

PENGARUH ORIENTASI SERAT TERHADAP REDAMAN SUARA KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT PINANG

Putri Pratiwi

Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Mesin
Institut Teknologi Padang
Email: pratiwi009@gmail.com

Hendriwan Fahmi

Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Mesin
Institut Teknologi Padang
Email: hendriwan.basyaruddin@gmail.com

Fiko Saputra

Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Mesin
Institut Teknologi Padang
Email: fiko.saputra@yahoo.com

ABSTRAK

Komposit menjadi salah satu material teknik yang banyak diteliti beberapa tahun belakang ini karena memiliki sifat fisis, mekanik dan termal yang baik sehingga sangat banyak diaplikasikan di bidang industri. Selain itu, komposit juga diketahui berpeluang untuk digunakan sebagai material penyerap bunyi. Hal ini menjadikan komposit sebagai material yang berdaya-guna optimal baik dari segi fisis, mekanik, termal ataupun akustik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh orientasi serat pada sifat akustik (serapan bunyi) komposit serat pinang. Pada penelitian ini, serat pinang digunakan sebagai *filler* dari komposit bermatrik *resin epoxy*. Fraksi volume antara serat pinang dan *resin epoxy* adalah 60 %:40 %. Sebelum dibuat menjadi papan komposit, orientasi serat divariasikan dengan orientasi 0°-0°, 0°-45°, 0°-90° dan acak. Pengukuran koefisien absorpsi suara dilakukan dengan menggunakan Tabung Impedansi (*Impedance Tube*). Hasil penelitian menyatakan koefisien serapan bunyi optimum diperoleh pada orientasi serat 0°-90° dengan $\alpha = 0,98$ pada frekuensi 1500 Hz. Hal ini menunjukkan bahwa komposit serat pinang mampu menyerap bunyi dengan baik, sesuai dengan standar ISO 11654:1997.

Kata kunci: komposit, serat kulit pinang, sifat akustik, koefisien serap bunyi, orientasi.

ABSTRACT

Composites have attracted many researcher attention over the past few years due to their fascinating physical, mechanical, and thermal properties for various industrial applications. In addition, there is a chance to use this material in the acoustic application as sound absorption materials. This makes the composite as an optimally functional material in terms of physical, mechanical, thermal or acoustic properties. This research was performed to determine the character of acoustic properties (sound absorption coefficient) in a various orientation of betelnut fiber. In this study, betel nut is used as a filler of composites and epoxy resin as a matrix. We used four variations of orientation such as 0°-0°, 0°-45°, 0°-90° and random orientation at the composition between betelnut fiber and volume fraction of epoxy is 60 %:40 %. The sound absorption coefficient of composites was studied using impedance tube method. The results showed that 0°-90° orientation of betelnut fiber would give the optimum sound absorption coefficient $\alpha = 0,98$ at a frequency of 1500 Hz. It is shown that betelnut fiber composite can be used as sound absorption materials, based on ISO standard 11654:199.

Keywords: composite, betelnut fiber, acoustic properties, sound absorption coefficients, orientation.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi, kebisingan atau polusi suara menjadi salah satu hal yang tak bisa dihindari. Masalah polusi suara ini sangat mengganggu di lingkungan pemukiman, perkantoran, pendidikan dan lingkungan lainnya yang berada disekitar kita. Untuk jangka panjang permasalahan ini sangat berdampak buruk bagi kesehatan manusia. Untuk mengatasi permasalahan ini diperlukan suatu material yang dapat berfungsi sebagai peredam suara tersebut. Material ini dapat dipasang pada ruangan perkantoran, perumahan, gedung pendidikan, ruangan permesinan dengan

produksi polusi suara yang sangat besar, bahkan material ini juga dapat diaplikasi pada kendaraan sehingga kebisingan di jalan raya dapat direduksi dengan baik.

Jenis bahan yang banyak digunakan untuk mereduksi suara adalah bahan berpori, resonator dan panel [1]. Glasswool dan rockwool adalah bahan komersil yang banyak digunakan sebagai peredam suara. Glasswool disusun dari material kaca dan gabus sementara rockwool tersusun atas material bebatuan dan gabus. Kedua bahan ini sangat rentan terhadap erosi, sehingga dapat mengganggu kesehatan karena serbuk hasil erosi dapat terhirup ataupun masuk ke pori-pori kulit. Selain masalah kesehatan, material ini juga dikenal cukup mahal. Hal inilah yang menjadi alasan utama peneliti untuk menemukan material baru yang dapat menggantikan material ini. Materi baru ini diharapkan dapat berfungsi optimal dan berharga murah.

Serat alam menjadi pilihan terbaik untuk dikembangkan menjadi bahan baku pembuatan material peredam suara [2]. Serat alam yang bisa dimanfaatkan diantaranya: jerami, sabut kelapa, pelepah pisang, bambu, serat nenas, serat pinang, dll. Serat alam ini dapat dimanfaatkan sebagai filler pada material komposit. Penelitian untuk mengkaji kemampuan penyerapan suara pada komposit alam ini telah banyak dilakukan. Khuriati dkk mengkaji mengenai "Penyerapan Gelombang Bunyi oleh Peredam Suara Berbahan Dasar Material Penyusun Sabut Kelapa" dan menyimpulkan bahwa sabut kelapa memenuhi persyaratan untuk peredam suara sesuai ISO 11654, yaitu dengan koefisien serap bunyi (α) di atas 0,15 [3]. Selain itu, Setyanto dkk menyatakan bahwa komposit panel serap bunyi berbahan dasar limbah kertas dan serabut kelapa memiliki koefisien serap bunyi sebesar 0,25 pada frekuensi acuan (500Hz) dan telah memenuhi standar minimal koefisien serap bunyi berdasar ISO 11654:1997 [4].

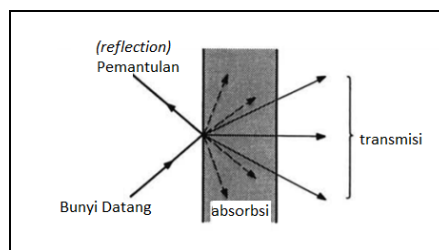
Serat pinang (*Areca catechu L.*) merupakan salah satu bahan yang tersedia melimpah di alam. Serat pinang merupakan salah satu material serat alam (natural fiber) alternatif dalam pembuatan komposit yang secara ilmiah pemanfaatannya masih dikembangkan. Pinang merupakan tanaman famili *Arecaceae* yang dapat mencapai tinggi 15-20 m dengan batang tegak lurus bergaris tengah 15 cm. Komposisi kimia utama dari serat kulit pinang adalah alfa selulosa sekitar 53,20%, hemi selulosa 32,98%, lignin 7,20% dan 4,81% bahan lain. Pemilihan serat pinang sebagai filler pada komposit serat alam banyak digunakan. Pengukuran serapan bunyi oleh komposit serat pinang juga pernah dilakukan oleh fatimah dkk. Dari hasil pengujian diperoleh kesimpulan bahwa papan komposit serat kulit pinang dapat menyerap bunyi. Nilai koefisien serap rata-rata papan komposit yang diperoleh berturut-turut adalah 0,11; 0,06; 0,05 dan 0,06 untuk fraksi perekat 10%, 15%, 20% dan 25%. Hal ini sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh ISO 10534-2:1998 (GB/T 18696.2-2002) bahwa suatu material dikategorikan sebagai dapat menyerap bunyi jika memiliki koefisien serap bunyi lebih besar dari 0,05 [5].

Beranjak dari penelitian ini penulis merasa perlu untuk mengembangkan potensi penggunaan serat pinang ini pada komposit serat alam. Diharapkan berbagai perlakuan dapat diberikan untuk meningkatkan kemampuan penyerapan suara dari komposit serat pinang ini. Pada studi awal penelitian ini penulis mencoba menganalisis pengaruh orientasi serat pada kemampuan serapan suara komposit ini. Pada saat suara/bunyi datang pada sebuah material, secara umum akan terjadi tiga peristiwa yaitu pemantulan (*reflection*), penyerapan (*absorbition*) dan transmisi bunyi (*transmission*), seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1. Kemampuan serapan suara dinyatakan dalam sebuah angka yang besarnya berkisar dari 0 sampai 1, dikenal sebagai koefisien absorpsi bunyi (α). Jika koefisien absorpsi bunyi bernilai 0 artinya tidak ada bunyi yang diserap sedangkan jika koefisien absorpsi bunyi bernilai 1 artinya bunyi yang datang diserap sempurna oleh bahan, apabila nilai koefisien absorpsi bunyi tinggi maka material tersebut semakin baik digunakan sebagai penyerap di bidang akustik. Nilai α ditentukan dengan menggunakan metode tabung impedansi. Dengan metode ini didapatkan amplitudo tekanan maksimum (A+B) dan amplitudo tekanan minimum (A-B). Dengan membandingkan nilai amplitudo tekanan maksimum dengan amplitudo tekanan minimum didapatkan rasio gelombang tegak (*standing wave ratio / SWR*). Secara matematis nilai rasio gelombang tegak dapat dinyatakan pada Persamaan 1.

$$SWR = \frac{A+B}{A-B} \quad (1)$$

Koefisien Absorpsi bunyi (α) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2 [6].

$$\alpha = 1 - \left[\frac{SWR-1}{SWR+1} \right]^2 \quad (2)$$



Gambar 1. Proses Pematulan (*Reflection*), Penyerapan (*Absorbtion*) Dan Transmisi (*Transmission*) Bunyi [7]

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 *Perlakuan Awal Serat*

Penelitian diawali dengan pengambilan serat pinang. Pengambilan dilakukan dengan cara memisahkan kulit dari isinya menggunakan pisau dan obeng. Pemisahan kulit dari isi pinang dapat langsung dilakukan, sementara pemisahan serat dan kulit harus didahului proses pengeringan terlebih dahulu. Selanjutnya dilakukan proses Alkalisasi (*alkali treatment*) dengan cara direndam dalam larutan alkali yaitu NaOH 30% selama 30 menit. Pengeringan Serat pinang yang telah direndam kemudian dibersihkan dengan air dan dikeringkan. Pengeringan dilakukan pada udara terbuka. Selanjutnya, penggulangan serat dilakukan agar serat pinang dapat dengan mudah disusun sesuai orientasi yang diinginkan. Terakhir penyiapan *resin*, setelah perendaman dalam larutan NaOH selesai, selanjutnya disiapkan *resin* yang akan digunakan untuk matriks komposit ini, *resin* yang digunakan adalah *resin epoxy*.

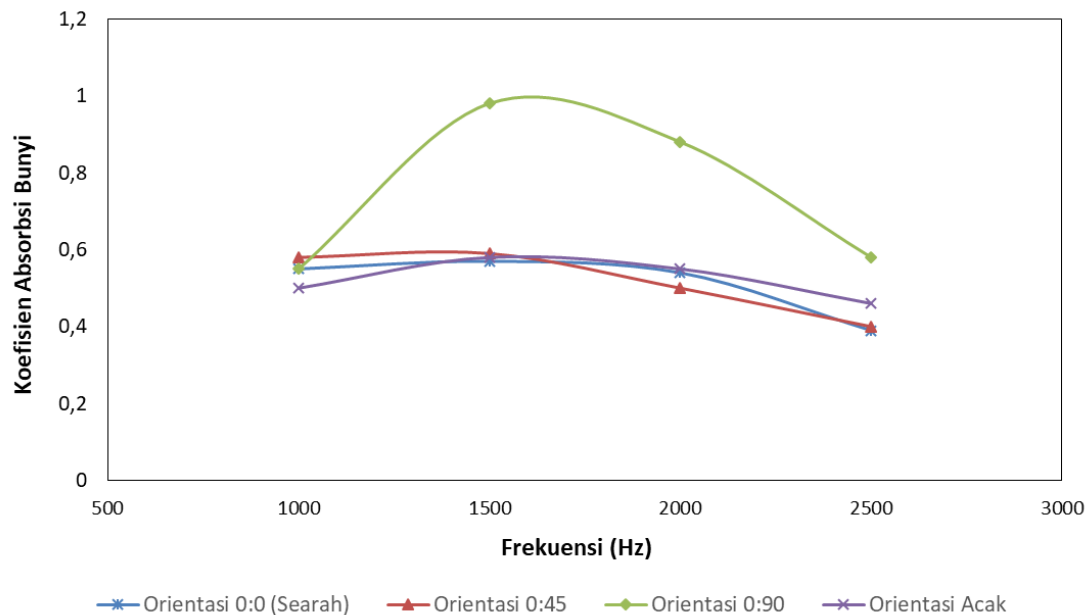
2.2 *Pembuatan Spesimen*

Setelah perendaman dalam larutan NaOH, penggulangan serat dan penyiapan *resin* selesai, tahap selanjutnya melakukan pembentukan spesimen, serat yang telah digulung disusun membentuk dua lapisan, orientasi serat dalam hal ini adalah 0° - 0° , 0° - 45° , 0° - 90° dan acak, pembuatan papan komposit dimulai dengan menyiapkan cetakan yang berbentuk tabung dengan diameter 8,1 cm dan tinggi 1 cm. Cetakan kemudian diberi *wax* diseluruh permukaannya. Pemberian *wax* ini bertujuan agar komposit tidak menempel jika dikeluarkan dari cetakan. Kemudian serat pinang diposisikan dalam cetakan yang telah diberi *wax*. Campurkan *resin epoxy* dan *hardener* kedalam gelas ukur dengan perbandingan 1:1 sampai merata dan tuangkan ke dalam cetakan yang berisi serat pinang hingga penuh. Fraksi volume untuk komposit ini adalah 40% *resin* dan 60% serat pinang. Tutup cetakan dengan penutupnya lalu diberi beban tekan dengan pemberat. Setelah spesimen selesai dibuat maka lakukan pengujian akustik (serapan bunyi) yang ada pada Laboratorium Material Jurusan Fisika Universitas Andalas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Pengaruh Orientasi Serat Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi*

Hasil pengujian sampel komposit serat pinang dengan fraksi volume 40% *resin* dan 60% serat pinang dan variasi orientasi serat 0° - 0° , 0° - 45° , 0° - 90° dan acak ditunjukkan dalam bentuk grafik hubungan antara koefisien penyerapan bunyi dan frekuensi seperti pada gambar 1.



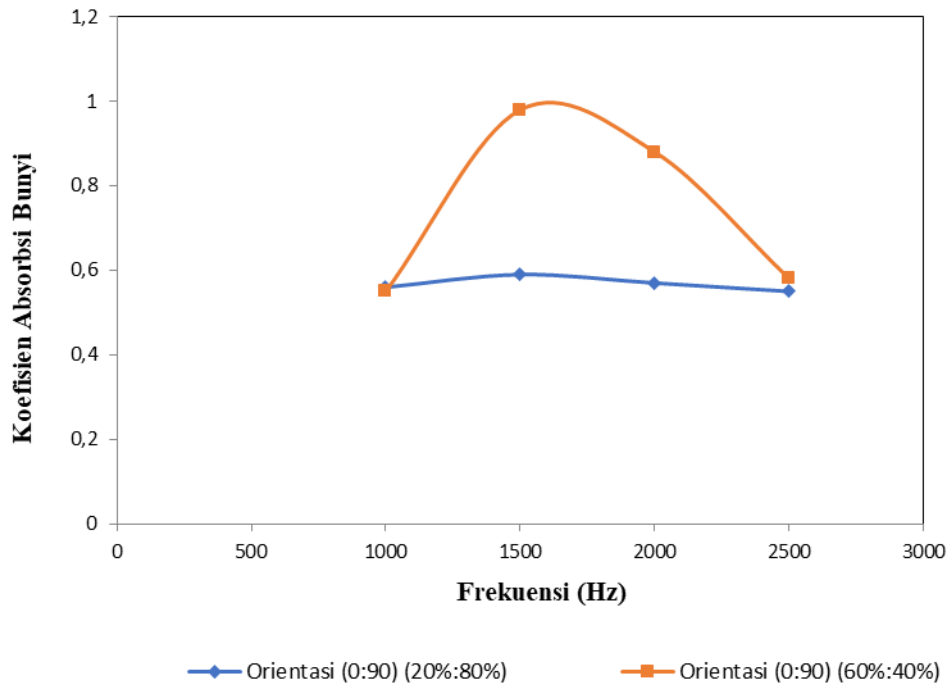
Gambar 2. Grafik Hubungan Koefisien Absorpsi Terhadap Frekuensi Dengan Fraksi Volume 40% Resin Dan 60% Serat

Grafik diatas memperlihatkan nilai koefisien absorpsi bunyi dari tiap-tiap spesimen komposit serat pinang. Nilai koefisien absorpsi bunyi memperlihatkan nilai yang berbeda-beda setiap spesimennya. Nilai koefisien absorpsi bunyi rata-rata berturut-turut, yaitu 0,55; 0,57, 0,54 dan 0,39 pada orientasi 0° - 0° dengan frekuensi 1000, 1500, 2000 Hz dan 2500 Hz; 0,58; 0,59, 0,50 dan 0,40 pada orientasi 0° - 45° dengan frekuensi 1000, 1500, 2000 Hz dan 2500 Hz; 0,55; 0,98; 0,88 dan 0,58 pada orientasi 0° - 90° dengan frekuensi 1000, 1500, 2000 Hz dan 2500 Hz; dan 0,50; 0,58; 0,55 dan 0,46 pada orientasi Acak dengan frekuensi 1000, 1500, 2000 Hz dan 2500 Hz.

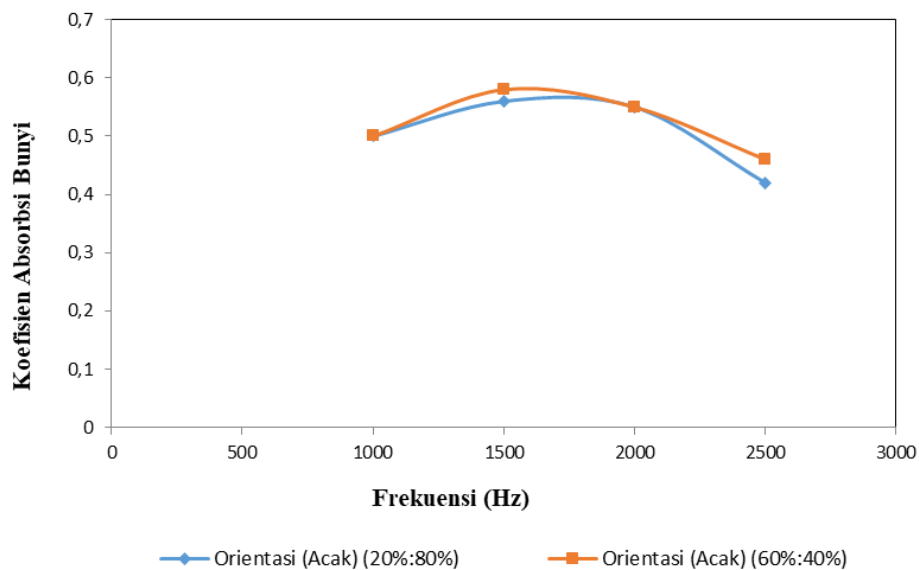
Berdasarkan gambar 1 diketahui nilai rata-rata koefisien absorpsi bunyi tertinggi 0,98 pada frekuensi 1500 Hz untuk komposit serat pinang dengan orientasi 0° - 90° dan nilai rata-rata koefisien absorpsi bunyi terendah 0,39 pada frekuensi 2500 Hz untuk komposit serat pinang dengan orientasi 0° - 0° , namun nilai ini masih diatas batas minimum syarat bahan dapat digunakan sebagai peredam suara menurut ISO 11654. Nilai rata-rata koefisien absorpsi bunyi yang didapatkan untuk komposit serat pinang dengan orientasi 0° - 90° cukup besar. Hal ini mengindikasikan bahwa orientasi ini cukup ideal digunakan untuk pembentukan material akustik. Pada saat digunakan orientasi ini diperkirakan komposit menghasilkan porositas yang banyak dan terdistribusi merata keseluruhan bagian spesimen komposit. Syarat yang harus dimiliki material peredam suara yang baik adalah porositas. Keberadaan porositas menyebabkan suara yang datang dan mengenai permukaan spesimen akan diserap dengan baik. Penyerapan energi bunyi oleh material berarti perubahan energi bunyi menjadi energi kinetik dan energi kalor. Energi kalor terbentuk karena adanya gesekan antar molekul saat bergetar [6].

3.2 Pengaruh Jumlah Fraksi Volume Serat Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi

Untuk membuktikan bahwa orientasi 0° - 90° merupakan orientasi ideal, pembuatan dan pengujian spesimen dengan fraksi volume 80% resin dan 20% serat pinang dan variasi orientasi serat 0° - 90° dan acak juga dilakukan. Hasil pengujian sampel komposit serat pinang dengan fraksi volume 40% resin dan 60% serat pinang dan variasi orientasi serat 0° - 90° dan acak serta sampel komposit serat pinang dengan fraksi volume 80% resin dan 20% serat pinang dan variasi orientasi serat 0° - 90° dan acak ditunjukkan dalam bentuk grafik hubungan antara koefisien penyerapan bunyi dan frekuensi seperti pada gambar 2.



Gambar 3. Hubungan Fraksi Volume Dengan Koefisien Absorpsi Bunyi Dengan Orientasi 0° - 90°



Gambar 4. Hubungan Fraksi Volume Dengan Koefisien Absorpsi Bunyi Dengan Orientasi Acak

Gambar 4 diatas memperlihatkan nilai koefisien absorpsi bunyi rata-rata berturut-turut, yaitu 0,55; 0,98; 0,88 dan 0,58 pada fraksi volume 60% serat dan 40% resin dengan frekuensi 1000, 1500, 2000 Hz dan 2500 Hz dan 0,56; 0,59; 0,57 dan 0,55 pada fraksi volume 20% serat dan 80% resin dengan frekuensi 1000, 1500, 2000 Hz dan 2500 Hz untuk orientasi 0°-90°. Gambar 3 memperlihatkan nilai koefisien absorpsi bunyi rata-rata berturut-turut, yaitu 0,50; 0,58; 0,55 dan 0,46 pada fraksi volume 60% serat dan 40% resin dengan frekuensi 1000, 1500, 2000 Hz dan 2500 Hz dan 0,50; 0,56; 0,55 dan 0,42 pada fraksi volume 20% serat dan 80% resin dengan frekuensi 1000, 1500, 2000 Hz dan 2500 Hz untuk orientasi Acak.

Pada gambar 2 dan 3 memperlihatkan hubungan penambahan jumlah resin terhadap nilai koefisien absorpsi bunyi. Dari gambar terlihat bahwa penambahan volume resin atau pengurangan volume serat menyebabkan nilai koefisien absorpsi berkurang. Hal ini terjadi karena jumlah serat mempengaruhi terbentuknya porositas pada komposit. Semakin banyak resin yang digunakan maka kerapatan material akan semakin besar. Nilai kerapatan material komposit dengan fraksi volume 20% serat dan 80% resin

dan fraksi volume 60% serat dan 40% resin untuk orientasi 0°-90° dan acak dapat dilihat pada tabel 1. Komposit dengan fraksi volume 20% serat dan 80% resin memiliki nilai kerapatan lebih besar dibandingkan komposit dengan fraksi volume 60% serat dan 40% resin. Penurunan nilai kerapatan pada material komposit dengan fraksi volume 60% serat dan 40% resin diakibatkan banyaknya terbentuk porositas pada material tersebut. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, porositas sangat mempengaruhi kemampuan penyerapan suara sebuah material. Meningkatnya jumlah porositas ini menyebabkan meningkatnya nilai koefisien absorpsi bunyi karena suara yang datang dan mengenai permukaan spesimen akan diserap dengan baik. Berdasarkan gambar 2 dan 3 diketahui nilai rata-rata koefisien absorpsi bunyi tertinggi untuk dua jenis fraksi volume ini terjadi pada komposit dengan orientasi 0°-90°. Nilai koefisien absorpsi bunyi rata-rata untuk orientasi 0°-90° yaitu 0,98 pada fraksi volume 60% serat dan 40% resin dan 0,56 pada fraksi volume 20% serat dan 80% resin. Sehingga dapat disimpulkan bahwa walaupun fraksi volume diubah, orientasi ideal yang baik untuk digunakan tetap 0°-90°.

Tabel 1. Kerapatan material komposit

<i>Sampel</i>	<i>Massa (g)</i>	<i>Diameter (mm)</i>	<i>Tebal (mm)</i>	<i>Volume (mm³)</i>	<i>Massa Jenis (g/mm³)</i>	<i>Massa Jenis (g/cm³)</i>
0-90 (60% : 40%)	64.88	80.45	11.950	60714.113602	0.001061	1.061
Acak (60% : 40%)	60.78	77.90	12.150	57878.977478	0.001019	1.019
0-90 (20% : 80%)	60.30	79.50	11.350	56311.847438	0.001071	1.071
Acak (20% : 80%)	55.76	78.05	11.150	53320.024332	0.001077	1.077

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap komposit serat pinang dengan variasi orientasi 0° - 0°, 0° - 45°, 0° - 90° dan acak diketahui bahwa orientasi yang paling baik digunakan sebagai bahan peredam bunyi adalah orientasi 0° - 90°. Nilai tertinggi koefisien absorpsi bunyi yang paling tinggi yaitu 0.98 didapatkan pada saat orientasi 0° - 90°, fraksi volume 60% serat dan 40% resin. Pada fraksi volume 20% serat dan 80% resin juga menyatakan bahwa orientasi 0° - 90° menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan orientasi jenis lainnya. Namun penambahan jumlah resin menyebabkan nilai koefisien absorpsi menjadi lebih kecil karena kerapatannya menjadi lebih besar sehingga porositas berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Lee and C. Joo, "Sound absorption properties of recycled polyester fibrous assembly absorbers," *AUTEX Research Journal*, vol. 3, pp. 78-84, 2003.
- [2] E. Jayamani, S. Hamdan, M. R. Rahman, and M. K. B. Bakri, "Investigation of fiber surface treatment on mechanical, acoustical and thermal properties of betelnut fiber polyester composites," *Procedia Engineering*, vol. 97, pp. 545-554, 2014.
- [3] R. H. Setyanto, "Pengaruh Faktor Jenis Kertas, Kerapatan dan Persentase Perekat Terhadap Kekuatan Bending Komposit Panel Serap Bunyi Berbahan Dasar Limbah Kertas dan Serabut Kelapa," *Jurnal Performa* vol. 10 No. 2, pp. 89 - 94, 2011.
- [4] A. Wicaksono, "Karakterisasi Kekuatan Bending Berpenguat Kombinasi Serat kenaf acak dan Anyam.," Jurusan Teknik Mesin, UNS, Semarang, 2006.
- [5] Fatimah and Widayani, "Pemanfaatan Limbah Kulit Pinang (*Areca catechu L.*) sebagai *Filler* Papan Komposit Penyerap Bunyi " *Prosiding SKF Fisika 2015*, 2015.
- [6] Doelle, E.L., *Akustik Lingkungan*, Jakarta: Erlangga, 1986.
- [7] Rujigrok GJJ., *Elemen of Aviation Acoustics*. Delft:Delft University Press, 1993.