

MENENTUKAN LAJU RAMBAT ULTRASONIK DI DALAM AIR DENGAN METODA INDEK BIAS

Yulinar Adnan
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

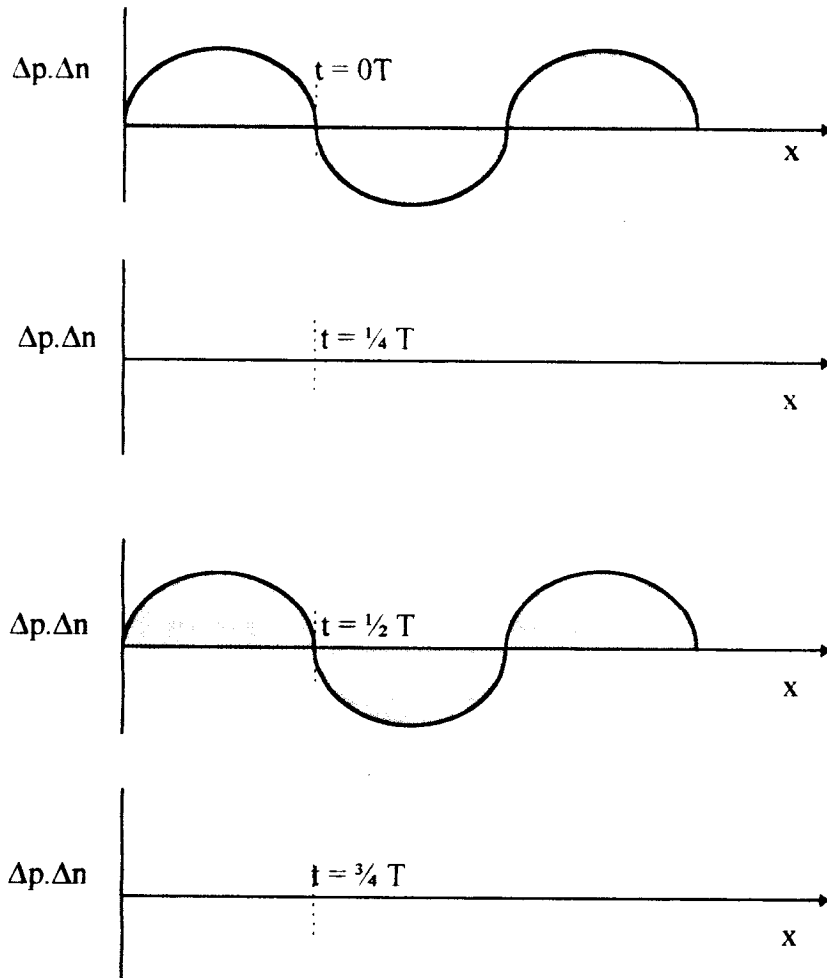
Menentukan laju rambat ultrasonik dalam air dengan metoda indek bias dapat dilakukan dengan menggunakan osilator kristal sebagai pembangkitnya. Sifat fizeoelektrik pada kristal mengakibatkan kristal berperilaku sebagai suatu sistem resonansi. Frekuensi resonansi sangat ditentukan oleh tebal kristal, sedangkan kekuatan osilasi dan perubahan frekuensi terhadap suhu ditentukan oleh arah bidang pemotongan kristal. Penggunaan kristal dalam osilator menjamin kemantapan frekuensi, artinya frekuensi bernilai tunggal. Dari pengukuran, laju rambat ultrasonik di dalam air pada suhu kamar diperoleh sebesar 1462 m/det.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan gelombang bunyi dalam air besar sekali sumbangannya untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam air. Gelombang bunyi dalam air dapat digunakan untuk menentukan struktur fisik lautan dan dasar laut, mempelajari biologis laut, navigasi, bahkan untuk keperluan eksplorasi seismik dalam pencarian minyak bumi dan gas bawah laut, serta pencarian lokasi ikan dan sebagainya (Kinsler, 1982). Gelombang tegak dalam medium (air) juga merupakan suatu peristiwa interfrensi, yaitu interfrensi suatu gelombang periodik dengan gelombang periodik lain yang mempunyai muka gelombang sejajar dengan muka gelombang pertama (Kane dan Sterhein, 1988).

Untuk membicarakan gelombang tegak lebih baik dengan menyatakannya di dalam pergeseran molekul-molekul maupun dengan menggunakan variasi-variasi tekanan, (Gambar 1). Analisis terinci memperlihatkan bahwa pergeseran dan variasi tekanan mempunyai perbedaan

fase $1/4$ panjang gelombang, sehingga bila salah satu diantaranya berada pada maksimumnya, yang satunya lagi sedang melewati titik nol. Begitu pula dengan titik simpul gelombang tegak (Halliday, 1990).



Gambar 1. Tempat distribusi perubahan tekanan atau perubahan indeks bias 4 fase gelombang tegak.

Gelombang tegak ultrasonik di dalam gelas cell yang berisi cairan, dilewatkan cahaya ke dalamnya, panjang gelombang dapat ditentukan atas dasar indeks bias yang berubah dengan tekanan gelombang. Perubahan indeks bias Δn yang disebabkan oleh perubahan tekanan, dapat dianggap sebanding dengan perubahan tekanan Δp (Pywe, 1980). Panjang gelombang dapat

dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\lambda = 2 a (S_1 / (S_1 + S_2)) n \quad (1)$$

dimana

$a = d / (N + 1)$, N adalah jumlah lingkaran

d = diameter lingkaran pola interfrensi pada layar

S_1 = jarak fokus ke gelas, S_2 = jarak gelas ke layar

n adalah indek bias medium

Laju rambat gelombang (C) dapat dihitung dengan persamaan :

$$C = \lambda . f \quad (2)$$

dengan f adalah frekuensi gelombang, λ adalah panjang gelombang.

METODOLOGI

1. Bahan dan Alat

Osilator kristal

Kristal silikondioksida

Lensa flexi glass

Gelass cell silinder

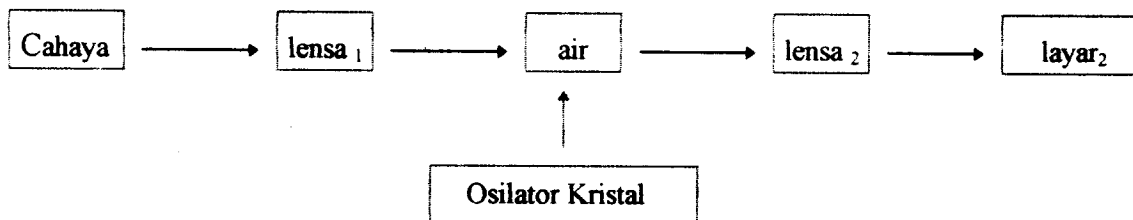
Laser helium-neon 220 V AC

Bangku optik dan perangkatnya

Air suling

2. Rancangan pengukuran.

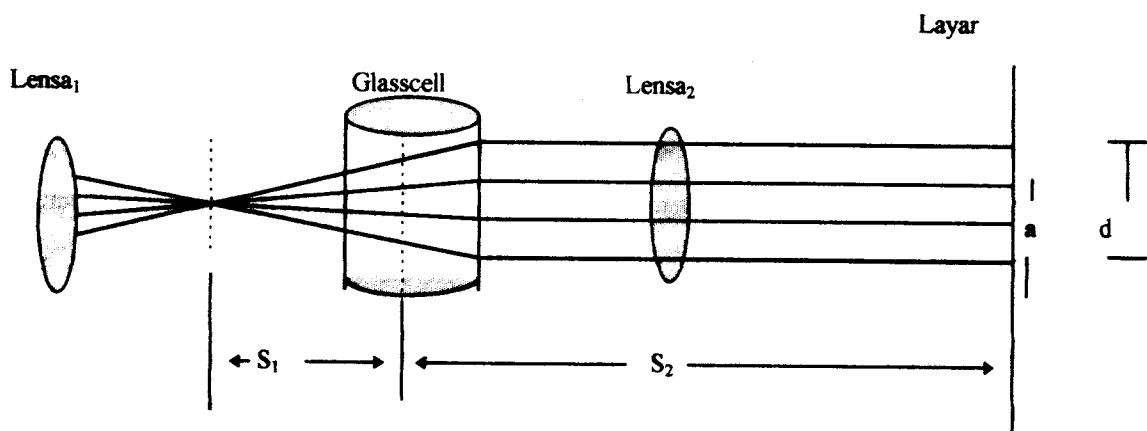
Diagram balok penelitian.



Gambar 2. Diagram pengukuran

Cahaya dilewatkan melalui lensa diteruskan ke gelas silinder yang berisi air suling. Gelombang ultrasonik dicelupkan ke dalam air yang menyebabkan terjadinya perubahan tekanan dalam air. Perubahan tekanan dalam air berarti berubahnya indeks bias air. Dalam keadaan seperti itu terjadi gelombang tegak dalam air, pada saat tekanan berubah dari padat ke renggang. Gelombang tegak terjadi pada simpul getaran (antinod gelombang) dimana cahaya semuanya diteruskan. Sehingga interferensi pola terang gelap jelas terlihat. Sedangkan pada keadaan perut getaran (nod gelombang) terbentuk, interferensi pola terang gelap samar-samar, karena hampir semua cahaya dibelokkan. Jarak antara pola terang pertama ke terang berikutnya atau pola gelap pertama ke gelap berdekatan adalah setengah panjang gelombang. Lensa₂, yang terletak sebelum layar berfungsi untuk meluruskan pola terang gelap yang berpendar, sehingga pola terang gelap di layar mudah diamati.

Sesuai dengan bentuk hubungan antara laju rambat gelombang dengan panjang gelombang dilakukan dengan cara menetapkan besaran-besaran, jarak fokus ke gelas cell (S_1), jarak gelas cell ke layar (S_2), dan frekuensi gelombang ultrasonik (f). Variabel yang teramati selama pengukuran berlangsung adalah diameter lingkaran (d), Jumlah pola terang gelap (N), dan a didapatkan setelah d dan N diketahui. Melalui variabel-variabel di atas dapat ditentukan panjang gelombang (λ) setelah lebih dulu dimasukkan ke persamaan (1), dan dihitung. Laju rambat gelombang ultrasonik dapat dihitung dengan persamaan (2).



Lintasan cahaya dalam pusat proyeksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengukuran

Pengukuran laju perambatan gelombang ultrasonik dilakukan seperti dalam metodologi di atas memberikan hasil pengukuran rata-rata dari 10 kali pengamatan pola terang gelap untuk tiap-tiap jarak S_1 dan S_2 yang sudah ditentukan untuk mendapatkan data seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Penetapan jarak S_1 dan S_2 , untuk mendapatkan harga panjang gelombang

i	S_1 (cm)	S_2 (cm)	f (kHz)	d mm)	N (buah)
1	46.8	148.4	800	57.1	19
2	47.0	148.3		56.9	
3	47.2	148.0		57.4	
4	47.1	148.2		57.2	
5	46.9	147.9		57.0	

2. Pembahasan

Osilator yang menggunakan kristal pada rangkaiannya dinamakan osilator kristal. Kristal yang digunakan adalah kristal kuarsa, yaitu kristal silikon dioksida, yang bersifat piezoelektrik. Sifat piezoelektrisitas kristal ini bila ditekan antara dua permukaan akan menimbulkan beda tegangan listrik. Sebaliknya jika antara dua permukaan diberi tegangan (beda potensial) listrik terjadilah tekanan mekanis antara kedua permukaan tersebut yang menyebabkan perubahan bentuk pada kristal. Sifat piezoelektrik pada kristal mengakibatkan kristal berperilaku sebagai suatu sistem resonansi.

Penggunaan kristal dalam osilator menjamin kemantapan frekuensi osilasi. Artinya frekuensimempunyai nilai (tunggal) yang tetap. Kelemahan menggunakan kristal ialah frekuensi getar tidak dapat dibuat berubah. Kita hanya bekerja dengan satu nilai frekuensi yang ditetapkan oleh kristal yang digunakan.

Dari pengukuran laju rambat ultrasonik dengan metoda indeks bias, yang menggunakan frekuensi tunggal, sangat ditentukan oleh jenis kristal yang digunakan, sebab getaran yang dihasilkan akan mempengaruhi proses pembentukan terjadinya gelombang tegak dalam air, sebagai akibat dari perubahan indeks bias air yang sebanding dengan perubahan tekanan di

dalamnya ketika terjadi merapat atau merenggangnya medium air disaat bunyi getaran di celupkan. Hal ini sangat bergantung kepada materi (tebal Kristal) dan struktur penyusun (arah bidang pemotongan kristal). Sehingga frekuensi kristal betul-betul tunggal seperti yang diharapkan (Omar A, 1975; Sutrisno 1987).

Di dalam pengukuran pengesetan bangku optik, untuk menentukan jarak S_1 dan S_2 , adalah kendala dalam proses mengamati pola terang gelap. Pengamatan pola terang gelap tidak mudah ditentukan sehingga seringkali tidak dapat diwujudkan. Untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan mengatur posisi lensa 2. Sehingga pola terang gelap dapat dilihat pada layar dengan jelas.

Pencelupan gelombang ultrasonik (dalam hal ini pengaturan posisi) ke dalam medium, hal yang sulit pula dilakukan, karena getaran lain kadang-kadang ikut terdeteksi. Ketepatan pencelupan memudahkan terjadinya proses pembentukan gelombang tegak di dalam medium air di saat cahaya dilewatkan. Terbentuknya gelombang tegak dalam air adalah kunci utama dalam pengukuran (Kane, 1988).

Indek bias bahan lensa yang berubah terhadap panjang gelombang juga mengakibatkan indek bias lensa berubah terhadap panjang gelombang dan temperatur (Halliday, 1990; Omar, 1975), yang akan mempengaruhi indek bias medium air disaat terjadinya perubahan tekanan, akhirnya akan mempengaruhi terbentuknya pola terang gelap yang terjadi pada layar.

Hasil perhitungan rata-rata pada frekuensi itu diperoleh panjang gelombang sebesar $(1,8282 \pm 0,0071)$ mm. Laju rambat ultrasonik dalam air suling pada suhu kamar didapatkan sebesar $(1462 \pm 5,7)$ m/det.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Frekuensi resonansi kristal tergantung kepada kristal yang digunakan. Frekuensi bunyi yang dihasilkan oleh kristal ditentukan oleh tebal kristal, dan arah bidang pemotongan kristal menentukan kekuatan osilasi dan perobahan frekuensi terhadap temperatur.
2. Proses pembentukan gelombang tegak di dalam air bergantung pula pada indek bias bahan lensa, karena indek bias bahan akan mempengaruhi indek bias lensa.

DAFTAR PUSTAKA

Halliday & Resnick, 1990. Fisika jilid 2 edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.

Kinsler LE, 1982. Fundamental of Acoustics. 3rd edition, Jhon Wiley & Sons New York.

Kane & Sterheim, 1988. Fisika edisi ketiga, Jhon Wiley & Sons, Singapore

Omar Ali, 1975. Elemetary Solid state physics. Addison Wesley New York.

Sutrisno, 1987, Elektronika; Teori Dasar dan penerapannya, jilid 2 ITB Bandung.

Pywe, 1980, University Laboratory Experiment Physics vol 2 AG Gotingen, Germany