

Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pembelajaran Fisika: Komputerisasi Eksperimen Bunyi Berbasis *Soundcard Laptop*

Ishafit

Program Studi Pendidikan Fisika
Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Prof. Dr. Soepomo, S.H, Janturan Warungboto
Yogyakarta, 55164
hafit_uad@yahoo.com

Abstrak

Komputerisasi eksperimen tentang bunyi berbasis *soundcard laptop* telah dilakukan. Topik eksperimen terdiri dari pengukuran kelajuan bunyi di udara dengan metode *time of flight*, visualisasi dan pengukuran frekuensi gejala layangan bunyi, pengukuran spektrum frekuensi warna bunyi (*timbre*), dan pengukuran perubahan frekuensi bunyi pada efek Doppler. Perangkat lunak yang digunakan adalah Audacity dan Overtone. Ditinjau dari proses dan hasil eksperimen didapatkan bahwa proses pengukuran serta visualisasi gejala bunyi mudah dilakukan, dan hasil pengukuran memiliki tingkat ketelitian tinggi.

Abstract

Computerization experiments of sound based on laptop soundcard have been carried out. Topics of the experiment consists of measuring speed of sound in air with time of flight methods, visualization and measurement of the frequency of the sound beats phenomenon, measurement of the frequency spectrum of sound color (timbre), and measurement of sound frequency changes on the Doppler effect. The software used in this experiment is Audacity and overtones. Viewing from the experimental results and processes it can be obtained that the measurement processes including visual phenomenon of sounds is easy to do, and the measurement results have a high accuracy.

Keywords: teknologi informasi dan komunikasi, eksperimen bunyi, dan *soundcard laptop*.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah melahirkan perangkat *mobile* seperti komputer *laptop*, yang bobot dan harganya semakin ringan namun memiliki kemampuan menyimpan dan mengolah data relatif besar. *Laptop* juga dilengkapi perangkat multimedia, seperti *soundcard*. Dengan kemampuan dan kelengkapan yang dimilikinya, *laptop* memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai alat bantu pendidikan (*educational aid*) dalam proses belajar mengajar, baik di kelas sebagai media penyaji informasi maupun di laboratorium sebagai alat bantu eksperimental.

Di dalam *soundcard* terdapat *microprocessor*, yang sering disebut *Digital Sound Processor* (DSP). DSP memiliki fungsi mencuplik masukan analog dan mengubahnya menjadi data digital, menghasilkan gelombang suara, dan melakukan dekomposisi spektrum cahaya. Oleh karenanya, *soundcard* memiliki fungsi yang menyerupai fungsi dari sebuah *function generator* dan *oscilloscope*, walaupun terbatas rentang daerah frekuensinya. DSP dirancang untuk rentang frekuensi suara, yaitu antara 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz. DSP bekerja dengan memanfaatkan transformasi fourier, yang mengubah

ungkapan fungsi gelombang dalam domain waktu menjadi ungkapan dalam domain frekuensi^[1].

Dengan prinsip kerja *soundcard* yang bekerja pada kawasan waktu dan frekuensi, maka *soundcard* dapat dikembangkan sebagai *interface* untuk pengukuran waktu dan frekuensi. Dalam makalah ini dibahas topik eksperimen fisika tentang bunyi yang melibatkan pengukuran waktu dan frekuensi. Eksperimen bunyi yang dilakukan meliputi pengukuran kelajuan bunyi di udara dengan metode *time of flight*, visualisasi dan pengukuran frekuensi gejala layangan (*beat*) bunyi, pengukuran spektrum frekuensi warna bunyi (*timbre*), dan pengukuran perubahan frekuensi bunyi pada efek Doppler

2. Metode Eksperimen

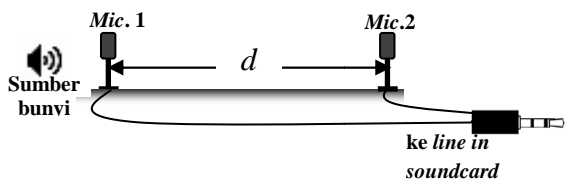
Perangkat yang digunakan dalam eksperimen ini berupa Mini Laptop dengan spesifikasi sebagai berikut: *Processor* Intel(R) Atom(TM) CPU N570 1,66 GHz, *Memory* 1024 MB, *Sound Devices* berupa *speakers* dan *microphone* (*high definition audio device*) dengan *driver* HdAudio.sys, dan sistem operasi Windows 7. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengambilan dan analisis data yaitu Tracker 4.62 (sebagai *software video analysis*)^[2], ; Audacity

1.2.6 (sebagai *software video editing/analysis*)^[3], dan *Overtone Analyzer Free Edition 1.5.2* (sebagai *software Audio Spectrometer*)^[4].

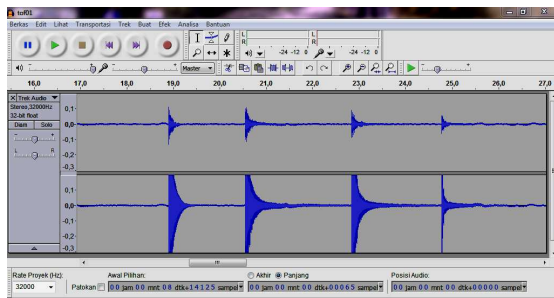
a. Pengukuran Kelajuan Bunyi dengan Metode *Time of Flight* (ToF)

Time of Flight (ToF) pada dasarnya adalah metode pengukuran waktu yang ditempuh oleh objek, partikel, atau gelombang yang bergerak dalam jarak tertentu melalui medium^[5]. Penerapan metode ToF dalam pengukuran kelajuan bunyi diilustrasikan pada gambar 1. Sumber bunyi, mikrofon 1 dan mikrofon 2 diletakkan dalam satu garis lurus. Ketika bunyi merambat, kedua mikrofon akan menangkap bunyi pada waktu yang berbeda. Perbedaan waktu (*t*) tersebut adalah waktu yang diperlukan bunyi untuk menempuh jarak sejauh *d*, sehingga kelajuan bunyi (*v*) di medium dihitung dengan persamaan^[6]:

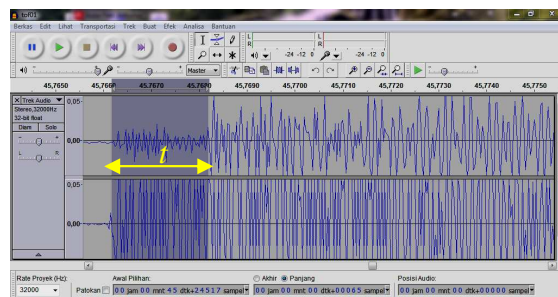
$$v = \frac{d}{t} \tag{1}$$



Gambar 1. Susunan perangkat eksperimen metode *Time of Flight*



Gambar 2. Hasil rekaman bunyi dari kedua mikrofon



Gambar 3. Perbedaan rekaman bunyi dari kedua Mikrofon

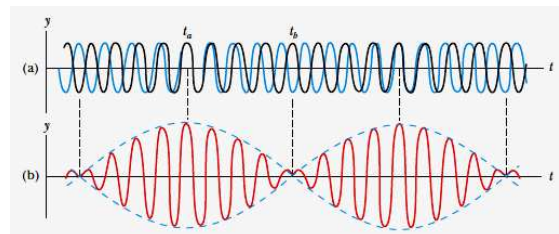
Hasil pengukuran dengan perangkat lunak Audacity sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2. Dengan menggunakan sampling rate 32000, beda waktu antara bunyi yang diterima kedua mikrofon

yang berjarak *d*=70 cm adalah 65 sample atau *t*=0,002031 s (Gambar 3). Dengan demikian, nilai ukur kelajuan bunyi adalah 344,6 m/s.

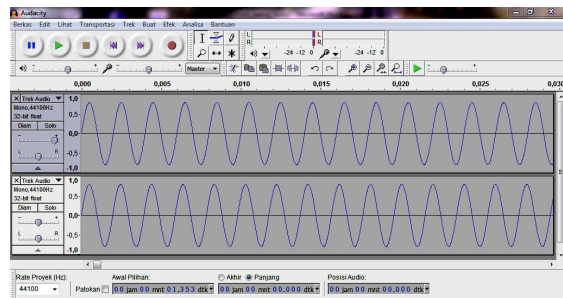
b. Visualiasi dan pengukuran frekuensi gejala layangan (*beat*) bunyi

Gejala layangan (*beat*) adalah gejala interferensi dalam kawasan waktu terjadi jika kedua sumber bunyi memiliki frekuensi hampir sama bergerak dalam arah yang sama. Inteferensi dari keduanya menghasilkan intensitas suara pada posisi tertentu naik dan turun secara bergantian. Perubahan intensitas yang berjarak tertentu dan terdengar teratur ini disebut gejala layangan. Gejala layangan diilustrasikan pada gambar 4. Jika bunyi 1 memiliki frekuensi *f*₁ dan bunyi 2 memiliki frekuensi *f*₂ maka frekuensi layangan *f*_b bunyi adalah^[7]:

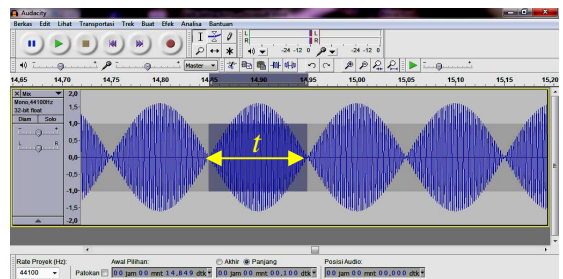
$$f_b = |f_2 - f_1| \tag{2}$$



Gambar 4. Visualisasi gejala layangan^[8]



Gambar 5. Gelombang sinus untuk bunyi 500 Hz dan 510 Hz



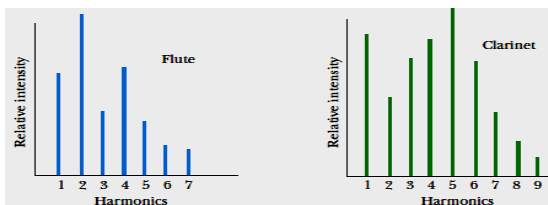
Gambar 6. Layangan dari bunyi dengan frekuensi 500 Hz dan 510 Hz

Pada eksperimen ini, sumber bunyi dibangkitkan dari *suondcard laptop* dengan perangkat lunak Audacity melalui perintah < buat – nada >. Dua bunyi yang dibangkitkan berfrekuensi 500 Hz dan 510 Hz (Gambar 5). Gejala layangan dibuat dengan menginterferensikan kedua bunyi tersebut melalui perintah < trek - mix dan render >, setelah

sebelumnya kedua bunyi dipilih melalui perintah < edit-pilih >. Dari layangan bunyi (Gambar 6) diperoleh frekuensi layangan sebesar 10 Hz.

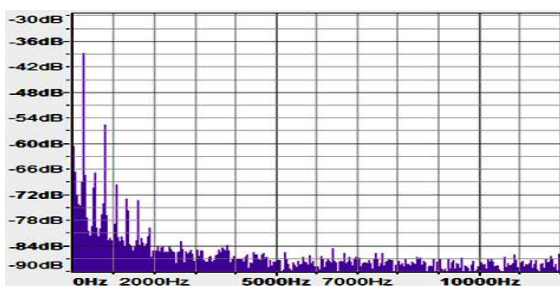
c. Pengukuran spektrum frekuensi warna bunyi (*timbre*)

Karakteristik bunyi yang terdengar dari instrumen musik mengandung tiga aspek yaitu kenyaringan, ketinggian, dan kualitas. Sebagai contoh, piano dan flute yang dimainkan dengan nada yang sama akan menghasilkan bunyi yang berbeda secara keseluruhan. Kualitas bunyi dalam instrumen musik dikenal pula dengan istilah warna bunyi atau *timbre*. Kualitas bunyi tergantung pada adanya nada tambahan. Ketika suatu not dimainkan, nada dasar dan nada tambahan akan ada pada waktu yang sama. Nada dasar memiliki amplitudo yang paling besar [7].

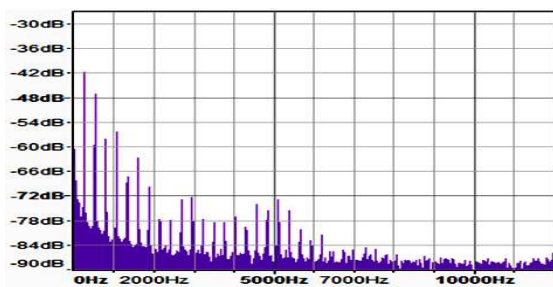


Gambar 7. Warna bunyi dari dua intrumen musik [8]

Dalam eksperimen ini digunakan sumber bunyi dari biola, dengan sampel nada dari salah satu senar. Cara membunyikan senar dilakukan dengan dua cara dipetik dan digesek. Hasil perekaman dan analisis bunyi dengan perangkat lunak Audacity dengan perintah *plot spectrum* disajikan pada gambar 8 dan gambar 9. Kedua cara menghasilkan frekuensi dominan sebesar 255 Hz, namun mengandung komponen frekuensi tambahan yang berbeda.



Gambar 8. Warna bunyi dari senar biola yang dipetik

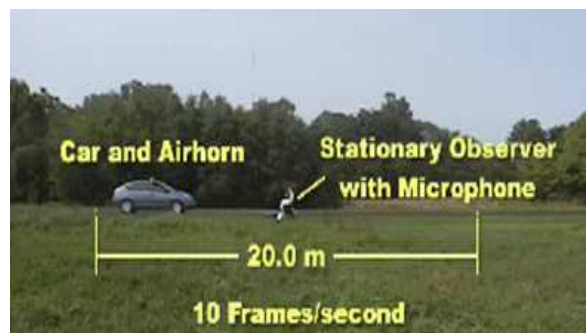


Gambar 9. Warna bunyi dari senar biola yang digesek

d. Pengukuran perubahan frekuensi bunyi pada efek Doppler

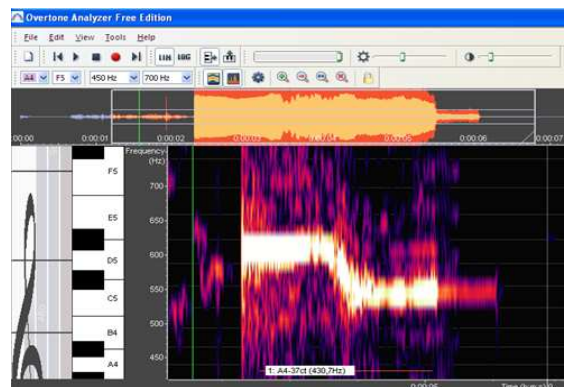
Eksperimen efek Doppler dilakukan untuk kasus sumber dan pendengar terletak pada garis lurus, dengan sumber bergerak menuju pendengar yang diam. Jika bunyi dengan frekuensi f_s dipancarkan dari sumber bunyi yang bergerak lurus dengan kecepatan v_s dan pendengar diam maka dapat ditunjukkan bahwa nilai rasio f_F (frekuensi yang diterima ketika sumber mendekati pendengar) terhadap f_B (frekuensi yang diterima ketika sumber menjauhi pendengar) memenuhi persamaan [9]:

$$\frac{f_F}{f_B} = \frac{v + v_s}{v - v_s} \quad (3)$$



Gambar 10. Model eksperimen efek Doppler [9]

Gejala Doppler yang digunakan adalah rekaman video dari mobil yang membunyikan klakson dan bergerak lurus mendekati dan menjauhi pendengar diam [file Doppler.mov] [9]. Pengukuran frekuensi dilakukan dengan perangkat lunak Overtone, yang menyajikan *spectrogram* frekuensi sebagaimana gambar 10. Dari *spectrogram* tersebut diperoleh nilai ukur $f_F=602,93$ Hz dan $f_B=538,33$ Hz. Sehingga diperoleh nilai eksperimental $f_F/f_B=1,120$.



Gambar 11. Spektrogram gejala Doppler dari Overtone.

Nilai perhitungan teoritis dengan kecepatan sumber 20,58 m/s (hasil analisis *video* terhadap gerakan sumber dengan perangkat lunak *Tracker*) [2] dan kelajuan bunyi 347,56 m/s diperoleh nilai $f_F/f_B=1,126$.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran kelajuan bunyi dengan metode ToF adalah 344,6 m/s, dengan tingkat ketelitian pengukuran waktu mencapai 1,5 %. Visualisasi gejala layangan bunyi dapat ditunjukkan dengan mudah dan hasil pengukuran frekuensinya sesuai dengan nilai teoritisnya. Dua bunyi yang diinterferensikan untuk terjadinya gejala layangan dapat dibangkitkan langsung melalui *soundcard laptop* dengan perangkat lunak Audacity. Pengukuran spektrum frekuensi warna bunyi (*timbre*) dapat ditunjukkan secara visual dan numerik. Hal ini dimungkinkan karena adanya fasilitas analisis transformasi Fourier pada perangkat lunak Audacity. Hasil pengukuran perubahan frekuensi bunyi pada gejala efek Doppler menunjukkan tingkat akurasi yang baik, dengan tingkat penyimpangan hanya 0,5 % terhadap nilai perhitungan teoritisnya. Hasil eksperimen efek Doppler ini dapat dikembangkan sebagai eksperimen verifikasi pada pembelajaran topik bunyi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari komputerisasi eksperimen bunyi berbasis *soundcard laptop* dengan perangkat lunak *audio editing* adalah: (1) proses eksperimen bunyi yang meliputi pengukuran, visualisasi gejala, dan analisis mudah dilakukan dengan hanya berbekal kemampuan dasar mengoperasikan komputer, (2) hasil pengukuran memiliki tingkat akurasi dan presisi tinggi. Untuk keperluan pembelajaran fisika, topik eksperimen bunyi yang telah dilakukan layak dijadikan sebagai bahan ajar.

Ucapan Terimakasih

Sebagai wujud penghormatan dan menjunjung tinggi etika akademik, maka atas selesainya makalah ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada pihak *The LivePhoto Physics Project*, *The Open Source Physics Project*, pengembang *Audacity*, dan *Sygyt Software*, yang telah menyediakan *audio-video free software*.

Daftar Acuan

- [1] R. Hidayat, Eksperimen Gelombang dengan Bantuan PC/Laptop Sound Card, Pelatihan Perancangan Alat Percobaan Fisika, LFD-ITB dan HFI, Bandung (2010), p. 2-3.
- [2] Brown, D, Tracker 1.7.2., *The Open Source Physics Project*, NC (2007), tersedia di <http://www.opensourcephysics.org/index.cfm>
- [3] Audacity 1.2.6. a Free Digital Audio Editor Software, tersedia di: <http://audacity.sourceforge.net/>

- [4] Overtone Analyzer Free Edition Version 1.5.2.2900, Sygyt Software (2010), tersedia di: www.sygyt.com
- [5] Wikipedia, The Free Encyclopedia, tersedia di http://en.wikipedia.org/wiki/Time_of_flight
- [6] Lopes dos Santos, JMB. and Maques, MB, A Time of Flight Methods to Measure the Speed of Sound Using a Stereo Sound Card, *The Physics Teacher* vol. 46 (2008), p. 428-431.
- [7] Giancoli, DC., *Fisika*, Jakarta, Erlangga (1998), p. 425-427.
- [8] Serway, RA. dan Jewett, Jr. JW, *Fisika untuk Sains dan Teknik*, Jakarta, Salemba Teknika (2009), p. 859.
- [9] The LivePhoto Physics Project, Rochester Institute of Technology, 2008, tersedia di <http://livephoto.rit.edu/>