

Rancang Bangun Alat Ukur Koefisien Serapan Akustik

Mitrayana, Fajar Wahid Alim

Lab. Fisika Atom-Inti Jurusan Fisika FMIPA UGM, Yogyakarta, BLS 21 55281

Email: mitrayana@ugm.ac.id

Abstrak – Telah dibangun alat ukur koefisien serapan akustik di Lab. Fisika Atom dan Inti Jurusan Fisika FMIPA UGM. Alat yang dibangun berkerja sebagai tabung impedansi yang menjalarkan gelombang bunyi dari sumber speaker ke bahan uji secara normal sehingga terjadi gelombang berdiri dalam tabung. Besarnya intensitas bunyi yang terbentuk dalam tabung dideteksi menggunakan tiga buah mikrofon, yang masing-masing diletakkan di belakang sampel, di tengah tabung bagian dalam dan ditengah tabung bagian luar. Bahan tabung impedansi yang digunakan adalah pipa PVC. Alat yang dibangun sudah terbukti dapat mengukur koefisien serapan akustik dari empat buah bahan yang berbeda.

Kata kunci: Tabung impedansi, mikrofon

Abstract – The instrument of acoustic absorption coefficient has been built in the Atomic and Nuclear Laboratory of Physics Department of the FMIPA UGM. The instrument was built works as an impedance tube that propagate the sound waves from the speaker to the source test material in normal directions, causing a standing wave in the tube. The magnitude of sound intensity that is formed in the tube was detected using three microphones, each of which is placed behind the sample, in the middle of the inner tube and in the middle of the outer tube. Impedance tube material used is PVC pipe. The instrument was used to measure the acoustic absorption coefficient of four different materials.

Key words: impedance tube, microphone

I. PENDAHULUAN

Dengan semakin maju dan berkembangnya peradaban jaman dan teknologi, kebutuhan ruang untuk kegiatan bersama semakin meningkat. Ruang dengan kualitas akustik yang baik semakin menjadi tuntutan masyarakat guna mendukung suksesnya acara yang diselenggarakan. Kualitas akustik suatu ruang sangat ditentukan oleh beberapa persyaratan akustik, seperti kejelasan suara yang baik, waktu dengung yang sesuai dengan peruntukan ruangan dan tidak terjadi gangguan bising dari luar. Agar dapat memenuhi persyaratan tersebut maka banyak hal yang harus diperhatikan diantaranya perencanaan bentuk dan volume ruangan, kapasitas audience, pelapisan bahan penyerap suara pada permukaan dinding dan langit-langit. Penggunaan bahan-bahan pelapis yang tepat sangat menentukan kualitas akustik dari suatu ruangan. Salah satu data akustik yang sangat diperlukan untuk menentukan pemilihan bahan pelapis adalah nilai koefisien absorpsi suara yang dihasilkan oleh setiap bahan. Oleh karena itu, ilmu dan teknologi ruang akustik menjadi sangat penting keberadaannya.

Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA UGM, sejak Kurikulum Tahun 2006 telah menyelenggarakan Mata Kuliah Pilihan Akustika Modern guna menjawab tantangan mengenai pentingnya ilmu dan teknologi ruang akustik. Dalam kurikulum Tahun 2012 ini Program Studi Fisika bahkan menyelenggarakan Mata Kuliah Eksperimen Akustika Modern. Akan tetapi peralatan yang tersedia masih sangat terbatas.

Dalam beberapa tahun terakhir ini, Lab. Fisika Atom dan Inti juga melayani jasa pengukuran serapan bahan dari

beberapa mahasiswa dari Universitas lain. Oleh karena itu tentu alat yang tersedia yang kebetulan hasil buatan lab sendiri perlu untuk distandarisasi dengan alat ukur yang standar atau dibandingkan dengan metode lain. Hal ini perlu dilakukan untuk menjaga keakuratan hasil eksperimen.

Ada dua prinsip dasar teknik pengukuran koefisien serapan akustik bahan. Teknik pengukuran tersebut didasarkan pada kedatangan bunyi yang sembarang dan kedatangan bunyi yang normal terhadap bidang bahan penyerap. Koefisien serapan dengan teknik kedatangan normal dilambangkan dengan α_n dan koefisien serapan dengan teknik kedatangan sebarang dilambangkan dengan α_r .

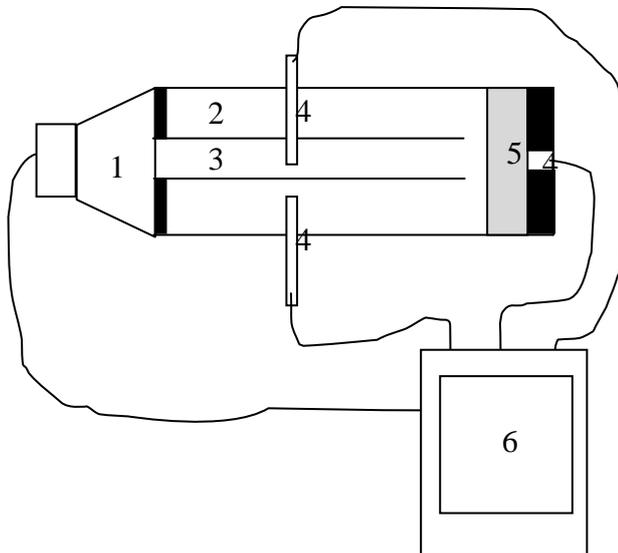
Teknik datang normal berlaku jika diameter tabung penjalar bunyi lebih kecil dari panjang gelombang yang dijalarakan yaitu sekitar $D < 0,59\lambda$ [1]. Teknik gelombang berdiri diungkapkan oleh Cox dan Antonio (2004) untuk mengukur koefisien serapan bahan, dengan syarat panjang tabung lebih dari $\frac{3}{4}\lambda$ [2].

Teknik kedatangan random diungkapkan Cramer dan Muller (1982) untuk mengukur koefisien serapan bahan dengan menggunakan ruang gema [3]. Teknik pengukuran koefisien serapan bunyi berikutnya diungkapkan oleh Cowan (2000) yaitu dengan menggunakan teknik intensitas bunyi yang digunakan [4].

Oleh karena itu, dalam makalah ini akan dipaparkan bagaimana merancang bangun *prototype* alat ukur serapan bahan dengan model yang baru, dalam rangka menambah jumlah alat eksperimen akustika modern bagi mahasiswa

II. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

Rancangan alat ukur koefisien serapan akustik bahan yang akan dibangun ditunjukkan pada gambar (1) di bawah. Rancangan alat ukur seperti ini sering disebut tabung impedans dengan menggunakan tiga buah mikrofon sebagai detektor bunyinya.



Gambar 1. Set-up alat ukur koefisien serapan akustik bahan (tabung impedans) yang akan dibangun di Lab. Fisika Atom dan Inti Jurusan Fisika FMIPA UGM, 1. *Load speaker*, 2. Tabung bagian luar, 3. Tabung bagian dalam, 4. Mikrofon, 5. Bahan sampel yang akan diukur koefisien serapannya, 6. Laptop/PC.

Teknik pengukuran koefisien serapan akustik bahan menggunakan teknik intensitas bunyi. Jika energi bunyi datang adalah E_i , energi bunyi yang diserap bahan adalah E_a , energi bunyi yang dipantulkan adalah E_r dan energi bunyi yang diteruskan adalah E_t , maka menurut hukum kekekalan energi diperoleh:

$$E_i = E_a + E_r + E_t \quad (1)$$

Koefisien serapan akustik bahan dapat didefinisikan sebagai

$$\alpha = \frac{E_i - E_r}{E_i} = \frac{E_a + E_t}{E_i} \quad (2)$$

dengan $E_i - E_r$ adalah energi bunyi didepan bahan dan E_i adalah energi bunyi datang atau ketika sampel ditiadakan.

$$\alpha_n = \frac{W_i - W_r}{W_i} \quad (3)$$

Intensitas bunyi didefinisikan sebagai

$$I = \frac{W}{A} \quad (4)$$

Dengan demikian persamaan (3) dapat dituliskan sebagai

$$\alpha_n = \frac{I_i - I_r}{I_i} = \frac{I_n}{I_i} \quad (5)$$

dengan $I_n = I_i - I_r$ adalah intensitas bunyi didepan bahan akustik, I_i adalah intensitas bunyi datang ketika bahan ditiadakan, dan I_r adalah intensitas bunyi pantulan hasil dari mikrofon yang dipasang di luar tabung bagian dalam.

Data intensitas merupakan konversi dari IL (*intensity level*) dalam satuan dB yang terukur oleh mikrofon ke satuan Watt/m^2 melalui persamaan [6]:

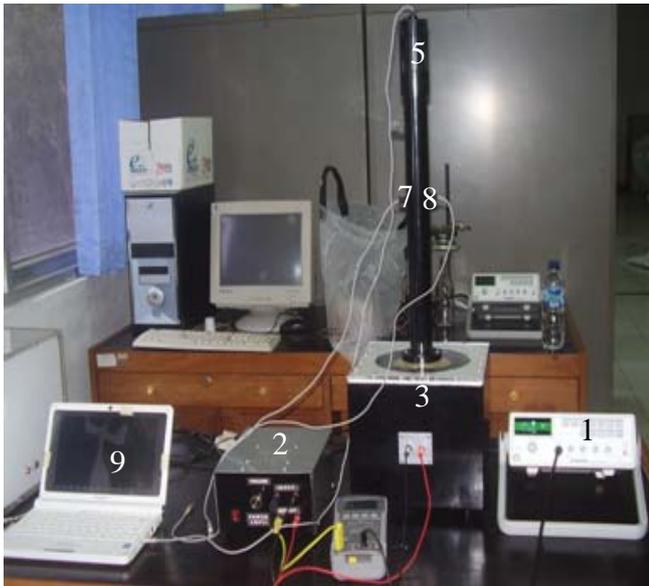
$$I = I_0 10^L \quad (6)$$

Berdasarkan permukaan bahan, daya akustik yang datang (W_i) sebagian akan dipantulkan (W_r), sebagian lagi akan diserap oleh bahan (W_a) dan sebagian lagi akan diteruskan melalui sisi belakang bahan (W_t). Koefisien serapan bunyi yang datang normal terhadap bahan adalah [5].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Rancang Bangun Tabung Impedansi dan Bahan Uji

Gambar 2 di bawah menunjukkan foto *set-up* alat pengukur koefisien serapan akustik bahan. Set-up alat terdiri dari (1) generator fungsi, sebagai pembangkit getaran; (2) Amplifier, untuk memperkuat amplitudo getaran dari generator fungsi sebelum dihubungkan ke box *loud speaker*; (3) box *loud speaker* yang berfungsi sebagai sumber pembangkit gelombang bunyi; (4) tabung impedansi, sebagai tabung penjalaran gelombang bunyi dan tempat pembangkit gelombang berdiri; (5) tabung tempat sampel uji, (6) mikrofon di belakang sampel uji, (7) mikrofon di tengah tabung bagian dalam, (8) mikrofon di tengah tabung bagian luar, (9) Laptop, sebagai penyimpan data dari mikrofon, dengan menggunakan soft ware gratis Visual Analyzer 2011



Gambar 2. Foto set-up alat pengukur koefisien serapan akustik bahan.

Penggunaan tiga buah mikrofon dalam tabung impedansi dimaksudkan untuk pengukuran intensitas transmisi dan refleksi gelombang bunyi oleh cuplikan bahan secara paralel. Data-data tersebut digunakan untuk menghitung koefisien serapan seperti pada pers. (5). Software yang digunakan untuk akuisisi data adalah visual analyzer 2011, sedangkan untuk pengolahan data digunakan software origin 7,5.

Gambar 3 di bawah menunjukkan foto bagian dalam tabung impedansi yang tersusun dari dua buah pipa PVC dengan diameter berbeda yaitu bagian dalam berdiameter 26 mm dengan panjang 460 mm dan bagian luar berdiameter 42 mm dengan panjang 500 mm. Dua buah mikrofon diletakkan di bagian tengah kedua pipa untuk mendeteksi gelombang datang dan gelombang pantul dari sampel.



Gambar 3. Foto bagian dalam tabung impedansi yang

tersusun dari dua pipa PVC dengan diameter berbeda.

Gambar 4 di bawah menunjukkan foto tabung pipa untuk peletakkan sampel atau bahan yang akan diukur koefisien serapannya. Ukuran bahan yang dapat diletakkan pada pipa tersebut adalah berdiameter 38 mm dan tebal 18 mm. Di atas tabung tersebut disediakan tempat peletakkan mikrofon untuk mendeteksi sinyal akustik yang ditransmisikan.



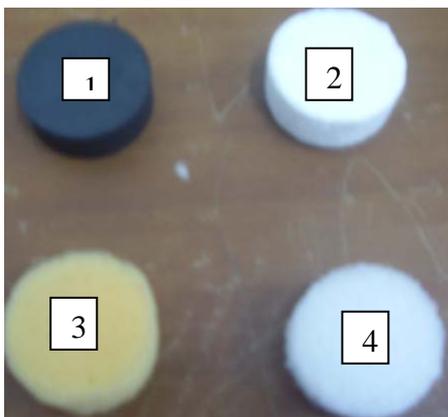
Gambar 4. Pipa PVC untuk peletakkan sampel.

Gambar 5 menunjukkan foto box tempat diletakkannya load speaker sebagai sumber bunyi setelah sebelumnya disambungkan ke generator fungsi dan penguat sebagai sumber getarannya. Load speaker yang digunakan memiliki daya maksimum sebesar 200 Watt dengan hambatan dalam 6 Ω .



Gambar 5. Foto box tempat load speaker sebagai sumber pembangkit gelombang bunyi

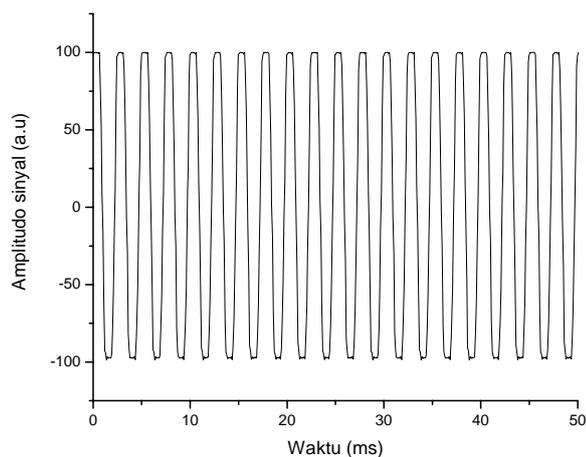
Gambar 6 di bawah menunjukkan empat buah sampel yang akan diukur koefisien serapan bunyinya. Jenis sampel yang akan digunakan adalah (1) karet, (2) styrofoam, (3) busa dan (4) styrofoam plastik.



Gambar 6. Foto empat buah bahan uji, yaitu (1) karet, (2) styrofoam, (3) busa dan (4) styrofoam plastik.

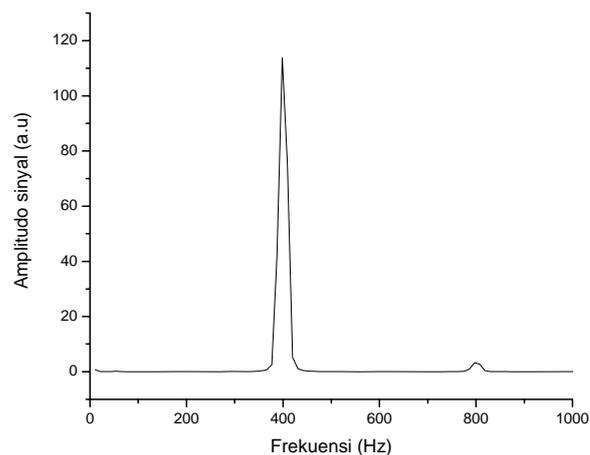
3.2 Karakteristik Tabung Impedansi

Gambar 7 di bawah menunjukkan bentuk grafik gelombang sinus dari generator fungsi yang diset pada frekuensi 400 Hz. Hasil gelombang yang ditampilkan berasal dari mikrofon sebelah atas tabung bagian dalam. Dari gambar terlihat bentuk grafik sinus yang tidak mulus, hal ini menunjukkan adanya gangguan derau dari luar.



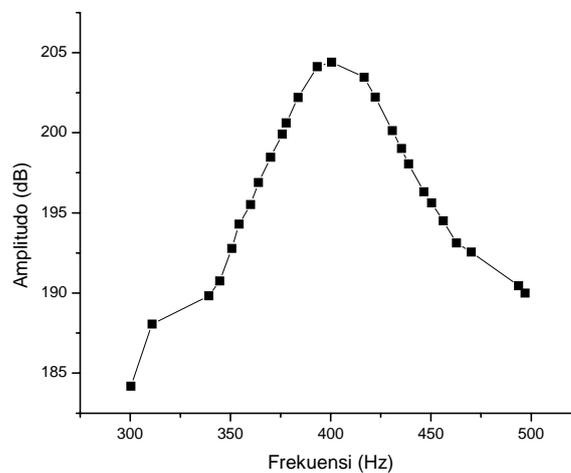
Gambar 7. Bentuk gelombang sinus pada frekuensi 400 Hz dari resonator bagian dalam tabung impedansi.

Gambar 8 menunjukkan bentuk spektrum transformasi Fourier dari grafik pada gambar 7 di atas. Dari grafik nampak jelas bahwa sumber bunyi hanya berasal dari satu frekuensi yaitu pada frekuensi pembangkit 400 Hz. Walaupun nampak ada frekuensi noise yaitu pada 500 Hz, yang itu menunjukkan ketidak sempurnaan grafik gelombang sinus di gambar 7.



Gambar 8. Bentuk spektrum transformasi Fourier dari gambar di atas untuk frekuensi generator fungsi sebesar 400 Hz.

Gambar 9 menunjukkan grafik frekuensi resonansi yaitu sekitar frekuensi 400 Hz dari pipa bagian dalam pada tabung impedansi. Frekuensi 400 Hz merupakan frekuensi resonansi dasar dari tabung tersebut. Dari bentuk frekuensi resonansi yang diperoleh nampak kurang sempurna tabung yang dibangun. Diperkirakan masih banyak kebocoran, terutama dari sambungan ke load speaker dan dari sambungan mikrofon itu sendiri.



Gambar 9. Frekuensi resonansi pertama tabung impedansi dari pipa bagian dalam.

3.3 Aplikasi Alat untuk Pengukuran Koefisien Serapan Bahan

Tabel 1 di bawah menunjukkan hasil ukur koefisien serapan bahan untuk empat buah jenis bahan uji yaitu (1) karet, (2) Styrofoam, (3) Busa dan (4) Styrofoam plastik.

Nampak dari tabel tersebut, koefisien serapan bahan sangat bergantung pada frekuensi gelombang bunyi yang digunakan.

Tabel 1. Hasil ukur koefisien serapan untuk empat buah bahan uji pada tiga macam frekuensi

No.	Bahan	Koefisien Serapan (α)		
		400 Hz	800 Hz	1500 Hz
1	Karet	0,90	0,77	0,73
2	Steroform	0,90	0,76	0,63
3	Busa	0,89	0,89	0,96
4	Steroform plastic	0,90	0,77	0,75

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan:

1. Alat ukur koefisien serapan akustik bahan sudah dapat diwujudkan
2. Alat ukur sudah terbukti dapat digunakan untuk mengukur koefisien serapan empat buah bahan yang berbeda dan menghasilkan besar koefisien serapan akustik bahan yang berbeda pula

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan trimakasih kepada LPPM UGM untuk Grand Kolaborasi Dosen Mahasiswa 2012, dan Kepada Jurusan Fisika FMIPA UGM, atas dukungan dana seminarnya.

PUSTAKA

- [1] Maekawa, Z and Lord. P (1994). *Environmental and Architectural Acoustics*. E & FN SPON. London. pp 11-12.
- [2] Cox, T.J. and D'Antonio, P. (2004). *Acoustic Absorbers and Diffusers*. SPON Press. Taylor & Francis Group. pp 129-131.
- [3] Cremer, L and Muller, H.A. (1982). *Principles and Application of Room Acoustics*. Vol. 1. Applied Science Publishers London. pp 139-141.
- [4] Cowan, J. (2000). *Architectural Acoustics – Design Guide*. Mc Graw Hill. New York. pp. 23-25.
- [5] Lai, J.C.S and Burgess, M. (1991). *Application of Sound Intensity Technique to Measure of Field Sound Transmission Loss*. Applied Acoustic. Vol34. pp77-87
- [6] Kinsler, L.E., Frey, A.R., Coppens, A.B. and Sanders, J.V. (2000), *Fundamental of Acoustic*, 4-th, Ed. John Wiley & Sons, Inc. pp 130.