

# GADING

**Jurnal  
UiTM Cawangan Pahang**



**JILID 5 BIL : 4**

**JULY-DIS 2000**

**ISSN 0128-5599**

**Kertas Kerja Penyelidikan / Research Papers**

**Penentuan Sifat Kenyal Bahan Melalui Teknologi Ultrasonik**

K. Azman, H.A.A. Sidek, H. Azhan, S.Y.S. Yusaineq

**Adhesion Promoters – Organo-Silanes As Pre-Treatment Of Substrates Surface**

Mohamad Kamal Hj. Harun

**Komposisi Minyak Pati Daripada *Zingiber Cassumunar***

Rohaiza Saat & Hasnah Mohd Sirat

**The Properties Of Composite Panel Manufactured From Oil Palm Fibres And Plastics**

Engku Zaharah Engku Zawawi, Rahmah Mohamed & Suhaimi Muhammed

**Kertas Kerja Reviu dan Nota Teknik / Review papers and Technical Notes**

**How Conversational Implicature Can Account For Ordinary Human Conversational Interaction**

Kamisah Ariffin

**A Hypothetical Analysis On The Impact Of The Asean Free Trade Agreement In The Local Car Industry**

Norlaila Abdullah

## **PENENTUAN SIFAT KENYAL BAHAN MELALUI TEKNOLOGI ULTRASONIK**

**K. AZMAN, \*H.A.A. SIDEK, H. AZHAN, S.Y.S. YUSAINEE**

Universiti Teknologi Mara, Kampus Jengka,

26400 Bandar Jengka, Pahang

**MALAYSIA**

**\*Makmal Penyelidikan Ultrasonik**

Jabatan Fizik, Fakulti Sains & Pengajian Alam Sekitar

Universiti Putra Malaysia, Selangor

**MALAYSIA**

### **ABSTRAK**

Kertas ini melaporkan secara umum tentang sejarah perkembangan ultrasonik. Bermula dari sejarah awal penemuan hinggalah kepada perkembangan terkini teknologi ultrasonik. Ciri-ciri mekanikal bagi gelombang ultrasonik dan hubungannya dengan teori kekenyalan serta penggunaannya turut diberikan untuk menentukan sifat kenyal bagi suatu bahan.

**Kata kunci: sifat kenyal, ultrasonik**

### **PENDAHULUAN**

Kajian tentang ultrasonik telah bermula pada abad ke 18 Masihi. Ciri-ciri unik bagi ultrasonik telah menarik minat ahli-ahli sains untuk membuat kajian terhadapnya. Walau bagaimanapun kajian moden bagi ultrasonik hanya bermula pada abad ke 19 Masihi. Sehingga kini, teknologi ultrasonik telah berkembang pesat terutamanya di dalam bidang sains, perindustrian, perubatan dan ketenteraan. Di dalam bidang sains, kajian tentang sifat kenyal dan takkenyal bagi suatu bahan dapat ditentukan menggunakan teknik ultrasonik [1].

### **SEJARAH PERKEMBANGAN ULTRASONIK [2].**

Kerja-kerja awal terhadap teknologi ultrasonik telah dilakukan oleh Lazzaro Spallazani pada tahun 1874. Penemuan bermula apabila beliau menjalankan kajian terhadap sekumpulan kelawar yang terbang dan bergerak di dalam keadaan gelap tanpa melanggar sebarang bentuk halangan atau objek. Lazzaro mendapati kelawar bergerak berpandukan kepada suatu bentuk gelombang yang berfrekuensi melebihi

frekuensi gelombang bunyi yang boleh didengari oleh manusia iaitu dalam lingkungan 40 – 50 kHz. Secara teknikal, gelombang tersebut merupakan gelombang bunyi berfrekuensi tinggi.

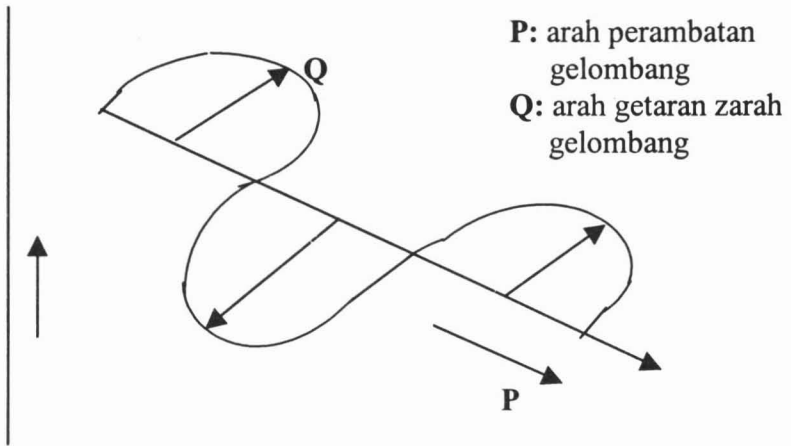
Kajian mendapati bahawa gelombang yang dipancarkan oleh kelawar akan terpantul semula kepada kelawar tersebut apabila ianya melanggar sesuatu objek yang terdapat di hadapan. Konsep ini yang telah digunakan oleh pengkaji ultrasonik moden seawal abad ke 20. Sebagai bukti kepada perkembangan teknologi ultrasonik, pada perang dunia ke II sekitar tahun 1914, seorang saintis iaitu Paul Langevin telah mencipta satu alat untuk mengukur jarak antara dua objek di bawah permukaan air. Teknik yang telah digunakan oleh beliau ialah kaedah dedenyut gema ultrasonik (pulse echo overlapped techniques) pada frekuensi 40Hz. Manakala, sekitar tahun 1934, seorang saintis, Solokov telah menentukan kecacatan yang dialami oleh pepejal menggunakan kaedah ultrasonik [2].

Kini, kaedah ultrasonik telah pun digunakan dengan meluas terutamanya di dalam bidang sains dan teknologi industri. Penggunaan kaedah ultrasonik dalam kehidupan seharian tidak boleh dinafikan, sebagai contoh bagi pengguna-pengguna kenderaan bermotor terutamanya kereta, terdapat satu sistem yang lebih dikenali sebagai 'reverse sensor' untuk memudahkan pengguna kenderaan menggerakkan kenderaan ke arah belakang. Dalam bidang perikanan pula, para nelayan banyak menggunakan sistem 'sonar' iaitu sistem bagi mengesan kedudukan ikan di dalam laut. Manakala, di dalam bidang perubatan moden, teknik ultrasonik diaplikasikan melalui penentuan jantung bayi dalam kandungan ibu. Banyak lagi contoh yang boleh diberikan sebagai bukti kepada perkembangan terkini teknologi ultrasonik.

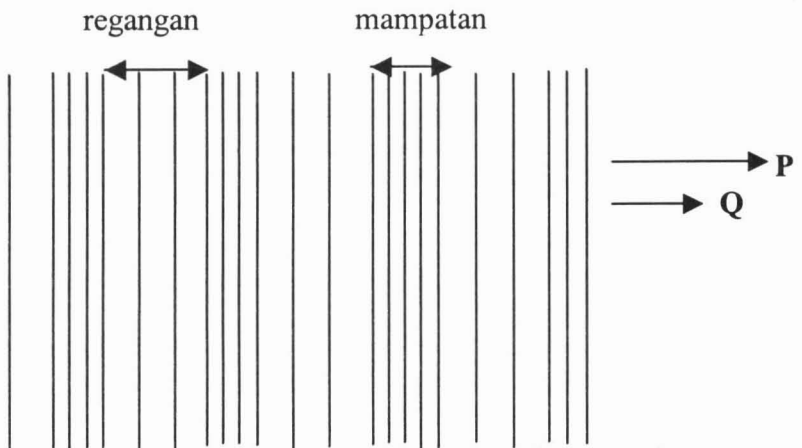
### **SIFAT MEKANIKAL GELOMBANG ULTRASONIK [3].**

Gelombang ultrasonik merupakan suatu bentuk gelombang bunyi berfrekuensi tinggi (> 50 kHz) iaitu melebihi frekuensi pendengaran bagi manusia. Gelombang ultrasonik menunjukkan ciri-ciri gelombang bunyi yang memerlukan medium untuk merambat. Ia terbahagi kepada dua jenis gelombang iaitu:

- i. Gelombang membujur (Longitudinal waves). (Rajah 1)
- ii. Gelombang melintang (Shear waves). (Rajah 2)



Rajah 1: Arah perambatan gelombang, **P** adalah bersudut tepat dengan arah getaran zarah-zarah gelombang, **Q**.



Rajah 2: Arah perambatan gelombang, **P** adalah sama dengan arah getaran zarah-zarah gelombang, **Q**.

Pada asasnya terdapat 3 mod perambatan bagi gelombang ultrasonik iaitu,

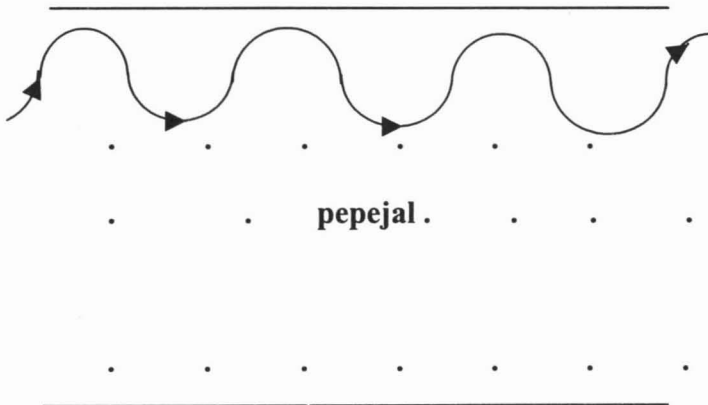
- i. gelombang pukal, B (bulk waves).
- ii. gelombang permukaan, S (surface waves).
- iii. gelombang Lamb, L (Lamb waves).

## GELOMBANG PUKAL

Terdiri daripada kedua-dua gelombang melintang dan membujur. Gelombang ini juga dikenali sebagai gelombang mampatan (compressional waves). Ia mempamerkan ciri-ciri regangan dan mampatan zarah-zarah gelombang pada arah yang sama dengan arah perambatan gelombang tersebut (Rajah 2). Sifat gelombang ini membolehkan ia merambat di dalam pepejal, cecair dan gas. Manakala, gelombang melintang bersudut tepat dengan arah getaran zarah-zarah (Rajah 1), menyebabkan ia hanya boleh merambat dalam medium pepejal sahaja.

## GELOMBANG PERMUKAAN

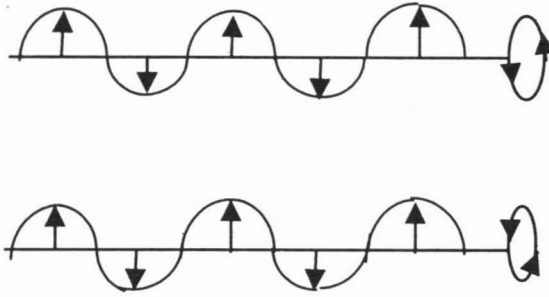
Gelombang ini juga terdiri dari gelombang membujur dan melintang. Tetapi peratusan gelombang melintang terhadap gelombang membujur adalah dalam nisbah 90% kepada 10% masing-masing. Keadaan ini menyebabkan ia hanya merambat di permukaan pepejal sahaja (Rajah 3). Gelombang ini terhasil jika dijanakan pada frekuensi tinggi  $\sim 300$  MHz.



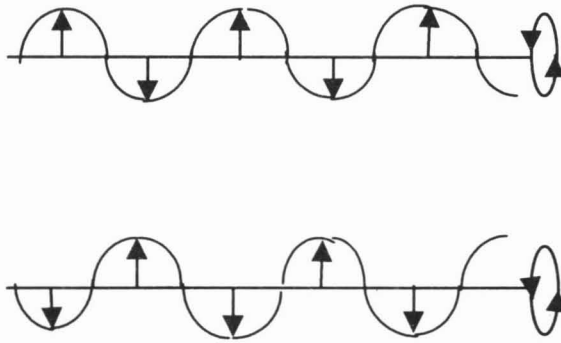
Rajah 3: Gelombang merambat di bawah permukaan pepejal

## GELOMBANG LAMB

Ia juga terhasil pada frekuensi yang amat tinggi di mana panjang gelombang (wavelength) tersebut adalah lebih kecil daripada ketebalan sampel. Gelombang Lamb terbahagi kepada dua iaitu gelombang Simetri Lamb (Rajah 4) dan gelombang Tak simetri Lamb (Rajah 5). Bagi gelombang simetri, gerakan partikel adalah secara membujur manakala gelombang tak simetri sesaran partikel adalah bersudut tepat dengan arah perambatan gelombang.



Rajah 4: Gelombang simetri Lamb



Rajah 5: Gelombang Taksimetri Lamb.

### HUBUNGAN ANTARA TEORI ELASTIK DAN ULTRASONIK [3].

Gelombang membujur dan gelombang melintang yang diperolehi daripada pengukuran teknik ultrasonik dapat digunakan untuk menentukan sifat-sifat kenyal suatu bahan. Melalui nilai halaju perambatan gelombang, ketumpatan bahan serta pemalar kekenyalan adiabatik, nilai bagi sifat kenyal sesuatu bahan dapat dianggarkan. Dengan menggabungkan persamaan Hukum Newton dengan persamaan bentuk gelombang harmonik, maka terhasil gelombang Christoffel iaitu:

$$|\Gamma_m - \delta_{im}\rho v^2| = 0$$

di mana,

$$\Gamma_m = C_{iklm} N_k N_l \quad \& \quad N_j - \text{vektor gelombang}$$

Daripada persamaan Christoffel, tiga mod halaju gelombang ultrasonik pada satah berbeza yang dinamakan Pemalar Kenyal Orde Kedua (SOEC) telah diperolehi. Persamaan bagi Pemalar Kenyal Orde Kedua (SOEC):

$$\begin{aligned} C_{11} &= \rho v^2 \\ C_{44} &= \rho v^2 \\ C_{12} &= C_{11} - 2C_{44} \end{aligned}$$

di mana,

$\rho$  - ketumpatan suatu bahan  
 $v_L$ - halaju gelombang membujur  
 $v_S$ - halaju gelombang melintang.

Daripada persamaan ini, modulus kenyal bagi bahan tersebut seperti modulus Young, E, modulus pukal, B serta nisbah Poisson,  $\sigma$  juga dapat ditentukan

Modulus	Definisi	Persamaan
Modulus Young's, E	nisbah bagi tegasan terhadap terikan pemanjangan, $\frac{F/A}{\Delta l/l}$	$E = \frac{\rho v_S^2 (3v_L^2 - 4v_S^2)}{(v_L^2 - v_S^2)}$
Modulus Pukal, B	nisbah tegasan terhadap terikan isipadu, $\frac{F/A}{\Delta v/v}$	$B = \frac{C_{11} + 2C_{12}}{3}$
Nisbah Poisson, $\sigma$	nisbah bagi terikan sisi dan terikan membujur disebabkan tegasan terhadap bahan	$\sigma = \frac{C_{11} - 2C_{44}}{2(C_{11} - C_{44})}$

Jadual 1: Definisi bagi setiap modulus kekenyalan serta persamaannya

## KESIMPULAN

Sejarah teknologi ultrasonik yang unik serta sifat semulajadinya yang menarik telah menawan hati para penyelidik untuk mengkajinya bagi kegunaan moden. Dalam bidang sains bahan, gelombang ultrasonik yang didapati memerlukan medium untuk perambatan amat sesuai digunakan bagi menentukan sifat kenyal bagi sesuatu bahan. Dua faktor penting untuk menentukan pemalar kekenyalan adiabatik,  $C_{ij}$  adalah halaju perambatan gelombang dan ketumpatan bahan tersebut. Seterusnya, nilai pemalar kekenyalan ini dapat menentukan nilai bagi modulus Young, modulus pukal dan nisbah Poisson. Akhirnya sifat kenyal bagi bahan yang diuji dapat dianggarkan.

## PENGHARGAAN

Penulis merakamkan ucapan terima kasih kepada Kementerian Sains, Teknologi & Alam sekitar di atas bantuan kewangan melalui Skim Penyelidikan Siswazah untuk program Master Sains. Ucapan terima kasih juga kepada UPM untuk geran Penyelidikan & Pembangunan (R & D).

## RUJUKAN

- [1] – Azman, K., Sidek, H.A.A., Chow, S.P., Rahim, S., Buletin S & T Kead. Pep. Malaysia, 7 (2) (1997) pp 19 - 27
- [2] – Gooberman, G. L., 'Ultrasonic Theory and Application', The English Universities Press Ltd. London, (1968) pp 1 – 7.
- [3] – Azman Kasim, Master Thesis, UPM, 2000.