

# Pengaruh Panjang Serat terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Suara dan Sifat Mekanik Komposit Serat Ampas Tebu dengan Matriks Gypsum

Stefanus Laga Suban, Moh. Farid

Jurusan Teknik Material & Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail : [mofaredo@gmail.com](mailto:mofaredo@gmail.com)

**Abstrak**— Penelitian ini dilakukan untuk membuat material komposit gipsum berpenguat serat alam untuk bahan penyerap suara. Permasalahan yang dikaji adalah untuk mengetahui hubungan panjang serat pada komposit ampas tebu bermatriks gipsum terhadap nilai koefisien absorpsi suara ( $\alpha$ ), kekuatan tekan, dan kekuatan lenturnya. Panjang serat yang digunakan adalah 10mm, 30mm, dan 50mm dengan fraksi volum 30% serat : 70% gipsum. Tujuannya untuk mendapatkan hubungan nilai koefisien absorpsi suara, kuat lentur, dan kuat tekan dengan panjang serat yang diberikan serta aplikasinya dalam material bahan penyerap suara yang memenuhi standar ISO 11654. Metode pembuatan spesimen komposit yang digunakan adalah hand lay up. Metode pengujian berdasarkan standart ASTM E1050 untuk pengujian koefisien absorpsi suara, ASTM D790 untuk pengujian kuat lentur, dan ASTM D695 untuk pengujian kuat tekan. Dari hasil pengujian didapatkan nilai koefisien absorpsi suara memenuhi standar ISO 11654 dengan nilai koefisien  $\alpha$  lebih besar dari 0,15. Nilai kuat lentur terbaik ialah pada panjang serat 30mm sebesar 1,952 MPa. Nilai kuat tekan terbaik ialah pada panjang serat 50mm sebesar 2,005 MPa.

**Kata Kunci**— gipsum, koefisien absorpsi, serat ampas tebu, sifat mekanik.

## I. PENDAHULUAN

Kebisingan yang ditimbulkan di perkantoran, perumahan dan perindustrian menjadi hal yang mendapat sorotan pada beberapa penelitian. Pengaruh kebisingan terhadap kesehatan ialah dapat menyebabkan kerusakan pada indera pendengaran, tekanan darah meningkat dan gangguan stress. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi kebisingan tersebut yaitu dengan cara pembuatan penyerap suara. Adapun jenis bahan penyerap suara yang telah ada yaitu bahan berpori, resonator dan panel. Dari ketiga jenis bahan tersebut, bahan berporilah yang sering dipakai untuk mengurangi kebisingan pada ruang yang sempit. Hal ini karena bahan berpori relatif lebih murah dan ringan dibanding jenis penyerap suara lainnya. [1]

Material penyerap suara ada berbagai macam, salah satunya ialah dibuat dari penggabungan material yang sering dikenal sebagai komposit. Komposit pada umumnya terdiri

dari dua unsur, yaitu serat sebagai pengisi (*filler*) dan bahan pengikat serat yang disebut *matrik*.

Serat merupakan bagian utama dalam hal menahan beban, oleh karena itu komposit sangat kuat dan kaku bila diberi beban yang searah dengan alur serat. Bahan serat diklasifikasikan menjadi serat alami dan serat sintesis, dalam penelitian ini dikembangkan penggunaan serat alam. Penelitian sebelumnya mengenai serat alam, Koizumi[2] telah mengembangkan serat bambu sebagai bahan penyerap suara. Dari hasil penelitiannya itu didapatkan penyerap suara yang mutunya bisa sebagus *glasswool*. Jika melihat di sekeliling kita, banyak benda-benda yang tampak kurang berguna, tetapi ada kemungkinan benda tersebut dapat dimanfaatkan sebagai penyerap suara.

Serat alam yang digunakan pada penelitian ini ialah serat ampas tebu. Serat ampas tebu (*bagasse*) merupakan limbah organik yang banyak dihasilkan di pabrik-pabrik pengolahan gula tebu di Indonesia. Serat ini memiliki beberapa keunggulan yakni nilai ekonomis yang cukup tinggi, mudah didapat, murah, tidak membahayakan kesehatan, dapat terdegradasi secara alami (*biodegradability*) sehingga nantinya dengan pemanfaatan sebagai serat penguat komposit mampu mengatasi permasalahan lingkungan akibat limbah ampas tebu[3].

Bahan matriks biasanya dipilih dari bahan yang ulet agar mampu meneruskan tegangan geser yang diterima. Namun pada penelitian ini dikembangkan komposit berserat dengan matrik yang relatif bersifat getas seperti keramik yaitu gipsum.

Gipsum ( $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), adalah senyawa kimia tersusun dari unsur kalsium, gugus sulfat dan air. Gipsum memiliki sifat tidak berat dan tahan api, dengan massa jenis  $2,32 \text{ g/cm}^3$ . Pemakaian gipsum sebagai material komposit penyerap suara karena gipsum memiliki karakteristik bersifat mereduksi bisung dan penyerap suara yang baik[4].

Pada penelitian ini akan digunakan serat ampas tebu sebagai *filler* dan gipsum sebagai matriksnya. Diharapkan dari penelitian ini adanya inovasi baru dalam pengembangan teknologi material komposit berpenguat serat alami dalam aplikasinya sebagai penyerap suara.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan panjang serat terhadap nilai koefisien absorpsi suara dan kekuatan lentur material komposit ini.

II. METODE PENELITIAN

A. Material

Material yang digunakan ialah Gypsum komersial. Ampas tebu dari tebu yang telah diolah di pabrik gula dan merupakan limbah pabrik gula tersebut.

B. Preparasi spesimen

Pengolahan serat ampas tebu dari sisa limbah industri gula direndam 1 hari lalu dicuci bersih kemudian disisir dengan sikat kawat untuk menghilangkan gabus yang menempel dengan serat. Setelah itu dijemur selama kurang lebih 7 hari. Serat yang sudah kering disisir kembali untuk menghilangkan gabus yang masih melekat. Serat diambil satu persatu secara manual dengan menggunakan tangan untuk mendapatkan benang-benang serat tebu. Benang yang terkumpul kemudian dipotong dengan ukuran 10, 30, dan 50mm. Kemudian serat ampas tebu ditimbang sesuai dengan perbandingan volume 30% serat.

Pembuatan matriks gipsum dengan cara menimbang gipsum dengan fraksi volume 70%, kemudian diaduk dengan air sampai merata dengan perbandingan 1:1 sampai merata.

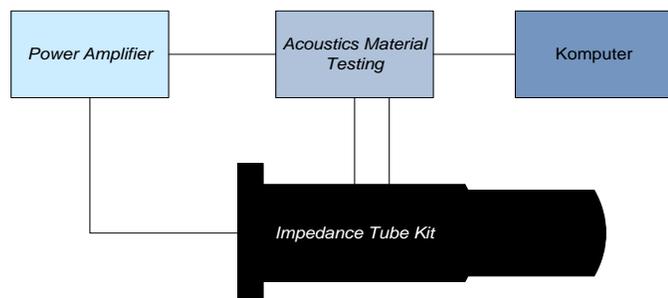
Pembuatan cetakan, cetakan spesimen uji tekan dibuat berbahan kayu, berdimensi 12,7mm x 12,7 mm x 25,4mm. Untuk cetakan spesimen uji kelenturan dibuat berbahan kayu, berdimensi 4 mm x 25 mm x 128mm. Untuk cetakan spesimen uji koefisien absorpsi suara dibuat dengan berbahan seng, diberikan dimensi D=90 mm dan T=13 mm.

Pembuatan komposit dengan mencampurkan gipsum yang sudah diaduk ke dalam cetakan. Kemudian gipsum diratakan lalu dipress selama 1x24 jam.

Spesimen dibongkar dari cetakan untuk kemudian dikeringkan selama 2-3 hari dengan cara dijemur pada terik matahari.

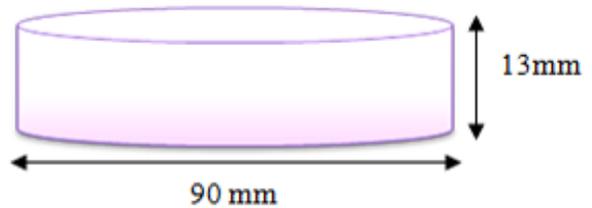
C. Pengujian koefisien absorpsi suara

Pengujian koefisien absorpsi suara digunakan untuk mengukur nilai koefisien serap bahan. Pengujian ini menggunakan tabung impendansi dengan standarisasi menurut ASTM E1050 [5]. Dimensi spesimennya berbentuk tabung dengan diameter 90mm dan tinggi 13mm.



Gambar. 1. Rangkaian alat uji koefisien absorpsi suara

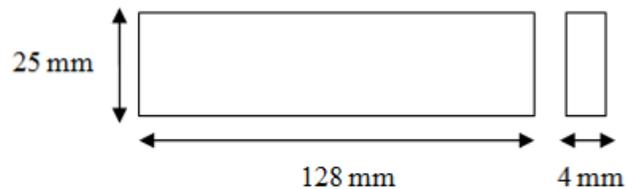
Power amplifier menghasilkan energi suara yang besarnya dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhan pengujian. Energi suara yang dimaksud ialah frekuensi dan rentang intensitas yang cukup. Sepasang mikrofon dipasang dalam tabung, dimana salah satunya dekat dengan sampel. Acoustic Material Testing (sebuah spektrum analyzer multichannel) digunakan untuk mendapatkan fungsi transfer frekuensi antar mikrofon. Dalam pengukuran ini, mikrofon yang lebih dekat dengan sumber ialah sebagai saluran referensi. Dari fungsi transfer nantinya didapatkan nilai R (koefisien refleksi tekan). Dari nilai R nantinya akan didapatkan nilai koefisien absorpsi suara.



Gambar. 2. Dimensi spesimen uji absorpsi suara.

D. Pengujian kuat lentur

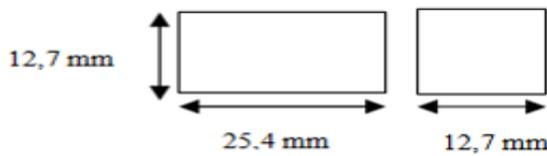
Pengujian lentur dilakukan dengan metode three point bend, dimana spesimen diletakan pada kedua tumpuan dan beban diberikan pada bagian tengah hingga spesimen uji hancur. Kekuatan lentur digunakan untuk menunjukkan kekakuan dari suatu material ketika menerima beban lengkung. Prosedur pengujian menurut standar ASTM D790 [6]. Dimensi spesimen yang diuji ialah sebesar 128x25x4 mm.



Gambar. 3. Dimensi spesimen uji kuat lentur

E. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kompresi dilakukan pada spesimen uji berbentuk balok dengan dimensi 12,7mm x 12,7mm dan tinggi 25,4mm sesuai dengan ASTM D695[7]. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat Universal Testing Machine. Pada pengujian tekan ini nantinya akan didapatkan nilai kekuatan tekan. Kekuatan tekan merupakan nilai kekuatan tekan maksimum yang dapat diterima oleh area penampang terkecil spesimen selama pengujian.



Gambar. 4. Dimensi spesimen uji tekan sesuai dengan standar ASTM D695

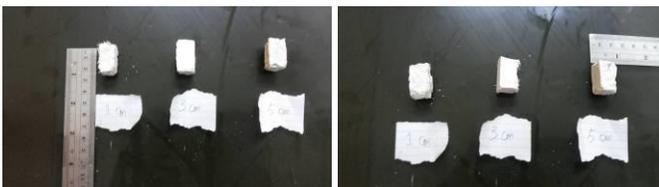
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komposit Serat Ampas Tebu Bermatriks Gypsum

Komposit berpenguat serat ampas tebu dengan matriks gipsum (T-G) ini dibuat dengan metode *hand lay up*. Komposit ini dibuat dengan variasi panjang serat ampas tebu yakni 10 mm (10mmT-G), 30mm (30mmT-G), dan 50mm (50mmT-G). Pembuatan komposit diawali dengan pencucian serat ampas tebu, kemudian dikeringkan setelah itu dipilih dan dipotong sesuai ukuran panjang. Serat tersebut kemudian ditimbang dengan perbandingan 30% serat dan 70% gipsum. 70% Gipsum dicampurkan air dengan perbandingan berat 1 : 1 sehingga menjadi larutan gipsum. Serat ampas tebu yang telah disiapkan sesuai ukuran dan larutan gipsum kemudian dicampurkan secara acak dan siap dicetak. Cetakan dibuat berbahan dasar kayu untuk pengujian lentur dan tekan sedangkan untuk pengujian absorpsi suara berbahan dasar seng. Dasar cetakan berasal dari kaca. Sebelum dimasukkan ke dalam cetakan, permukaan kaca dan kayu telah dilapisi wax. Setelah kering spesimen dilepaskan dari cetakan. Gambar 5 dan gambar 6 masing-masing menunjukkan spesimen uji lentur dan uji tekan komposit T-G yang telah lepas dari cetakan. Bentuk permukaan spesimen halus dan warnanya putih dengan adanya serat membuat corak tersendiri. Gambar 7 menunjukkan gambar spesimen uji absorpsi suara. Terlihat ada bagian yang tidak rata, bagian tersebut nantinya diratakan sesuai dengan standar pengujian yang ditentukan.



Gambar. 5. Spesimen uji kuat lentur yang telah dilepaskan dari cetakan



Gambar. 6. Spesimen uji kuat tekan yang telah dilepaskan dari cetakan



Gambar. 7. Spesimen uji absorpsi suara, terlihat ada bagian yang tidak rata

B. Hasil Pengujian Koefisien Absorpsi Suara

Tabel 1. menunjukkan data hasil pengujian koefisien absorpsi suara. Dapat dilihat dari hasil pengujian komposit serat ampas tebu dan matriks gipsum (T-G), nilai koefisien absorpsi suara setiap spesimen terhadap frekuensi berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan kerapatan dari masing-masing panjang serat, dimana serat yang lebih panjang memiliki nilai koefisien absorpsi suara ( $\alpha$ ) yang cenderung lebih rendah pada frekuensi tinggi (1000-4000Hz).

Pada spesimen komposit (10mmT-G) terlihat bahwa spesimen ini mempunyai kemampuan penyerapan suara yang baik pada frekuensi 4000HZ. Menurut ISO 11654 material dikatakan sebagai penyerap suara yang baik saat nilai  $\alpha$  ialah 0,15. Pada frekuensi 1000 hz dicapai nilai  $\alpha$  sebesar 0,073 kemudian nilai  $\alpha$  naik sedikit pada frekuensi 2000Hz dan 4000 Hz hingga menjadi 0,155.

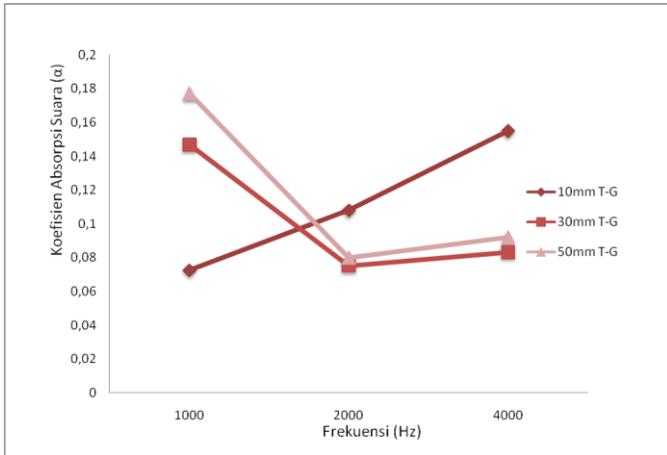
Pada komposit (30mmT-G) terlihat bahwa spesimen ini mempunyai kemampuan penyerapan suara yang tidak begitu baik. Pada frekuensi 1000 Hz nilai  $\alpha$  sebesar 0,147, pada frekuensi 2000 Hz mengalami penurunan nilai  $\alpha$  menjadi sebesar 0,075. Nilai  $\alpha$  kembali meningkat namun tidak signifikan pada frekuensi 4000Hz menjadi 0,083.

Hasil uji spesimen komposit (50mmT-G) terlihat bahwa spesimen ini mempunyai kemampuan penyerapan suara yang baik pada frekuensi 1000Hz. Pada frekuensi 1000 Hz nilai  $\alpha$  sebesar 0,177, mengalami penurunan pada frekuensi 2000Hz menjadi 0,08. Setelah itu Nilai  $\alpha$  meningkat lagi pada Frekuensi 4000 Hz menjadi 0,092.

Tabel 1. Hasil pengujian koefisien absorpsi suara

Frekuensi (Hz)	Nilai Koefisien Absorpsi Suara ( $\alpha$ )		
	10mmT-G	30mmT-G	50mmT-G
1000	0,073	0,147	0,177
2000	0,108	0,075	0,08
4000	0,155	0,083	0,0921

Gambar 8 menunjukkan karakteristik kemampuan penyerapan suara pada ketiga spesimen ini hampir mirip pada frekuensi tinggi. Semakin besar nilai dari koefisien absorpsi suara suatu material bukan berarti bahwa material tersebut bagus karena tergantung pada kegunaannya.



Gambar 8. Koefisien serap suara komposit T-G

C. Hasil Pengujian Kekuatan Lentur

Tabel 2. memperlihatkan pengujian kuat lentur yang telah dilakukan. Diketahui ketika panjang serat 10 mm dihasilkan kekuatan lentur sebesar 1,342 MPa dan meningkat ketika panjang serat 30 mm menjadi 1,952 MPa. Pada panjang serat 50 mm rata-rata kuat lentur yang dihasilkan ialah 1,883MPa, lebih rendah daripada panjang serat 30 mm. Dengan demikian, nilai rata-rata kekuatan lentur yang terbesar ialah komposit dengan panjang serat 30mm

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Panjang Serat (mm)	Kuat lentur (MPa)
10	1,342
30	1,952
50	1,883

Pada gambar 9, kekuatan lentur meningkat dengan semakin panjang serat yang digunakan. Hal ini juga disebutkan Schwartz. Menurut Schwartz panjang serat berpengaruh terhadap kekuatan komposit, serat panjang lebih kuat dibandingkan serat pendek. Sudarsono[8] pada penelitiannya mengatakan peningkatan kelenturan pada komposit terjadi karena bagian matrik yang terisi oleh serat akan mengalami penurunan kekerasan dan meningkat kelenturan/elastisitasnya akibat terpengaruh oleh sifat serat yang memiliki elastisitas tinggi.

Namun pada grafik terlihat adanya penurunan kekuatan lentur pada panjang 50 mm, hal ini disebabkan karena pembuatan komposit dengan arah orientasi acak dan adanya void. Jika orientasi serat semakin acak maka sifat mekanik pada salah satu arah akan lemah. Void terjadi karena penggunaan metode *hand lay-up* pada proses pembuatan komposit.



Gambar 9. Grafik nilai kekuatan lentur

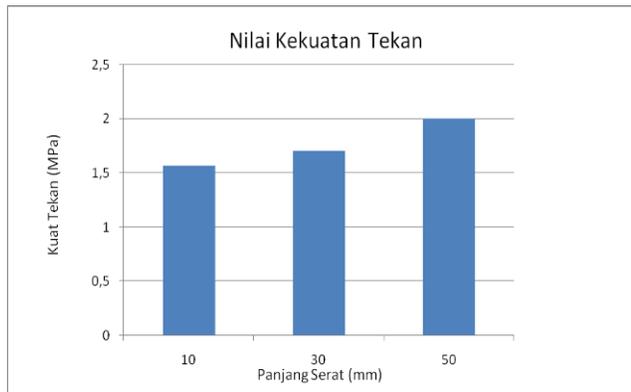
D. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Dari pengujian tekan yang telah dilakukan diperoleh data seperti pada Tabel 3. Pada komposit 10mmT-G memiliki kekuatan tekan 1,51MPa. Pada komposit 30mmT-G kekuatannya lebih besar daripada komposit 10mmT-G yaitu 1,705 Mpa. Komposit 50mmT-G memiliki kekuatan tekan terbesar yaitu 2,005 Mpa. Bisa dilihat lebih jelas perbandingannya pada gambar 10.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Panjang Serat (mm)	Kuat Tekan (Mpa)
10	1,51
30	1,705
50	2,005

Dari gambar 10, kekuatan tekan meningkat seiring dengan pertambahan panjang. Kekuatan tekan ini dapat meningkat dikarenakan ikatan antarmuka serat/matrik meningkat dan juga terjadinya transfer tegangan. Tegangan yang diterima matriks ditransfer ke serat karena serat lebih kuat dan memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks[9].



Gambar. 10. Grafik nilai kekuatan tekan

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Material komposit serat ampas tebu dengan matrik gipsum memenuhi standar ISO 11654 untuk kondisi operasional pada frekuensi tinggi 1000Hz dan 4000 Hz, dengan nilai koefisien absorpsi masing-masing sebesar 0,177 dan 0,155.
2. Dengan adanya penambahan panjang serat, nilai kuat lentur komposit serat ampas tebu dengan matrik gipsum mengalami peningkatan antara panjang serat 10mm ke 30mm. Namun mengalami penurunan pada panjang serat 50mm, tetapi penurunan yang dialami tidak begitu signifikan. Nilai kuat lentur terbesar ialah pada panjang serat 30mm sebesar 1,952 MPa. Pada kekuatan tekan, semakin panjang serat, kekuatan tekan material komposit juga semakin meningkat. Kekuatan tekan terbesar ialah pada panjang serat 50mm sebesar 2,005 MPa
3. Material komposit gipsum berpenguat serat ampas tebu merupakan material berorientasi serat acak, dapat digunakan sebagai board gipsum.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterimakasih banyak kepada Dosen Pembimbing Ir. Moh. Farid, DEA, Dr. Dhany.ST,M.Eng dan semua pihak yang telah membantu dan memotivasi sehingga terselesaikannya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Lee. "Sound Absorption Properties of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers". AUTECH Research Journal. Vol. 3, No.2. (2003)
- [2] T. N. Koizumi. "The development of sound absorbing materials using natural bamboo fibers (jurnal universitas Doshisha)". Jepang. Press, (2002)
- [3] H. Yudo. 2008. "Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik dan Impak." Kapal Vol. 5 No. 2. (2008)
- [4] P. Lord, *Detail Akustik*, edisi 3. Jakarta: Penerbit Erlangga. (2001)
- [5] ASTM-E1050-98. *Standard test method for impedance and absorption of acoustical material using a tube, two microphones, and digital frequency analysis system*. ASTM Subcommittee E33.01
- [6] ASTM D790. *Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials*, Annual book of ASTM Standards, Vol.08.01, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, USA. (2003)
- [7] ASTM D695. *Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics*. (USA: ASTM International). (2001)
- [8] Sudarsono. "Pemanfaatan Limbah Pati Aren Sebagai Material Komposit-Poliester". (2013)
- [9] Sulistijono. *Mekanika Material Komposit*. Surabaya : itspress. (2012)