

Pengaruh Variasi Jenis Bahan Terhadap Pengurangan Taraf Intensitas Bunyi

Dala Novika Sandi, Dwiria Wahyuni*, Nurhasanah, Muliadi, Hasanuddin, Mega Nurhanisa
Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 22 Desember 2022

Direvisi: 21 Maret 2023

Diterima: 24 Maret 2023

Kata kunci:

Bahan akustik

Bahan gabungan

Efisiensi

Frekuensi

Taraf intensitas bunyi

Keywords:

Acoustic material

Sound intensity level

Frequency

Efficiency

Composite material

Penulis Korespondensi:

Dwiria Wahyuni

Email:

dwiriawahyuni@physics.untan.ac.id

ABSTRAK

Bahan akustik seperti karpet plastik, papan gipsium, *styrofoam*, dan tripleks dapat digunakan untuk mengurangi intensitas bunyi. Namun demikian, penelitian yang ada umumnya difokuskan pada penelitian bahan tunggal. Pada penelitian ini, akan dicari ketebalan optimum dari masing-masing bahan berdasarkan efisiensinya dalam mengurangi taraf intensitas bunyi. Selain itu akan diuji pula efisiensi variasi jenis bahan terhadap pengurangan taraf intensitas bunyi. Pada penelitian ini, digunakan tabung resonator dalam melakukan pengukuran. Bahan akustik yang dijadikan bahan uji, baik bahan tunggal maupun bahan gabungan, dapat diletakkan pada tabung resonator. Jarak antara sumber bunyi dan detektor adalah 30 cm, dengan posisi detektor tepat berada di belakang bahan akustik. Pengujian pada bahan tunggal menunjukkan bahwa taraf intensitas bunyi terukur berkurang sebanding dengan ketebalan bahan akustik, dengan *styrofoam* memiliki efisiensi terendah. Sementara itu, bahan gabungan yang mengombinasikan bahan karpet plastik pada frekuensi 2000 Hz memiliki nilai efisiensi yang cenderung lebih tinggi dibandingkan kombinasi bahan tanpa karpet, dengan persentase efisiensi >30%. Namun, pada frekuensi 1500 Hz, seluruh bahan gabungan memiliki nilai efisiensi yang tidak berbeda secara signifikan. Seluruh model kombinasi bahan terbukti mampu menurunkan taraf intensitas bunyi dibandingkan bahan tunggal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa bahan gabungan memiliki potensi sebagai bahan akustik yang efisien.

Acoustic materials such as plastic carpet, gypsum board, styrofoam and plywood can be used to reduce sound intensity. Nevertheless, the existing research has generally focused on the study of single material. In this research, the optimum thickness of each material will be determined based on its efficiency in reducing sound intensity levels. In addition, the efficiency of different combinations of materials in reducing sound intensity levels will also be tested. In this study, a resonator tube is used to conduct measurements. The acoustic materials used as test materials, both single and combined materials, can be placed inside the resonator tube. The distance between the sound source and the detector is 30 cm, with the detector positioned directly behind the acoustic material. Testing of single materials showed that the measured sound intensity levels decreased proportionally with the thickness of the acoustic material, with styrofoam having the lowest efficiency. Meanwhile, combined materials that combine plastic carpet material at a frequency of 2000 Hz have a tendency to have higher efficiency values compared to combinations without carpet, with efficiency percentages >30%. However, at a frequency of 1500 Hz, all combined materials have similar efficiency values. All combined material models have been proven to reduce sound intensity levels compared to single materials. Therefore, it can be concluded that combined materials have the potential to be efficient acoustic materials.

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

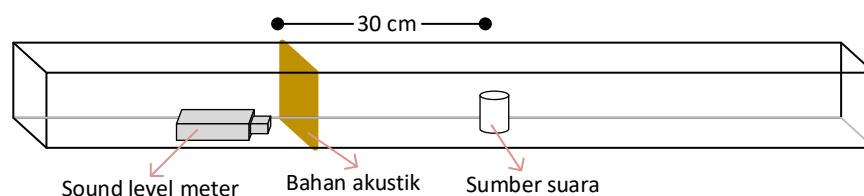
Kemajuan zaman modern ditunjukkan dengan semakin meningkatnya aktivitas manusia seperti pembangunan infrastruktur, penggunaan alat transportasi dan sarana informasi untuk menunjang perekonomian masyarakat. Namun, aktivitas-aktivitas tersebut dapat menimbulkan polusi, salah satunya polusi bunyi (kebisingan). Kebisingan dapat memberikan pengaruh buruk terhadap pendengar dan lingkungan di sekitarnya, terutama tempat khusus seperti sekolah dan rumah sakit (Pangemanan, et al., 2012). Bunyi yang masuk dalam kategori bising memiliki nilai batas ambang taraf intensitas sebesar 85 dB untuk lama paparan selama 8 jam/hari (Mufidhin dan Wulandari, 2014).

Kebisingan dapat diatasi dengan menggunakan bahan akustik karena dapat mengurangi intensitas bunyi terukur (Fatkhurrohman dan Supriyadi, 2013). Bahan akustik dapat dibuat dari tumbuhan seperti eceng gondok, ampas tebu, dan pelepah pisang (Munir dan Dzulkiflih, 2015), serta serat tanaman lidah mertua (Nisa', 2018). Meskipun efisien dalam mengurangi intensitas bunyi (Hidayah et al., 2021), biomaterial ini tidak dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama akibat kemungkinan proses pembusukan. Bahan lain yang dapat digunakan sebagai peredam adalah bahan sintesis seperti *glasswool* (Mufidhin dan Wulandari, 2014) dan *rockwool*, (Fachrul, et al., 2011). Akan tetapi, bahan sintesis seperti *glasswool* dapat menyebabkan gangguan pernapasan pada manusia dan cukup mahal untuk produksinya (Munir dan Dzulkiflih, 2015). Karpet plastik, papan gipsium, *styrofoam*, dan tripleks merupakan material yang mudah didapat dengan harga terjangkau. Karpet plastik merupakan bahan yang sering digunakan sebagai pelapis dinding akustik. Tripleks dipilih sebagai bahan akustik karena ketebalan yang bisa dipilih antara 3 dan 18 mm (Kho, 2014). Penggunaan papan gipsium sebagai material akustik mampu menurunkan taraf intensitas bunyi sebesar 17 dB hingga 18 dB pada frekuensi 600 Hz, sedangkan tripleks mampu menurunkan taraf intensitas bunyi sebesar 21 dB pada frekuensi 1.000 Hz (Fatkhurrohman dan Supriyadi, 2013). Sementara itu, penggunaan *styrofoam* pada ruang genset memberikan pengaruh terhadap kebisingan karena dapat menurunkan kebisingan sebesar 5,91 dB (Haisah dan Sari, 2018).

Nilai intensitas bunyi yang berkurang jika detektor bunyi diletakkan di belakang bahan akustik dipengaruhi oleh jenis (Amanda et al., 2016) dan ukuran bahan (ketebalan) bahan akustik yang digunakan (Katherina, et al., 2016). Namun demikian, penelitian mengenai efisiensi karpet plastik, papan gipsium, *styrofoam*, dan tripleks dalam mengurangi intensitas bunyi pada umumnya merupakan penelitian yang menggunakan bahan tunggal. Pada penelitian ini, efisiensi masing-masing bahan tersebut akan diteliti dengan memvariasikan ketebalannya untuk memperoleh ketebalan optimum dalam mengurangi taraf intensitas bunyi. Selain itu akan diuji pula efisiensi variasi jenis bahan terhadap pengurangan taraf intensitas bunyi. Optimasi variasi ini diperlukan untuk memperoleh komposisi terbaik dari bahan akustik dalam mengurangi taraf intensitas bunyi.

II. METODE

Pengukuran intensitas bunyi dilakukan pada ruang resonator kaca berukuran $(108 \times 10 \times 10) \text{ cm}^3$. Ruang resonator ini dapat disisipi bahan akustik. Pada penelitian ini bahan akustik yang digunakan adalah karpet plastik, papan gipsium, *styrofoam*, dan tripleks. Sumber bunyi diletakkan pada jarak 30 cm di depan bahan akustik. Detektor bunyi berupa *sound level meter* berada tepat di belakang bahan akustik yang menjadi bahan uji. Ruang resonator ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Ruang resonator berukuran $(108 \times 10 \times 10) \text{ cm}^3$

Pengukuran taraf intensitas awal TI_0 dilakukan untuk mengetahui nilai taraf intensitas bunyi sebelum diberikan bahan akustik. Pengukuran dilakukan sebanyak enam kali selama 60 detik pada jarak 30 cm dengan menggunakan frekuensi 1500 Hz dan 2000 Hz. Perlakuan yang sama diberikan pada saat bahan akustik dipasang dalam ruang resonator. Dengan demikian, nilai taraf intensitas yang disajikan

dalam tulisan ini adalah nilai rata-rata. Taraf intensitas yang terukur setelah pemberian bahan akustik dicatat sebagai TI . Pengukuran pertama dilakukan dengan memvariasikan ketebalan masing-masing bahan akustik untuk memperoleh ketebalan optimum berdasarkan nilai efisiensi bahan yang dihitung dengan menggunakan Persamaan (1). Variasi ketebalan bahan akustik yang digunakan adalah 3 cm, 3,25 cm, 3,5 cm, 3,75 cm, 4 cm, 4,33 cm, 4,68 cm, dan 5 cm. Ketebalan dimulai dari 3 cm untuk mengakomodasi ketebalan minimal tripleks (Kho, 2014). Frekuensi yang digunakan pada pengujian bahan tunggal adalah 1500 Hz.

$$Efisiensi = \frac{TI_0 - TI}{TI_0} \times 100\% \quad (1)$$

Pengukuran kedua dilakukan dengan menggunakan bahan dengan ketebalan optimum dari masing-masing bahan akustik. Selanjutnya bahan-bahan ini dikombinasikan untuk kemudian dilakukan pengujian efisiensi serapan bahan gabungan dengan jarak sumber bunyi 30 cm pada dua frekuensi yaitu 1500 Hz dan 2000 Hz. Nilai efisiensi pengurangan taraf intensitas bunyi pada bahan gabungan dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengurangan Taraf Intensitas Bunyi oleh Bahan Tunggal

Pengambilan data dilakukan di dalam ruang resonator untuk meminimalkan pengaruh bunyi luar yang dapat mengganggu pengukuran. Pengukuran taraf intensitas bunyi pada bahan tunggal menggunakan frekuensi 1500 Hz. Pemilihan frekuensi ini berdasarkan data pendahuluan yang menunjukkan bahwa taraf intensitas bunyi terukur tanpa bahan akustik yang melebihi nilai batas ambang paparan kebisingan bagi pekerja selama 8 jam yang diperbolehkan yaitu 85 dB adalah pada frekuensi 1500 Hz. Taraf intensitas awal yaitu TI_0 pada frekuensi 1500 Hz adalah 88,4 dB. Nilai taraf intensitas bunyi terukur untuk karpet plastik, papan gipsium, *styrofoam*, dan tripleks disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai taraf intensitas bunyi terukur di belakang bahan akustik

Ketebalan (cm)	Taraf intensitas bunyi (dB)			
	Karpet plastik	Gipsium	<i>Styrofoam</i>	Tripleks
3,00	70,6	71,4	79,6	70,9
3,25	70,1	70,4	78,8	70,0
3,50	70,0	69,8	78,1	69,3
3,75	69,3	70,2	77,6	69,1
4,00	69,0	69,9	76,9	69,2
4,33	69,2	69,4	76,2	69,1
4,68	69,1	70,0	75,1	68,9
5,00	69,2	69,3	74,3	68,7

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa ketebalan bahan mempengaruhi nilai taraf intensitas bunyi terukur. Semakin tebal bahan, taraf intensitas bunyi yang terukur cenderung menurun kecuali pada karpet plastik. Kecenderungan ini terlihat jelas dengan membandingkan data per sentimeter (3, 4, dan 5 cm). Hal ini sejalan dengan pengukuran intensitas bunyi pada *styrofoam* yang berkurang seiring bertambahnya ketebalan bahan pada frekuensi tetap (Rohman et al., 2022). Sementara itu, pada karpet plastik tidak memiliki perubahan taraf intensitas bunyi yang signifikan karena tidak berpori. Bahan tripleks mengurangi intensitas bunyi lebih besar dibandingkan bahan lainnya pada frekuensi yang sama. Hal ini terjadi karena tripleks memiliki struktur berlapis dengan pola yang berseberangan. Akibatnya, bunyi yang datang akan terpecah dan terpantul ke berbagai arah sehingga terjadi redaman bunyi. Oleh karena itu, semakin tebal tripleks, maka semakin banyak lapisan kayu yang berperan dalam mengurangi taraf intensitas bunyi. Pengurangan intensitas terkecil adalah pada *styrofoam* yang bisa jadi diakibatkan massa jenisnya yang kecil sehingga porositasnya besar (Febrita dan Elvaswer, 2015). Selain itu, kolom bagian *styrofoam* menarik karena TI berkurang dengan ketebalan bahan (d). Hal ini karena sesuai dengan persamaan peluruhan (*decay*) eksponensial yaitu

$$I = I_0 e^{-kd} \quad (2)$$

dengan k adalah konstanta peluruhan. Oleh karenanya, jika data untuk *styrofoam* diplot ke dalam grafik ketebalan bahan (d) terhadap TI , maka akan diperoleh grafik linier menurun.

Untuk memilih ketebalan optimum dari tiap bahan, ditetapkan nilai taraf intensitas minimal yang menjadi standar acuan. Hal ini dibutuhkan karena pada ketebalan minimal yang dipilih sudah dapat mengurangi intensitas bunyi di bawah 85 dB. Pada penelitian ini dipilih standar baku kebisingan untuk kawasan rekreasi dan perdagangan yaitu 70 dB. Oleh karenanya, ketebalan optimum yang akan digunakan untuk komposisi bahan gabungan adalah 3,75 cm untuk karpet plastik, 3,5 cm untuk gipsum, 5 cm untuk *styrofoam*, dan 3,5 cm untuk tripleks. Efisiensi pengurangan intensitas bunyi untuk bahan tunggal pada ketebalan optimum adalah 21,61%, 21,04%, 15,95%, dan 21,61% masing-masing untuk karpet plastik, papan gipsum, *styrofoam*, dan tripleks.

3.2 Efisiensi Pengurangan Taraf Intensitas Bunyi oleh Bahan Gabungan

Variasi komposisi bahan gabungan terdiri atas 10 komposisi dengan jenis bahan dan urutan bahan terhadap sumber suara disajikan pada Tabel 2. Pada pengujian bahan gabungan ini diberikan dua perlakuan frekuensi yaitu 1500 Hz dan 2000 Hz dengan nilai taraf intensitas awal masing-masing adalah sebesar 88,4 dB dan 106,9 dB. Taraf intensitas bunyi TI tidak berhubungan langsung dengan frekuensi, namun kita bisa meninjau secara fisis bahwa $TI = \log(I)$, dengan I adalah intensitas bunyi. Intensitas berbanding lurus dengan daya gelombang bunyi (P) per satuan luas (A), dan daya sebanding dengan kuadrat dari frekuensi bunyi (f^2). Pada pengukuran tanpa bahan akustik sebagai penghalang dan komponen luas adalah tetap, maka ketika frekuensi ditingkatkan akan terjadi pula kenaikan nilai TI .

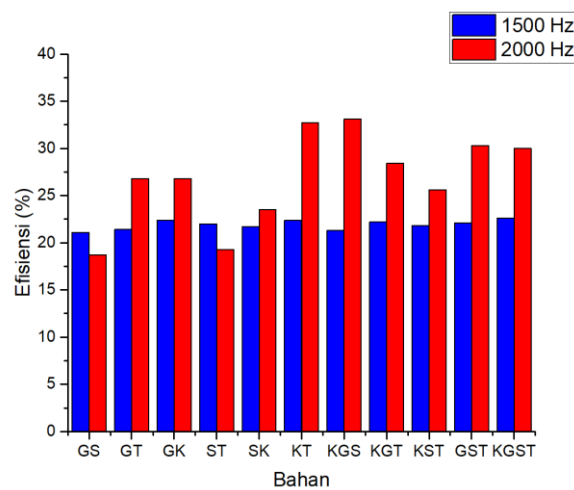
Tabel 2 Komposisi bahan gabungan yang digunakan dalam pengujian

Jumlah jenis bahan	Komposisi	Kode
2	Gipsum + <i>Styrofoam</i>	GS
	Gipsum + Tripleks	GT
	Gipsum + Karpet plastik	GK
	<i>Styrofoam</i> + Tripleks	ST
	<i>Styrofoam</i> + Karpet plastik	SK
	Karpet plastik + Tripleks	KT
3	Karpet plastik + Gipsum + <i>Styrofoam</i>	KGS
	Karpet plastik + Gipsum + Tripleks	KGT
	Karpet plastik + <i>Styrofoam</i> + Tripleks	KST
	Gipsum + <i>Styrofoam</i> + Tripleks	GST
4	Karpet plastik + Gipsum + <i>Styrofoam</i> + Tripleks	KGST

Gambar 2 merupakan hasil pengukuran menggunakan bahan gabungan. Pada frekuensi 1500 Hz diketahui bahwa bahan KGST memiliki nilai efisiensi tertinggi sebesar 22,6%, sedangkan bahan GS memiliki nilai efisiensi terendah yaitu sebesar 21,1%. Hal yang menarik adalah bahwa meskipun *styrofoam* bisa mengurangi intensitas bunyi saat diperlakukan sebagai bahan tunggal (15,95%), efisiensinya selalu meningkat saat digabungkan dengan bahan lain. Hal ini karena bahan yang lain lebih padat dan berstruktur kompleks (gipsum dan tripleks) sehingga lebih mampu meredam suara dan membantu peran *styrofoam*. Hal ini menunjukkan bahwa ada potensi menggunakan *styrofoam* dan bahan lainnya untuk mengurangi intensitas bunyi dalam bentuk material akustik kombinasi. Jika dibandingkan, pada 2 bahan yang salah satunya adalah *styrofoam* yaitu GS, SK, ST memiliki efisiensi yang hampir sama (~21 dB). Hal ini sejalan dengan hasil pada pengukuran bahan tunggal sebelumnya. Di sisi lain, gabungan 3 dan 4 bahan juga tidak memiliki perbedaan efisiensi yang signifikan meskipun dapat dilihat bahwa ada kenaikan daripada efisiensi bahan tunggal, dengan 4 bahan (KGST) memiliki efisiensi tertinggi.

Pada pengukuran ini, fenomena yang berbeda terjadi pada frekuensi 2000 Hz. Nilai efisiensi tertinggi adalah bahan KGS yaitu sebesar 33,1%, sedangkan efisiensi terendah adalah pada GS yaitu sebesar 18,7%. Hal yang menarik adalah pada gabungan 2 bahan yang memiliki *styrofoam* sebagai salah satu komponennya, yaitu GS, SK, ST, selalu memiliki efisiensi terendah. *Styrofoam* memiliki puncak kemampuan penyerapan pada rendah hingga menengah (Sabbagh dan Elkhateeb, 2019). Pada frekuensi tinggi, *styrofoam* tidak begitu efektif dalam meredam bunyi karena ukurannya yang relatif besar dibandingkan panjang gelombang bunyi pada frekuensi tinggi tersebut sehingga mempengaruhi taraf intensitas yang terukur. Akan tetapi, bahan dengan komponen karpet plastik memiliki efisiensi yang lebih besar dibandingkan kombinasi bahan lain baik pada gabungan 2 bahan maupun 3 bahan. Pada

penelitian ini, efisiensi untuk bahan KGST juga termasuk pada kelompok yang tinggi (>30%) karena merupakan gabungan dari seluruh bahan akustik tunggal yang masing-masing memiliki kemampuan dalam mengurangi taraf intensitas bunyi.



Gambar 2 Efisiensi bahan gabungan pada frekuensi 1500 Hz dan 2000 Hz

IV. KESIMPULAN

Taraf intensitas bunyi dapat dikurangi dengan menggunakan bahan akustik. Pengujian pada bahan tunggal menunjukkan bahwa bahan akustik yaitu karpet plastik, papan gipsium, styrofoam, dan tripleks yang diletakkan sebelum detektor mampu mengurangi taraf intensitas bunyi terukur. Semakin tebal bahan yang digunakan, semakin besar pula taraf intensitas bunyi yang direduksi. Efisiensi pengurangan intensitas bunyi untuk bahan tunggal pada ketebalan optimum ($TI < 70$ dB) adalah 21,61%, 21,04%, 15,95%, dan 21,61% masing-masing untuk karpet plastik, papan gipsium, styrofoam, dan tripleks.

Sementara itu, penggunaan bahan gabungan mampu menurunkan taraf intensitas bunyi. Bahan gabungan yang mengombinasikan bahan karpet plastik memiliki nilai efisiensi yang cenderung lebih tinggi dibandingkan kombinasi bahan tanpa karpet pada frekuensi 2000 Hz. Namun, pada frekuensi 1500 Hz, bahan gabungan memiliki efisiensi yang nilainya tidak berbeda secara signifikan. Seluruh model kombinasi bahan terbukti mampu menurunkan taraf intensitas bunyi dibandingkan bahan tunggal. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa bahan gabungan memiliki potensi sebagai bahan akustik yang efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, U.L., Nurhasanah, Wahyuni, D., 2016. Rancang Bangun Kotak Peredam Generator Set (Genset) dengan Beberapa Variabel Bahan dalam Skala Rumah Tangga. Prism. Fis. IV, 73–79.
- Fachrul, M.F., Yulyanto, W.E., Merya, A., 2011. Desain Penyusunan Peredam Kebisingan Menggunakan Plywood, Busa, Tray Dan Sabut Pada Sumber Statis. MAKARA Technol. Ser. 15, 63–67. <https://doi.org/10.7454/mst.v15i1.858>
- Fatkhurrohman, M.A., Supriyadi, supriyadi, 2013. Tingkat Redam Bunyi Suatu Bahan (Triplek, Gypsum Dan Styrofoam). J. Fis. 3, 138–143.
- Febrita, V., Elvaswer, E., 2015. Penentuan koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari serat alam eceng gondok dengan metode tabung. J. Ilmu Fis. 7, 45–49.
- Haisah, S., Sari Zulfiana Indah, 2018. Efektifitas Material Akustik Pengendali Kebisingan pada Ruang Genset di Pusat Perbelanjaan di Gorontalo. JST (Jurnal Sains Ter. 4, 116–121. <https://doi.org/10.32487/jst.v4i2.515>
- Hidayah, N.Y., Rimantho, D., Sundari, A.S., Herzanita, A., 2021. Analisis Uji Kemampuan Komposit Berbahan Dasar Limbah Dalam Fungsi Penyerapan Suara. JPM (Jurnal Mater. dan Proses Manufaktur) 5, 18–24. <https://doi.org/10.18196/jmpm.v5i1.12140>

- Katherina, A., Sudarno, Sutrisno, E., 2016. Perancangan pengendalian bising dengan pemasangan rock wool pada ruang pegawai di dipo lokomotif Semarang poncol. *Tek. Lingkungan*. 5, 1–14.
- Kho, W.K., 2014. Studi Material Bangunan Yang Berpengaruh Pada Akustik Interior 12, 57–64. <https://doi.org/10.9744/interior.12.2.57-64>
- Mufidhin, W., Wulandari, D., 2014. Pengaruh Jenis Bahan Peredam Silincer Terhadap Tingkat Kebisingan Dan Tekanan Udara Pada Mesin Blow Cleaning Di Pt. Albea Rigit Packaging Indonesia. *Tek. mesin* 03, 236–243.
- Muhammad Munir dan Dzulkiflih, 2015. Pemanfaatan Fluk Pada Styrofoam Sebagai Bahan Dasar Peredam Suara Dengan Metode Tabung Impedansi. *Inov. Fis. Indones.* 04, 41–47.
- Nisa', U., 2018. Pembuatan Komposit Material Peredam Akustik Berbahan Dasar Dari Serat Sabut Kelapa, Pelelah Pisang, Lidah Mertuua dan Epoxy Resin. *Pendidik. Fis. Fak. Sains Dan Teknol. Univ. Islam Negeri Walisongo Semarang*.
- Pangemanan, D.H.C., Engka, J.N.A., Kalesaran, A.F.C., 2012. Pengaruh Pajanan Bising Terhadap Pendengaran Dan Tekanan Darah Pada Pekerja Game Center Di Kota Manado. *Biomedik* 4, 133–140.
- Rohman, A.S., Yulianto, A., Nurbaiti, U., 2022. Aplikasi Styrofoam Sebagai Absorpsi Bunyi. *J. Teor. dan Apl. Fis.* 10, 1–10. <https://doi.org/10.23960/jtaf.v10i1.2817>
- Sabbagh, M., Elkhateeb, A., 2019. Sound Absorption Characteristics of Polyurethane and Polystyrene Foams as Inexpensive Acoustic Treatments. *Acoust. Aust.* 47, 285–304. <https://doi.org/10.1007/s40857-019-00168-z>