imran bin Ghazali, yang banyak membantu dalam berkongsi ilmu, nasihat, teguran dan rakan - rakan dalam berkongsi ilmu pengetahuan dalam bidang ini. Selain itu pencetus kepada dorongan untuk menceburi dalam bidang ini adalah *Mimar Sinan* (1488-1588 Masihi), adalah Ketua Senibina Kerajaan Othmaniah semoga Allah merahmati beliau.

Dengan tercetak buku ini, adalah perkara asas dalam bidang Akustik dan sesuai kepada pelajar universiti yang mengambil matapelajaran Akustik dan Kawalan Kebisingan atau Getaran dan Kebisingan di Fakulti Kejuruteraan Mekanikal atau Awam.

Akhir kata, mohon maaf sekiranya ada kecacatan dan kekurangan dalam buku ini dan akan di tambah baik dari masa ke semasa untuk menjadi sumber rujukan utama dalam bidang ini kepada pelajar.

BAB SATU

Pengenalan Akustik



Akustik ialah ilmu yang berkaitan dengan sifat-sifat gelombang bunyi dan cara-cara bunyi dipancarkan melalui medium seperti udara, air, dan bahan padat. Ilmu akustik mencakup penghasilan, penghantaran, dan pengesanan bunyi dan juga bagaimana bunyi boleh diubah suai dan diproses. Ilmu akustik adalah penting dalam pelbagai bidang, seperti kejuruteraan audio, reka bentuk ruang, dan kesihatan. Dalam kejuruteraan audio, akustik membantu dalam rekabentuk dan pembangunan teknologi audio yang lebih baik. Manakala dalam rekabentuk ruang, ilmu akustik sangat penting untuk mencipta persekitaran yang selesa dan mempunyai kualiti bunyi yang baik. Dalam bidang kesihatan, akustik membantu dalam pemahaman bagaimana bunyi mempengaruhi kehidupan dan kesihatan manusia. Oleh itu, pemahaman tentang ilmu akustik sangat penting dalam pelbagai bidang dan boleh memberikan sumbangan besar untuk meningkatkan kualiti hidup manusia.

1.1 Akustik: Sains Bunyi

Akustik telah menjadi disiplin ilmu yang sangat luas. Ia merangkumi pelbagai disiplin akademik antaranya ilmu fizik, kejuruteraan, psikologi, pertuturan, audiologi, muzik, rekaan seni bina, fisiologi

BAB DUA

Asas Akustik



Dalam bab ini, asas akustik dan pengiraan yang berkaitan aspek asas fizik dan matematik dibincangkan. Secara umumnya, ilmu akustik ini berasaskan ilmu matematik dan kemudiannya berkembang kepada ilmu fizik. Gabungan kedua-dua ilmu ini menjadi batu asas kepada penyelidik akustik untuk mengkaji dengan lebih terperinci tentang ilmu akustik. Pembaca dapat menemui juga perkara yang dibincangkan didalam topik ini di dalam buku-buku fizik dan matematik yang lain.

2.1 Gelombang Bunyi

Perkataan “Bunyi” boleh merujuk kepada dua konsep yang berbeza. Bunyi boleh merujuk kepada apa yang kita dengar melalui telinga, iaitu gelombang bunyi yang terhasilkan dari getaran disekitar kita. Bunyi jugak merujuk kepada gangguan pada medium yang dapat menghalangi atau mengubah cara kita mendengar, seperti gangguan atau kebisingan yang dapat mempengaruhi persepsi bunyi. Gelombang bunyi pula merujuk kepada satu jenis gelombang yang merambat melalui medium udara, cecair, dan pepejal. Ia terhasil daripada getaran atau ayunan yang berulang-ulang dan berkala yang bergerak melalui satu atau lebih medium dan memindahkan tenaga

BAB TIGA

Sifat dan Perambatan Bunyi



Kajian ini akan membincangkan asas perambatan bunyi dalam tiga situasi iaitu di ruang terbuka, ruang tertutup dan dalam silinder. Sifat perambatan bunyi berbeza-beza dalam ketiga-tiga situasi ini memainkan peranan penting dalam pengukuran tahap bunyi. Aspek ruangan juga mempengaruhi sifat perambatan bunyi dan memberi kesan kepada nilai pengukuran, terutamanya dalam ruang tertutup. Dengan memahami perambatan bunyi dalam ruang terbuka, tahap bunyi pada jarak tertentu boleh diramalkan. Oleh itu, pengetahuan tentang perambatan bunyi sangat penting dalam pengukuran tahap bunyi.

3.1 Perambatan Bunyi dalam Atmosfera

Secara umumnya, kita sedar bahawa intensiti bunyi akan berkurang apabila ia bergerak jauh dari titik sumber bunyi. Ini bermakna semakin jauh jarak pergerakan bunyi, semakin perlahan bunyi didengari. Maka ia telah menarik minat tentang fenomena beberapa penyelidikan untuk merungkai fenomena ini.

Oleh itu, Persamaan 3.1 dapat menjelaskan fenomena kehilangan kekuatan bunyi apabila bunyi bergerak jauh dari titik sumber bunyi. Apabila intensi bunyi dihasilkan ia akan menghasilkan gelombang

BAB EMPAT

Pengukuran Akustik dan Jenis Peralatan



4.1 Peralatan untuk Kerja Lapangan

Untuk melaksanakan pengukuran bunyi, pelbagai jenis alatan yang boleh didapati di pasaran dan bergantung kepada jenis-jenis pengukuran yang diinginkan. Tetapi terdapat alatan khusus untuk mengukur kebisingan, iaitu meter tahap bunyi atau dikenali sebagai SLM (*Sound Level Meter*).

4.2 Meter Tahap Tekanan Bunyi (*Sound Level Meter, SLM*)

Meter tahap bunyi (SLM) digunakan untuk mengukur bunyi yang bergerak melalui udara dan diukur dalam unit dB. Ia merupakan sejenis alatan tangan yang mempunyai mikrofon untuk merakam serta mengukur tahap tekanan bunyi. Jenis mikrofon yang sesuai untuk SLM adalah mikrofon kondensor di mana ia mempunyai kebolehtepatan, kestabilan dan kebolehppercayaan yang baik. Mikrofon jenis ini mempunyai diafragma yang berfungsi untuk memberi tindak balas terhadap perubahan tekanan udara yang disebabkan oleh gelombang bunyi. Pergerakan diafragma ini, ditukar menjadi isyarat elektrik (volt V). Ia dapat dibezakan oleh nilai voltan yang dihasilkan apabila menerima tekanan bunyi yang konstan dan memberikan output tahap tekanan bunyi dalam unit dB.

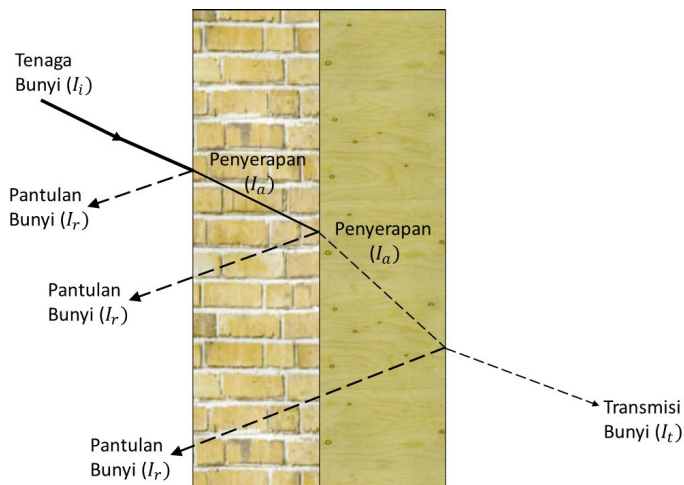
BAB LIMA

Ruang Akustik



5.1 Pantulan, Penyerapan dan Transmisi Bunyi

Terdapat tiga terminologi penting dalam ruang akustik, iaitu penyerapan, penebat dan pengasingan. Ketiga-tiga terminologi ini berkaitan dengan pantulan, penyerapan dan transmisi bunyi. Untuk memudahkan pemahaman, **Rajah 5.1** memberikan analogi tentang pantulan, penyerapan dan transmisi bunyi.



Rajah 5.1: Analogi pantulan, penyerapan dan transmisi bunyi pada sebuah dinding

BAB ENAM

Penambat Bunyi



6.1 Indeks Pengurangan Bunyi Jenis Komposit

Perpindahan tenaga bunyi secara terus di antara dua ruang boleh ditentukan dengan menggunakan kaedah Indeks Pengurangan Bunyi (*IPB*) atau sesetengah buku menggunakan istilah kehilangan transmisi (*transmission loss*) dan diukur dalam unit dB. *IPB* sangat berkait dengan pekali perpindahan (*t*).

6.1.1 Indeks Pengurangan Bunyi (*IPB*)

Untuk mendapatkan *IPB* bagi satu bahan penghadang adalah agak mudah tetapi apabila melibatkan pelbagai bahan ia perlu diklasifikasikan sebagai komposit. Sebagai contoh dinding mempunyai pelbagai bahan seperti pintu, tinggap, langsir, almari, dan sebagainya (**Rujuk Rajah 6.1**). Kesemua bahan perlu disatukan dan dipuratakan dengan menganggap semua bahan tersebut adalah jenis komposit. Oleh itu, untuk mendapatkan nilai *IPB* komposit adalah seperti berikut;

$$IPB = 10 \log \left(\frac{1}{\bar{t}} \right) \text{ dB} \quad (6.1)$$

BAB TUJUH

Kawalan Kebisingan



7.1 Kawalan Kebisingan dengan Perancangan dan Pengurusan yang Baik

Terdapat pelbagai jenis kaedah kawalan kebisingan yang dipraktik dengan bertujuan untuk mengelakkan atau mengurangkan masalah kebisingan. Oleh itu, tindakan kawalan kebisingan ini diklasifikasikan sebagai pengurusan kawalan kebisingan. Perkara yang boleh dipertimbangkan dalam pengurusan kawalan kebisingan adalah seperti berikut;

- i. Mengelakkan menghasilkan ketidak keperluan kebisingan.
- ii. Memilih prosedur yang baik dalam proses, operasi atau apa-apa sahaja kaedah yang mempunyai kadar kebisingan yang rendah atau senyap.
- iii. Mempertimbangkan susun atur kerja dengan mengasingkan kawasan proses atau alatan bising dengan kawasan yang senyap.
- iv. Membuat penyelenggaraan berkala kepada mesin dan alatan kawalan kebisingan bagi memastikan ia berfungsi dengan baik.

BAB LAPAN

Penutup



Buku bertajuk “Asas Kejuruteraan Akustik” merangkumi penegasan pentingnya pemahaman tentang konsep-konsep asas dalam bidang kejuruteraan akustik, serta memberi penghargaan kepada pembaca yang telah menelusuri isi kandungan buku ini. Buku ini berusaha untuk memberi panduan asas kepada pembaca dalam memahami fenomena bunyi, sifat-sifat bunyi, kaedah-kaedah pengukuran dan analisis bunyi, serta prinsip-prinsip dasar dalam pengendalian dan pengurusan kebisingan.

Dalam perjalanan membaca buku ini, pembaca telah diperkenalkan dengan konsep-konsep asas seperti frekuensi, amplitud, gelombang bunyi, intensiti bunyi, serta kaitannya dengan persepsi pendengaran manusia. Penerangan terperinci dan contoh-contoh praktikal telah diberikan bagi memudahkan pemahaman konsep-konsep ini.

Selain itu, buku ini turut membincangkan kaedah-kaedah pengukuran bunyi seperti pengukuran intensiti bunyi, pengukuran tahap bunyi, dan kaedah pengukuran bunyi menggunakan alat-alat yang sesuai. Penggunaan perisian simulasi dan analisis juga turut diperkenalkan bagi memperkukuhkan pemahaman pembaca dalam bidang kejuruteraan akustik.

BIBLIOGRAFI

Allard, J. F., & Atalla, N. *Propagation of sound in porous media: modelling sound absorbing materials*, 2nd Edition. John Wiley & Sons. 2009

ASTM International, *Impedance and Absorption of Acoustical material using a tube, two microphones and a digital frequency analysis system*. West Conshohocken, United States of America: E1050-10. 2010

ASTM International. *Impedance and Absorption of acoustical materials by impedance tube method*. West Conshohocken, United States of America: C384-04, 2004

Bies, D. A., & Hansen, C. H. *Engineering noise control: Theory and Practice*. CRC press. 2009

BS8233:2014: *Guidance on sound insulation and reduction for building*, British Standard Institution. ISBN978 0 580 74378 8, 2014.

BB93: *Acoustic design of schools: performance standards*, Building Bulletin 93, 2015.

Cowan, J. P. *Handbook of Environmental Acoustics*. John Wiley & Sons. 1993

Cox, T. J., & D'Antonio, P. *Acoustic absorbers and diffusers: theory, design and application*. CRC Press. 2009

Everest, F. A., & Pohlmann, K. C. *The master handbook of acoustics* (Vol. 4). McGraw-Hill New York. 2001

István L. Vér, Leo L. Beranek, *Noise and Vibration Control Engineering: Principles and Applications, Second Edition*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2005.

Kuttruff, H. *Acoustics: an introduction*. CRC Press. 2007

Mathan Sambu, Musli Nizam Yahya, Hanif Abdul Latif, Mohamed Nasrul Mohamed Hatta, Mohd Imran Ghazali. *The Acoustical Characteristics Analysis on Different Type of Natural Fibres, Applied Mechanics and Materials*, Vols.773-774, pp: 242-246, 2015.

Ermann, M., *Architectural Acoustics Illustrated*, Wiley and Sons, New Jersey, 2015.

Peter, R.J., Smith, B.J., and Hollis, M., *Acoustics and Noise Control*, 3rd Edition, Pearson Education Limited, UK, 2011.

Rossing, T.D., & Beranek, L.L. *Handbook of Acoustics*, American Journal of Physics, 18(5), 121-143. 2009

Rossing, T.D., & Rossing, T.D. (Eds). *Springer Handbook of Acoustics*. New York, NY: Springer New York. 2014

Robinson, D.W., and Dadson, R.S., (1956). *A re-determination of the equal-loudness relations for pure tones*. British Journal of Applied Physics. IOP Publishing. 7 (5): 166–181.

Z. Maekawa, Z., Rindle, J.H. and Lord, P., *Environmental and Architectural Acoustics 2nd Edition*, Spon Press, New York, 2011

BIOGRAFI



Ir. Ts. Dr. Musli Nizam bin Yahya merupakan seorang Profesor Madya di Jabatan Teknologi Kejuruteraan Pengangkutan (REL), Fakulti Teknologi Kejuruteraan di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM). Beliau memperoleh Ijazah Sarjana Muda dan Sarjana Kejuruteraan dari ITTHO (nama sebelum UTHM) dan melanjutkan pengajian ke Oita University, Jepun selama 3 tahun dalam bidang Akustik Senibina. Beliau telah menjalankan kajian-kajian meliputi pekali penyerapan bahan, akustik persekitaran, kejuruteraan bunyi, dan OSHA. Dalam tempoh 20 tahun pengajarannya di UTHM, beliau mengajar mata pelajaran yang berkaitan dengan Getaran dan Kebisingan, Getaran, Akustik, dan Kawalan Kebisingan.



Ts. Hanif Bin Abdul Latif merupakan seorang perunding Akustik yang berpengalaman dalam bidang kajian akademik dan pelbagai sektor. Beliau melanjutkan pengajian ke peringkat Diploma dalam bidang Kejuruteraan Mekanikal di Politeknik Sultan Azlan Shah (PSAS), Tanjung Malim, Perak. Kemudian, meneruskan pengajian peringkat Sarjana Muda Kejuruteraan di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), Batu Pahat, Johor dan kemudian Sarjana Kejuruteraan dalam bidang Akustik di universiti yang sama. Beberapa penulisan artikel berkaitan kajian beliau dalam bidang Akustik telah diterbitkan. Seusai pengajian Sarjana, dalam hampir 10 tahun, beliau berkhidmat daripada seorang Jurutera Akustik sehinggalah kepada Perunding Akustik di beberapa buah syarikat tempatan dan antarabangsa yang merangkumi pelbagai sektor perindustrian dan pembinaan.

INDEKS

B

bunyi 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 55, 56, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78

D

Desibel 10, 11

E

Eyring 39, 46

F

Faktor Keterarahan 48
frekuensi 4, 6, 8, 9, 10, 15, 16, 17

G

gelombang 1, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 31, 33, 34, 53, 54, 56, 72, 77
gelombang bunyi 1, 4, 5, 19, 20, 23, 27, 31, 34, 45, 56, 72, 77

gelombang satah 6, 12, 28
gelombang sfera 6, 19, 21, 28
getaran gelombang 6

H

Hertz 6

I

Indeks Keterarahan 23
intensiti bunyi 7, 12, 19, 20, 23, 27, 38, 45, 77

J

Jumlah tahap tekanan bunyi 49

K

kawalan kebisingan 69, 70, 75, 77
Kontur kenyaringan-sama 15
kuasa bunyi 11, 12, 20, 21, 27, 63

M

Masa gemaan 47, 50, 55
masa gemaan optimum 46
medan bunyi utama 25
medan hampir 25
medan jauh 25, 26
mikrofon 2, 22, 31, 34

Mikrofon 31, 33, 35, 66
mikrofon kondenser 34, 35

P

panjang gelombang 6, 8, 9, 56
pantulan 37, 38, 39, 40, 46, 53,
55, 56
pemberat-A 16
Pemberat-C 17
pemberat frekuensi 16
Pemberat masa tekanan bunyi
14
Pemberat-Z 17
pendengaran manusia 9, 15, 77
penebat bunyi 64, 65, 74
penentu ukur 36
penghadang 56, 59, 70, 72, 75
pengukuran tahap bunyi 19, 77
penolakan tekanan bunyi 13
penyerapan 37, 38, 39, 40, 41,
42, 43, 44, 46, 51, 52, 53,
55, 56

penyerap membran 42
penyerap rongga 42, 43
perambatan bunyi 19, 25, 44
Phon 16
puncak gelombang 8
Purata tekanan bunyi 14

R

radius bilik 49
ruang akustik 37, 44, 45, 74

S

Sabine 3, 39, 44, 45, 46

T

tahap tekanan bunyi 21, 23, 25,
27, 28, 31, 34, 49, 50, 56,
62
tambahan tekanan bunyi 13, 14
tiub galangan 53, 54

Asas KEJURUTERAAN AKUSTIK

Akustik adalah ilmu yang mempelajari sifat-sifat gelombang suara dan cara-cara suara dipancarkan melalui medium seperti udara, air, dan bahan padat. Ilmu akustik mencakup penghasilan, penghantaran, dan pengesanan suara, serta bagaimana suara boleh diubah suai dan diproses. Ilmu akustik adalah penting dalam pelbagai bidang, seperti kejuruteraan audio, reka bentuk ruang, dan kesihatan. Dalam kejuruteraan audio, akustik membantu dalam rekabentuk dan pembangunan teknologi audio yang lebih baik. Manakala dalam reka bentuk ruang, ilmu akustik sangat penting untuk mencipta persekitaran yang selesa dan mempunyai kualiti bunyi yang baik. Dalam bidang kesihatan, akustik membantu dalam pemahaman bagaimana suara mempengaruhi kehidupan manusia dan kesihatan mereka. Oleh itu, pemahaman tentang ilmu akustik sangat penting dalam pelbagai bidang dan boleh memberikan sumbangan besar untuk meningkatkan kualiti hidup manusia.



Sila imbas kod untuk
maklumat lanjut

