



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR –TL184834**

**REVIEW : PENGARUH DENSITAS TERHADAP NILAI  
KOEFSIEN ABSORPSI SUARA KOMPOSIT  
POLYPROPYLENE/SERAT KAPUK**

**OSKA TIGANA  
NRP. 02511640000148**

**Dosen Pembimbing  
Ir. Moh. Farid, DEA  
Vania Mitha Pratiwi, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019**





## **TUGAS AKHIR–TL 184834**

### **REVIEW : PENGARUH DENSITAS TERHADAP NILAI KOEFSIEN ABSORPSI SUARA KOMPOSIT POLYPROPYLENE/SERAT KAPUK**

OSKA TIGANA  
NRP. 02511640000148

Dosen Pembimbing  
Ir. Moh. Farid, DEA  
Vania Mitha Pratiwi, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL  
Fakultas Teknologi Industri dan Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*



**FINAL PROJECT–TL 184834**

**REVIEW : PENGARUH DENSITAS TERHADAP NILAI  
KOEFSIEN ABSORPSI SUARA KOMPOSIT  
POLYPROPYLENE/SERAT KAPUK**

OSKA TIGANA  
NRP. 02511640000148

Advisor  
Ir. Moh. Farid, DEA  
Vania Mitha Pratiwi, S.T., M.T.

MATERIAL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Industrial Technology and System Engineering  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2019

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**REVIEW : PENGARUH DENSITAS TERHADAP NILAI  
KOEFSIEN ABSORPSI SUARA KOMPOSIT  
POLYPROPYLENE/SERAT KAPUK**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Material  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**OSKA TIGANA**

NRP 02511640000148

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Moh. Farid, DEA..... (Pembimbing 1)
2. Vania Mitha Pratiwi, S.T., M.T..... (Pembimbing 2)



**SURABAYA**  
**Agustus 2020**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**REVIEW : PENGARUH DENSITAS TERHADAP NILAI  
KOEFISIEN ABSORPSI SUARA KOMPOSIT  
POLYPROPYLENE/SERAT KAPUK**

**Nama** : Oska Tigana  
**NRP** : 02511640000148  
**Departemen** : Teknik Material  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Moh. Farid, DEA  
**Co-Pembimbing** : Vania Mitha Pratiwi, S.T., M.T

**Abstrak**

Telah banyak upaya untuk mengurangi kebisingan salah satunya dengan menggunakan bahan-bahan penyerap suara atau biasa disebut dengan sound absorption material. Sound absorption material sendiri haruslah terbuat dari bahan yang berpori, dimana pori – pori ini akan menyerap bunyi. Energi suara yang diserap oleh bahan akan dikonversikan menjadi bentuk energi lainnya, pada umumnya diubah ke energi kalor. Saat ini muncul kebutuhan untuk material baru dan inovatif yang mampu untuk efisien, ringan, dan ramah lingkungan. Maka dari itu komposit berbahan dasar serat alam merupakan salah satu solusinya. Dalam pembuatan komposit berbahan dasar serat alam, densitas merupakan salah satu faktor penting. Oleh karena itu pada review kali ini akan membahas pengaruh densitas terhadap nilai koefisien absorpsi suara komposit serat kapuk berpenguat *polypropylene*. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu serat kapuk dan pengujian yang dilakukan adalah pengujian absorpsi suara. Densitas mempunyai pengaruh yang cukup kuat untuk memperoleh nilai absorpsi suara yang optimal, semakin besar densitas akan semakin tinggi nilai absorpsi suaranya pada frekuensi rendah, dan semakin kecil densitas akan semakin tinggi nilai absorpsi suaranya pada frekuensi tinggi. Komposit *polypropylene*/serat kapuk ini memperoleh nilai koefisien absorpsi suara tertinggi pada frekuensi 250 Hz sebesar 0.97 dengan densitas sebesar 75,11 kg/m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci : densitas, absorpsi suara, serat kapuk, polypropylene**

**REVIEW : PENGARUH DENSITAS TERHADAP NILAI  
KOEFSISIEN ABSORPSI SUARA KOMPOSIT  
POLYPROPYLENE/SERAT KAPUK**

**Student Name** : Oska Tigana  
**NRP** : 02511640000148  
**Department** : Material Engineering  
**Advisor** : Ir. Moh. Farid, DEA.  
**Co-Advisor** : Vania Mitha Pratiwi, S.T., M.T

**Abstract**

There have been many efforts to reduce noise, one of them is by using sound absorbing materials or commonly called sound absorption materials. Sound absorption material must be made from porous material, where these pores absorb sound. Sound energy absorbed by the material will be converted into other forms of energy, generally converted to heat energy. Nowadays, there is necessary for new and innovative materials that able to be efficient, lightweight, and environmental friendly. Natural fiber composite is the one of solution for that. Density is the important factor in natural fiber composite. Therefore, in this review we will discuss the effect of density on the value of sound absorption coefficient of cotton fiber reinforced polypropylene composites. The material used in this study is kapok fiber and the test carried out is the sound absorption test. Density has a strong enough influence to obtain an optimal sound absorption value, the greater the density the higher the sound absorption value at low frequencies, and the smaller the density the higher the sound absorption value at high frequencies. This polypropylene/kapok fiber composite have the highest sound absorption coefficient at 250 Hz, it is 0.97 with 75,11 kg/m<sup>3</sup> density.

**Keywords:** *Density, sound absorption, kapok fiber, polypropylene*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kasih karunia yang diberikan oleh Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir serta menyusun Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Review Pengaruh Densitas Terhadap Nilai Kofisien Absorpsi Suara Komposit *Polypropylene/Serat Kapuk***”. Adapun laporan ini disusun dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan studi di Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dari awal pelaksanaan tugas akhir, penentuan topik laporan, hingga selesainya penyusunan laporan tugas akhir ini, diantaranya:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya dari awal memulai perkuliahan di ITS hingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir
2. Bapak Sigit Tri Wicaksono, S.Si, M.Si., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Material dan Metalurgi
3. Bapak Ir. Moh. Farid, DEA selaku dosen pembimbing I tugas akhir yang telah membimbing dan memberikan saran
4. Ibu Vania Mitha Pratiwi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II tugas akhir yang telah membimbing, memberi dukungan, serta saran
5. Bapak Tubagus Noor Rohmannudin, S.T, M.Sc. selaku dosen wali yang telah banyak memberi saran selama kuliah di Teknik Material dan Metalurgi ITS

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Dengan kerendahan hati, semua saran dan kritik yang dapat membangun sangat penulis harapkan. Demikian semoga laporan ini dapat memberikan informasi dan bermanfaat bagi pembaca

Surabaya, Agustus 2020  
Penulis

Oska Tigana  
02511640000148

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
Abstrak .....	vii
Abstract .....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan Paper Review</b> .....	<b>2</b>
<b>1.5 Manfaat Paper Review</b> .....	<b>2</b>
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	3
<b>2.1 Komposit</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Komponen Komposit</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2.1 Serat</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2.2 Matriks</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3 Serat Alam</b> .....	<b>5</b>
<b>2.4 Bunyi</b> .....	<b>6</b>
<b>2.5 Material Akustik</b> .....	<b>7</b>
<b>2.6 Serat Kapuk</b> .....	<b>10</b>
<b>2.7 Polypropylene</b> .....	<b>12</b>
<b>2.8 Koefisien Absorpsi Suara</b> .....	<b>12</b>
<b>2.9 Noise Reduction Coefficient (NRC)</b> .....	<b>15</b>
<b>2.10 Aplikasi Penyerap Suara</b> .....	<b>16</b>
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	21
<b>3.1 Diagram Alir Review Jurnal</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2 Alat Pengujian</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2.1 Pengujian Absorpsi Suara</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2.2 Pengujian SEM</b> ...Error! Bookmark not defined.	

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
<b>4.1 Hasil Dan Pembahasan.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Kritisasi Jurnal .....</b>	<b>36</b>
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>39</b>
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN .....	45
UCAPAN TERIMA KASIH.....	49
BIODATA PENULIS.....	51

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Fenomena gelombang suara oleh suatu bahan .....	10
<b>Gambar 2. 2</b>	Koefisien penyerapan suara dari 100% PU, 95% PU, 90% PU, dan 85% PU .....	18
<b>Gambar 3. 1</b>	Diagram Alir Review Jurnal .....	22
<b>Gambar 3. 2</b>	Rangkaian Impedance Tube untuk pengujian absorpsi suara. ....	23
<b>Gambar 3. 3</b>	Dimensi spesimen uji absorpsi suara .....	24
<b>Gambar 3. 4</b>	Skema Pengujian SEM	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 4. 1</b>	Hasil uji SEM serat kapuk .....	27
<b>Gambar 4. 2</b>	Hasil SEM pada polypropylene .....	28
<b>Gambar 4. 3</b>	SEM komposit <i>polypropylene</i> /serat kapuk. (a) Serat kapuk 40% (b) Serat kapuk 20% .....	29
<b>Gambar 4. 4</b>	Nilai koefisien absorpsi suara komposit serat kapuk / <i>polypropylene</i> .....	32
<b>Gambar 4. 5</b>	Koefisien absorpsi suara serat kapuk .....	35

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Komposisi kimia serat alam .....	6
<b>Tabel 2. 2</b> Klasifikasi kelas koefisien absorpsi suara .....	13
<b>Tabel 2. 3</b> Range nilai NRC .....	16
<b>Tabel 2. 4</b> Koefisien penyerapan suara pada ruang akustik .....	17
<b>Tabel 4. 1</b> Struktur morfologi serat kapuk.....	27
<b>Tabel 4. 2</b> Komposisi komposit serat kapuk.....	30
<b>Tabel 4. 3</b> Karakteristik komposit serat kapuk .....	30
<b>Tabel 4. 4</b> Nilai koefisien absorpsi suara komposit pada masing – masing frekuensi.....	31
<b>Tabel 4. 5</b> Koefisien absorpsi suara <i>polypropylene</i> .....	34

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Telah banyak upaya untuk mengurangi kebisingan salah satunya dengan menggunakan bahan-bahan penyerap suara atau biasa disebut dengan *sound absorption material*. Material penyerap suara sendiri haruslah terbuat dari bahan yang berpori, dimana pori – pori ini akan menyerap bunyi yang lebih besar dibandingkan dengan bahan yang lainnya. Dengan adanya pori – pori ini maka gelombang bunyi akan dapat masuk ke dalam material tersebut. Energi suara yang diserap oleh bahan akan dikonversikan menjadi bentuk energi lainnya, pada umumnya diubah ke energi kalor. Serat alami telah dikenal sebagai bahan hijau karena biodegradabilitasnya. Serat alami juga dikenal lebih rendah dalam hal kepadatan dibandingkan dengan serat sintetis, lebih murah, berlimpah, dan yang paling penting, itu terbarukan. Selain itu, pemrosesan serat alami juga lebih ekonomis dan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan sintetis karena kemajuan teknologi modern. Selain itu, serat alami juga jauh lebih aman bagi kesehatan kita dibandingkan dengan serat sintetis karena tidak memerlukan penanganan pencegahan. Produksi serat alami melibatkan jejak karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan serat sintetis. Oleh karena itu, serat alami telah dikategorikan sebagai bahan hijau ekologis, dan dapat memegang kunci untuk solusi alternatif untuk menghasilkan penyerap suara yang lebih hijau di masa depan.

Dalam ulasan ini akan menganalisis pengaruh densitas terhadap nilai koefisien absorpsi suara pada komposit *polypropylene* dan serat kapuk. Serat yang diuji yaitu serat kapuk, yang tentunya ramah lingkungan. Mengingat Indonesia sebagai negara yang memiliki keanekaragaman hayati sangat luas menjadikan peluang yang besar untuk mengeksplorasi pemanfaatan bahan serat alam tersebut dalam inovasi material kedepannya.

---

**1.2 Perumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari paper review ini adalah:  
Bagaimana pengaruh densitas komposit serat alam terhadap koefisien absorpsi suara?

**1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari paper review ini adalah:

1. Kandungan pengotor pada serat diabaikan
2. Pembuatan komposit dianggap sama

**1.4 Tujuan Paper Review**

Adapun tujuan dari paper review ini adalah:

Menganalisis pengaruh densitas komposit serat alam terhadap nilai koefisien absorpsi suara

**1.5 Manfaat Paper Review**

Adapun manfaat dari paper review ini adalah:

1. Untuk pengembangan ilmu pengetahuan di bidang komposit khususnya di lingkungan Departemen Teknik Material dan Metalurgi ITS
2. Memberikan alternatif material penyerap suara dengan memanfaatkan sumber daya alam sekitar

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Komposit**

Komposit adalah suatu material yang terdiri dari dua komponen atau lebih yang memiliki sifat atau struktur yang berbeda yang dicampur secara fisik menjadi satu membentuk ikatan mekanik dengan struktur homogen secara makroskopik dan heterogen secara mikroskopik. Pada umumnya bahan komposit adalah bahan yang memiliki beberapa sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya. Dalam pengertian ini sudah tentu kombinasi tersebut tidak terbatas pada bahan matriksnya. (Sulistjiono , 2012).

Kata komposit berasal dari kata “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana material komposit adalah material gabungan dari dua atau lebih material yang berlainan. Jadi komposit adalah suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari beberapa material pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang lebih bermanfaat.

Menurut bentuk material dan penyusunnya, komposit dapat dibedakan dalam lima jenis, yaitu (Schwartz, 1984) :

a. Komposit serat(fibrous composite).

Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matriks yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (continuos fiber) dan serat pendek (short fiber atau whisker). Dalam penelitian ini diambil bahan komposit serat (fiber composite). Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat (Nasmi, 2018).

---

**b. Komposit partikel (particulate composite)**

Komposit partikel merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

**c. Komposit serpih (flake)**

Komposit serpih adalah komposit dengan penambahan material berupa serpih kedalam matriksnya. Flake dapat berupa serpihan mika dan metal

**d. Komposit sketal (filled)**

Komposit sketal adalah komposit dengan penambahan material ke dalam matriks dengan struktur tiga dimensi

**e. Komposit laminat (laminated composite)**

Komposit laminat (komposit lapisan) merupakan suatu jenis komposit yang terdiri dari dua lapis maupun lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat tersendiri. (Schwartz,1984).

## **2.2 Komponen Komposit**

Komponen komposit dibagi menjadi 2 yaitu :

### **2.2.1 Serat**

Secara umum, serat terdiri dari dua jenis, yaitu :

1. Serat pendek, dengan panjang fraksi dalam milimeter atau beberapa centimeter. Contoh dari serat pendek yaitu felts, mats, dan serat pendek untuk injection molding.
2. Serat panjang, dipotong selama proses fabrikasi material komposit dan biasanya berupa anyaman (woven)

Ditinjau dari segi pembuatannya, serat dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu serat sintesis dan serat alami. Kedua jenis serat itu dapat digunakan sebagai penguat atau pengisi pada material komposit. Dalam penggunaannya, serat sintesis banyak berperan sebagai penguat, sedangkan serat alami digunakan sebagai pengisi (Sulistijono, 2012).

---

---

### 2.2.2 Matriks

Matriks merupakan fasa yang memberikan bentuk pada struktur komposit dengan cara mengikat penguat atau serat bersama-sama. Matriks merupakan kontituen penyusun komposit yang berperan sebagai pengikat atau penyangga yang menjaga kedudukan antar fasa penguat. Karakteristik yang harus dimiliki matriks umumnya adalah ulet, kekuatan dan rigiditas rendah apabila dibandingkan penguat. Matriks harus mampu membeku pada temperatur dan tekanan yang wajar. Bahan matriks yang umum digunakan pada komposit adalah matriks logam, matriks polimer, dan matriks keramik.

### 2.3 Serat Alam

Serat alami dianggap sebagai penguat ramah lingkungan untuk material komposit dan memiliki potensi untuk digunakan dalam berbagai aplikasi. Serat alam adalah serat yang diperoleh langsung dari alam, biasanya berupa serat organik yang berasal dari tumbuh - tumbuhan dan binatang. Serat alam yang banyak digunakan yaitu kapas, wol, sutera, aren, kelapa sawit, kenaf, flax, rami, ijuk, serat bambu, dan sabut kelapa (Schwartz, 1984)

Serat alam memiliki keistimewaan karena sifatnya yang dapat diperbaharui, emisi CO<sub>2</sub> yang rendah, serta massa jenis yang rendah. Serat alam juga dipandang sebagai kandidat pengganti serat gelas karena kekuatan dan densitasnya (Faruk, 2012)

Selama beberapa dekade terakhir, ada banyak kemajuan dalam penggunaan komposit serat alam karena volatilitas dalam minyak bumi dan sumber dayanya. Pemanfaatan komposit serat alami memiliki beberapa keterbatasan (stabilitas termal rendah, sangat mudah terbakar, penyerapan air yang tinggi, variasi dalam sifat mekanik dll.) terutama dalam aplikasi canggih / teknis. Hal ini menyebabkan lebih banyak penelitian dalam menggabungkan Komposit serat alami dengan pengisi lain untuk mengatasi keterbatasan. Tujuan umumnya adalah mengganti *filler* sintesis yang mahal.

Tabel 2.1 menunjukkan komposisi kimia dari berbagai macam serat alam

**Tabel 2. 1** Komposisi kimia serat alam (Mwaikambo, 2006).

<b>Fiber</b>	<b>Cellulose (wt%)</b>	<b>Hemicellulose (wt%)</b>	<b>Lignin (wt%)</b>	<b>Pectin (wt%)</b>
Abaca	61 – 64	21	12	0.8
Bagasse	32 – 48	21	19.9 – 24	10
Banana	60 – 65	6 – 19	5 – 10	3 – 5
Bamboo	26 – 43	15 – 26	21 – 31	-
Coir	46	0.3	45	4
Cotton	82 – 96	2 – 6	0.5 – 1	5 – 7
Flax	60 – 81	14 – 19	2 – 3	0.9
Hemp	70 – 92	18 – 22	3 – 5	0.9
Jute	51 – 84	12 – 20	5 – 13	0.2
Kapok	13 – 16	-	-	-
Kenaf	44 – 57	21	15 – 19	2
Phormium	67	30	11	-
Pineapple	80 – 81	16 – 19	4.6 – 12	2 – 3
Ramie	68 – 76	13 – 15	0.6 – 1	1.9 – 2
Sisal	43 – 78	10 – 13	4 – 12	0.8 – 2
Wood	45 – 50	23 – 30	27	2 – 2.5

## 2.4 Bunyi

Bunyi terjadi karena adanya benda yang bergetar yang menimbulkan gesekan dengan zat di sekitarnya. Untuk dapat mendengar bunyi, dibutuhkan beberapa hal yaitu: sumber atau

objek yang bergetar, medium perambatan, dan indera pendengaran. Perambatan gelombang bunyi pada suatu medium berupa gelombang longitudinal artinya arah getarannya searah dengan arah rambatannya. Gelombang longitudinal terdiri dari rapatan dan regangan yang berhubungan dengan puncak dan lembah pada gelombang transversal.

Objek yang bergetar pada posisi bebas atau tidakterhalang objek lain akan menyentuh semua partikel zat medium yang berada di sekitarnya, sehingga perambatan gelombang bunyi merambat ke segala arah. Ketika perambatan mendekati objek yang diam, maka sebagaimana keadaan objek tersebut, ada kemungkinan perambatan akan memantul atau berkurang karena diserap atau diteruskan oleh objek penghalang tersebut.

Bunyi yang dapat didengar manusia berada pada kawasan frekuensi pendengaran, yaitu antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz. Bunyi-bunyi yang muncul pada frekuensi di bawah 20 Hz disebut bunyi infrasonik, sedangkan yang muncul di atas 20.000 Hz disebut bunyi ultrasonik. Dalam rentang 20 Hz sampai 20.000 Hz tersebut, bunyi masih dibedakan lagi menjadi bunyi dengan frekuensi rendah (dibawah 1000 Hz), frekuensi sedang (1000-4000 Hz) dan frekuensi tinggi (diatas 4000 Hz). Frekuensi ini menyebabkan perbedaan tinggi rendahnya nada (Mediastika, 2005).

## **2.5 Material Akustik**

Pada dasarnya semua bahan dapat menyerap energi suara, namun besarnya energi yang diserap berbeda-beda untuk tiap bahan. Energi suara tersebut dikonversi menjadi energi panas, yang merupakan hasil dari friksi dan resistansi dari berbagai material untuk bergerak dan berdeformasi. Sama halnya dengan besar energi suara yang sangat kecil bila dilihat dalam satuan Watt, energi panas yang dihasilkan juga sangat kecil sehingga secara makroskopis tidak akan terlalu terasa perubahan temperatur pada material tersebut

---

Material akustik adalah material yang memiliki fungsi utama untuk menyerap bunyi. Beberapa jenis bahan yang memiliki karakteristik akustik permukaan, diantaranya yaitu:

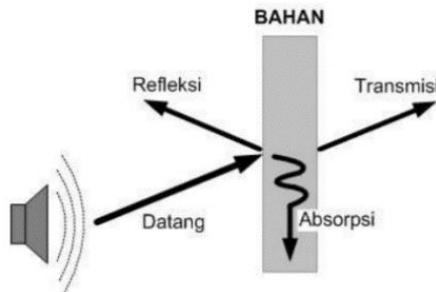
1. Bahan penyerap suara (absorber) yaitu permukaan yang terbuat dari material yang dapat menyerap sebagian besar energi suara yang datang padanya, misalnya glasswool.
2. Bahan pemantul suara (reflector) yaitu permukaan yang terbuat dari material yang dapat memantulkan sebagian besar energi suara yang datang padanya, misalnya gypsum board.
3. Bahan penyebar suara (diffusor) yaitu permukaan yang terbuat dari material yang dapat menyebarkan sebagian besar energi yang datang padanya. Material ini dibuat tidak merata secara akustik, misalnya QRD diffusor (Doelle, 1993).

Sementara itu, menurut Howard (2009), jika ditinjau dari karakteristik penyerapan suara, ada 4 jenis material absorpsi suara yaitu porous absorber, resonant absorber, helmholtz absorber dan wideband absorber.

1. Bahan berpori seperti karpet, korden, foam, glasswool, rockwool, cellulose fiber, dan material lunak lainnya, menyerap energi suara melalui energi gesekan yang terjadi antara komponen kecepatan gelombang suara dengan permukaan materialnya. Bahan penyerap suara tipe ini akan menyerap energi suara lebih besar di frekuensi tinggi.
  2. Bahan penyerap suara tipe resonansi seperti panel kayu tipis, menyerap energi suara dengan cara mengubah energi suara yang datang menjadi getaran, yang kemudian diubah menjadi energi gesek oleh material berpori yang ada di dalamnya (misal oleh udara, atau material berpori). Ini berarti, material tipe ini lebih sensitif terhadap komponen tekanan dari gelombang suara yang datang, sehingga lebih efektif apabila ditempelkan pada dinding. Bahan penyerap tipe ini lebih dominan menyerap energi suara ber frekuensi rendah. Frekuensi resonansi bahan ini ditentukan oleh
-

- kerapatan massa dari panel dan kedalaman (tebal) rongga udara dibalikinya.
3. Tipe lain dari bahan penyerap suara ini adalah Resonator Helmholtz. Efektifitas bahan penyerap suara tipe ini ditentukan oleh adanya udara yang terperangkap di “pipa atau leher” diatas bidang berisi udara (bentukan seperti leher botol dsb). Permukaan berlobang seperti reactive muffler menjadi ciri utama resonator yang bekerja pada frekuensi tertentu, tergantung pada ukuran lubang, leher, dan volume ruang udaranya.
  4. Kombinasi antara proses gesekan dari komponen kecepatan gelombang suara dan resonansi dari komponen tekanan gelombang suara, akan membuat kinerja penyerapan energi suara oleh material besar untuk seluruh daerah frekuensi. Material seperti ini disebut wideband absorber (Howard, 2009).

Material penyerap berpori menyerap energi suara melalui energi gesekan yang terjadi antara komponen kecepatan gelombang suara dengan permukaan materialnya. Bahan penyerap suara ini akan menyerap energi suara lebih besar pada frekuensi tinggi. Prinsip penyerapan bunyi (*acoustic absorption*) terjadi pada saat material kehilangan energi ketika sebuah gelombang bunyi menabrak dan dipantulkan dari suatu permukaan benda. Jika suatu gelombang bunyi mengenai suatu permukaan bahan, maka bunyi tersebut akan dipantulkan, diserap dan ditransmisikan. Besarnya energi yang dipantulkan, diserap atau diteruskan bergantung jenis dan sifat dari material tersebut. Bila suatu gelombang bunyi bertemu pada batas yang memisahkan dua daerah dengan laju gelombang berbeda (Sagartzazu, et al., 2014)



**Gambar 2.1** Fenomena gelombang suara oleh suatu bahan  
(Asade & Isranuri, 2013)

Gambar 2.1 menunjukkan fenomena gelombang suara yang datang pada suatu bahan. Umumnya, material berpori akan menyerap energi suara yang lebih besar dibandingkan dengan material jenis lainnya. Keberadaan pori – pori menyebabkan gelombang suara dapat masuk ke dalam material tersebut. Energi suara yang diserap oleh material akan dikonversikan menjadi bentuk energi lainnya, biasanya diubah menjadi energi kalor. (Koizumi, et al., 2002)

## 2.6 Serat Kapuk

Menurut hasil pengamatan Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Indonesia, negara kita merupakan pengekspor kapuk terbesar di dunia dengan jumlah mencapai 28.400 ton serat atau 85% kebutuhan serat kapuk dunia. Potensi ini seharusnya membuat kita semakin bersemangat dalam mengembangkan pengetahuan tentang kegunaan serat kapuk. Dengan demikian kita dapat memanfaatkan hasil pertanian negara kita dengan maksimal (Hendarto, 2011). Kapuk (*Ceiba pentandra* dari famili Bombacaceae), masuk dalam klasifikasi serat alam dan tergolong dari serat tumbuhan. Berasal dari bagian utara Amerika selatan, Amerika tengah dan Karibia. Pohon ini juga dikenal sebagai kapas Jawa atau kapok Jawa, tanaman kapuk randu

di Indonesia dikembangkan secara sederhana oleh rakyat. Tanaman kapuk banyak tumbuh di Jawa dan sebagian kecil daerahlain seperti Lampung dan NTT (Setiadi, 1983).

Kapuk sudah lama dipergunakan di Indonesia khususnya di daerah jawa sebagai bahan pengisi kasur, bantal, tempat duduk dan lainnya.(Ernawati, 2008). Beberapa sifat serat kapuk yang umum diketahui yaitu:

- a. Warna serat kapuk coklat kekuningkuningan dan mengkilap.
  - b. Serat kapuk sangat tipis, lembut, licin dan tidak elastis sehingga sulit untuk dipintal.
  - c. Serat kapuk mudah mengembang dan berat jenis seratnya sangat kecil.
  - d. Menyerap suara, mudah terbakar, sifat melenting yang baik, transparan, tidak higroskopis dan menahan panas.
- Seratnya pendek.

Menurut Syamsul dkk (2013), kapuk banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari – hari, seperti:

- a. Serat kapuk tidak dapat dijadikan bahan pakaian karena kapuk tidak dapat dipintal, namun dapat digunakan sebagai bahan campuran serat lain.
- b. Kapuk sangat baik digunakan untuk mengisi pelampung penyelamat karena kapuk mempunyai sifat mengembang yang baik.
- c. Serat sangat baik untuk mengisi kasur dan bantal karena kapuk mempunyai sifat melenting yang baik.
- d. Serat kapuk sangat baik dipakai untuk bahan penyerap panas dan suara.
- e. Biji kapuk dapat diambil minyaknya untuk pembuatan sabun
- f. Kayu pohon kapuk dapat dipergunakan sebagai bahan kertas.

---

## 2.7 Polypropylene

PP / *polypropylene* ada di famili poliolefin dan sekarang sering digunakan dalam aplikasi seperti pengemasan, tekstil, wadah daur ulang, laboratoriumbahan, peneras suara dan *parts* mobil (Turan, 2012). Selain itu, baik kalangan akademis maupun komersial berminat besar pada PP dan produksi PP telah menunjukkan peningkatan yang besar, dan PP menunjukkan masa depan yang cemerlang sebagai bahan bangunan di abad berikutnya (Mirjalili, 2013). *Polypropylene* banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena memiliki sifat – sifat mekanik yang baik salah satunya yaitu kekuatan bending sebesar 92,283 MPa. PP tahan terhadap suhu tinggi, resistensi kimia dan memiliki kepadatan yang rendah. Namun polimer ini memiliki modulus elastisitas yang rendah, sifat fisiokimia yang kurang baik, dan resistensi termal rendah. Untuk mengatasi keterbatasan ini, biasanya PP dikombinasi dengan bahan lain seperti pengisi atau coupling agent untuk meningkatkan sifatnya dan meningkatkan kesesuaiannya untuk aplikasi sesuai dengan yang diinginkan. Penambahan pengisi ini ditujukan bukan hanya untuk mengisi matriks PP dengan partikel - partikel kecil, tetapi juga untuk memodifikasi tekstur matriks agar menghasilkan interaksi yang kuat antara molekul PP dengan partikel zat penguat selama pemrosesan (Bukit, 2012). *Polypropylene* memiliki karakteristik ketahanan terhadap tekanan untuk tertekuk yang cukup baik, penyerapan air yang rendah, ketahanan listrik yang baik, ringan, dimensi yang stabil, dan kekuatan impak tinggi. Sifat – sifat tersebut menjadikan *polypropylene* sering digunakan sebagai matriks dalam pembuatan komposit (Shubrhra., 2011)

## 2.8 Koefisien Absorpsi Suara

Kemampuan suatu material akustik untuk menyerap bunyi dinyatakan oleh koefisien absorpsi suara. Koefisien absorpsi suara ditentukan oleh ukuran serat, porositas, dan rongga. Material yang memiliki nilai koefisien absorpsi suara yang tinggi biasanya

---

dicirikan oleh material yang tidak keras namun kuat. (Samsudin, dkk., 2016)

Setiap material mempunyai nilainya masing-masing dan besarnya sangat bervariasi. Kualitas dari bahan penyerap suara ditunjukkan dengan nilai  $\alpha$  (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi), semakin besar  $\alpha$  maka semakin baik digunakan sebagai bahan penyerap suara.

Nilai koefisien absorpsi suara ( $\alpha$ ) berkisar dari 0 hingga 1. Jika nilainya 0 artinya tidak ada bunyi yang terserap oleh material tersebut. Jika nilainya 1 artinya bunyi yang datang 100% terserap oleh material tersebut dan koefisien absorpsi suara yang bernilai 1 dapat dikatakan sempurna. (Bahri, dkk., 2016)

Menurut ISO 11654, nilai  $\alpha$  (koefisien absorpsi) minimum bahan untuk dapat dikategorikan sebagai peredam suara adalah 0.15. Tabel 2.2 berikut menjelaskan mengenai klasifikasi kelas koefisien absorpsi suara.

**Tabel 2. 2** Klasifikasi kelas koefisien absorpsi suara (ASTM C423-17, 2017)

No	Kelas Koefisien Absorpsi	Nilai $\alpha$
1	A	0,90 – 1,00
2	B	0.8 – 0,85
3	C	0.6 - 0.75
4	D	0,30 – 0,55
5	E	0,15 – 0,25
6	F	0,00 – 0,10

Koefisien absorpsi suara ( $\alpha$ ) suatu material dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara energi suara yang diserap oleh material tersebut dengan energi suara datang atau :

$$\alpha = 1 - \frac{R}{I} = \frac{I-R}{I}, \quad (2.1)$$

Dimana I ditunjukkan sebagai energi yang datang, R adalah energi yang dipantulkan, dan I/R adalah rasio dari kedua energi tersebut. Pada permukaan yang memiliki 2 batas kondisi, dimana

kecepatan partikel dan tekanan suara besarnya sama di kedua sisi seperti pada persamaan 2.2 dan 2.3,

$$\rho_i + \rho_r = \rho_t, \quad (2.2)$$

$$v_i + v_r = v_t, \quad (2.3)$$

Persamaan 2.2 dan 2.3 harus dipenuhi pada saat bersamaan dengan rumus 2.4,

$$\frac{\rho_i}{Z_A} - \frac{\rho_r}{Z_A} = \frac{\rho_t}{Z_B} \quad (2.4)$$

Dimana,  $Z_A = \rho_{A.CA}$  dan  $Z_B = \rho_{B.CB}$ . Tekanan suara ( $r_p$ ) ditunjukkan pada persamaan 2.5,

$$r_p = \frac{\rho_r}{\rho_i} = \frac{Z_B - Z_A}{Z_B + Z_A}, \quad (2.5)$$

Energi suara sebanding dengan  $|\rho_i|^2$  dan  $|\rho_r|^2$  ditunjukkan pada persamaan 2.6 dan 2.7,

$$\frac{R}{I} = \frac{|\rho_r|^2}{|\rho_i|^2} = |r_p|^2, \quad (2.6)$$

$$\alpha = 1 - |r_p|^2 = 1 - \left| \frac{Z_B - Z_A}{Z_B + Z_A} \right|^2, \quad (2.7)$$

Dimana  $\alpha$  adalah koefisien absorpsi suara, dan ketika media A adalah udara dan media B adalah material penyerap suara,  $Z_A = \rho_c$  dan  $Z_B = Z$  digantikan dengan persamaan 2.8

$$\alpha = 1 - \left| \frac{\left(\frac{Z}{\rho_c}\right) - 1}{\left(\frac{Z}{\rho_c}\right) + 1} \right|^2, \quad (2.8)$$

Sehingga didapatkan rumus secara sederhana yang ditunjukkan pada persamaan 2.9, dimana  $0 \leq \alpha \leq 1$ ,

---

---

$$\alpha = \frac{\text{absorbed sound energy}}{\text{incident sound energy}} = 1 - |R|^2. \quad (2.9)$$

## 2.9 Noise Reduction Coefficient (NRC)

*Noise Reduction Coefficient* (NRC) adalah nilai yang menggambarkan kinerja penyerapan suara secara rata-rata pada suatu material dengan *range* angka 0-1. NRC 0,0 menunjukkan bahwa objek tidak menyerap suara, tetapi lebih memantulkan energi suara. Sebaliknya, NRC 1,0 mengindikasikan bahwa material menyerap suara dengan penuh (ASTM C423). Nilai ini umum untuk bahan penyerap suara berpori.

NRC adalah representasi logaritmik dari tingkat peluruhan (dB/s) untuk panel atau objek. NRC merupakan rata-rata aritmatika, dibulatkan ke kelipatan terdekat 0,05, dari koefisien absorpsi untuk bahan tertentu dan kondisi pemasangan yang ditentukan pada frekuensi pusat pita oktaf dari 250, 500, 1000 dan 2000 Hz (Farrell, 1958). Koefisien penyerapan bahan biasanya ditentukan melalui prosedur pengujian standar, seperti ASTM C423 yang digunakan untuk mengevaluasi penyerapan bahan dengan frekuensi pusat berkisar dari 100 Hz hingga 5000 Hz. Untuk menghitung koefisien absorpsi yang digunakan untuk menghitung NRC, biasanya ditentukan di ruang gema fasilitas pengujian laboratorium akustik yang berkualitas, menggunakan sampel bahan tertentu, ukuran tertentu dan pemasangan yang sesuai.

Wallace Clement Sabine adalah ilmuwan pertama yang mempelajari karakteristik bahan penyerap suara. Paul Sabine, saudara Wallace, mempelajari pengulangan pengukuran koefisien penyerapan suara di ruang gema. Karya Paul Sabine pada 1920-an sampai 1930-an meletakkan dasar bagi metodologi uji ASTM C423 yang masih digunakan sampai saat ini.

NRC dimaksudkan untuk menjadi *rating* akustik yang disederhanakan dari suatu konstruksi ruangan dan bahan, ketika tujuan penggunaan bahan akustik dari suatu ruangan yang kurang

---

---

spesifik kebutuhannya, contohnya pada ruang serba guna. Pada ruangan terbuka penumpukan kebisingan ucapan menjadi perhatian utama, seperti lobi, kantor terbuka, *reception* area, ruang pertunjukkan, dll. Karena pada ruangan terbuka, biasanya lebih tepat untuk mempertimbangkan koefisien penyerapan suara pada frekuensi yang di atas dan di bawah pita frekuensi yang digunakan untuk menghitung NRC.

Saat menghitung NRC bahan yang serupa, tabel 2.3 berikut dapat digunakan untuk memperkirakan perbedaannya (Egan, 1972)

**Tabel 2. 3** Range nilai NRC (Egan, 1972)

Nilai Koefisien	Efek yang diberikan
0.05 – 0.10	Kecil
0.10 – 0.20	Menengah
0.20 – 1.00	Besar

## 2.10 Aplikasi Penyerap Suara

Pendengaran harus didukung oleh kondisi akustik yang baik. Untuk mencapai keadaan akustik yang optimal, terdapat beberapa faktor utama yang mempengaruhi. Salah satu faktor utamanya ialah material. Penerapan material penyerap suara elemen interior tertentu juga dapat memberikan dampak terhadap keadaan akustik dan penyebaran bunyi yang terjadi dalam ruang yang ada. Bahan – bahan penyerap bunyi sangat digunakan dalam rancangan akustik suatu ruang karaoke sebagai pengendali bunyi (Wendy, 2014).

Karakter akustik dasar semua bahan berpori, seperti papan berserat (fiber board), plesteran lembut (soft plasters), mineral wools, dan selimut isolasi adalah suatu jaringan selular dengan pori-pori yang paling berhubungan. Energi bunyi datang diubah menjadi energi panas dalam pori-pori ini.

Gelombang bunyi yang mengenai bidang batas, bergantung karakteristik permukaan bidang dan beberapa faktor lain. Proporsi energi bunyi yang dipantulkan, diserap, atau diteruskan ditentukan oleh koefisien serap ( $\alpha$ ). Koefisien serap (absorpsi) adalah angka

tanpa satuan yang menunjukkan perbandingan antara energi bunyi yang tidak dipantulkan (diserap) oleh material pembatas berbanding keseluruhan energi bunyi yang mengenai pagar pembatas.

Diantara lapisan-lapisan dan konstruksi ruang, panel penyerap berperan pada penyerapan frekuensi rendah seperti panel kayu dan hardboard, gypsum board, langit-langit plesteran yang digantung, plesteran berbulu, plastic board tegak, jendela, kaca, pintu, lantai kayu dan panggung, dan pelat-pelat logam. Bahan-bahan berpori yang diberi jarak dari lapisan penunjangnya yang padat, juga akan berfungsi sebagai penyerap panel yang bergetar dan menunjang penyerapan pada frekuensi rendah (Doelle & Leslie, 1972).

Pemanfaatan serat alam pada interior ruang akustik ini terdapat pada bahan yang terbuat dari kayu seperti lantai, panel pada dinding, dan panggung.

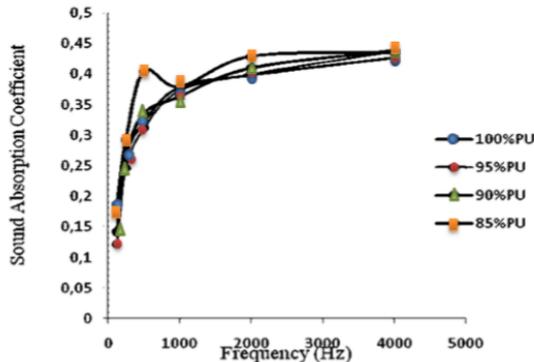
Tabel 2.4 dibawah ini menunjukkan koefisien penyerapan suara dari kayu yang digunakan pada interior ruang akustik

**Tabel 2. 4** Koefisien penyerapan suara pada ruang akustik (Doelle & Leslie, 1972).

Material	Frekuensi (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Wooden Platform	0.40	0.30	0.20	0.17	0.15	0.10
Plywood with glass fiber backing	0.60	0.30	0.10	0.09	0.09	0.09
Wood Panel	0.30	0.25	0.20	0.17	0.15	0.10

Penggunaan material absorpsi suara juga diterapkan pada otomotif, khususnya pada mobil sudah merupakan hal yang biasa di zaman ini. Material absorpsi suara ini secara umum digunakan untuk mengurangi tingkat kebisingan yang terdapat pada komponen mobil, seperti mesin, gerigi, roda, dan knalpot. Optimasi desain dan proses manufaktur yang lebih baik dituntut

pada zaman ini. Permintaan akan kendaraan yang memiliki berat yang ringan terus dikembangkan oleh produsen – produsen industri zaman sekarang agar bisa memuaskan konsumennya. Keragaman material sangat dituntut untuk mengembangkan produk mereka, mulai dari kombinasi material yang berbeda seperti komposit, plastik dan logam ringan diimplementasikan pada bagian struktural yang berbeda. Aplikasi bahan komposit di industri otomotif sudah mencakup beberapa bagian struktural seperti dasbor, atap, lantai, bumper depan dan belakang, sel keselamatan penumpang, dan panel pintu untuk mengganti logam. *Door Trim* pada mobil yang merupakan bagian interior mobil yang sedang gencar dikembangkan dalam pembuatan mobil masa depan. Dimana komponen interior dan eksterior mobil masa depan diharapkan mampu dengan mudah di daur ulang. Selain itu juga dengan harapan mampu menekan biaya pembuatan dan juga beban total untuk mendukung mobil yang memiliki berat lebih ringan. Henry Ford pertama kali memulai sekaligus menjadi inisiator penggunaan serat alam sebagai bahan baku interior maupun eksterior mobil pada tahun 1940.



**Gambar 2. 2** Koefisien penyerapan suara dari 100% PU, 95% PU, 90% PU, dan 85% PU (Farid dkk, 2016)

---

Gambar 2.2 mengacu pada penelitian Farid dkk(2016) yang meneliti serat bambu untuk aplikasi penyerap suara pada panel pintu mobil. Penelitian tersebut menggunakan sampel 0%, 5%, 10%, dan 15% serat bambu yang di kombinasikan dengan PU. Gambar tersebut menunjukkan bahwa 85% PU memiliki hasil yang lebih optimal dibandingkan dengan persentase yang lainnya, 85% PU komposit memiliki koefisien penyerapan suara 0,404, 0,379, 0,428, dan 0,434 untuk setiap frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz. Hasil yang stabil ditunjukkan pada setiap frekuensi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dengan komposisi Dari 85% PU diperoleh koefisien penyerapan suara rata-rata yaitu 0,411 dan nilai ini memenuhi kriteria standar untuk panel pintu.

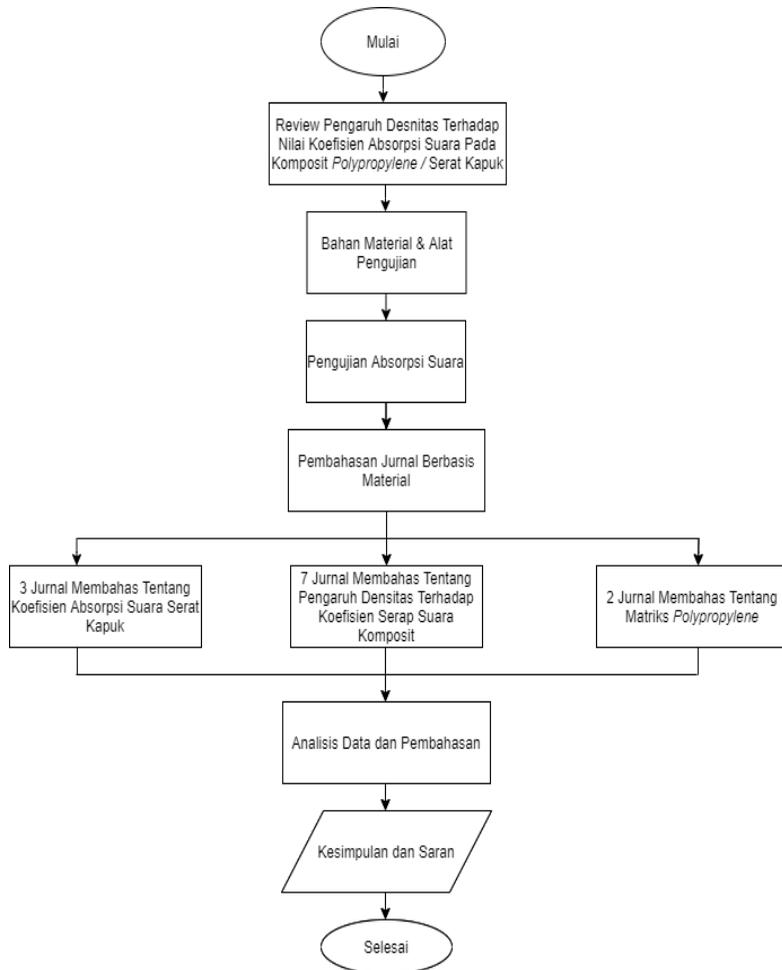
*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB III**

### **METODOLOGI REVIEW**

#### **3.1 Diagram Alir Review Jurnal**

Dalam penulisan *paper review* terdiri dari 12 jurnal dengan rincian, 3 jurnal mengenai koefisien absorpsi suara serat kapuk, 7 jurnal mengenai pengaruh densitas pada komposit, dan jurnal. Tahapan penulisan *paper review* ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.

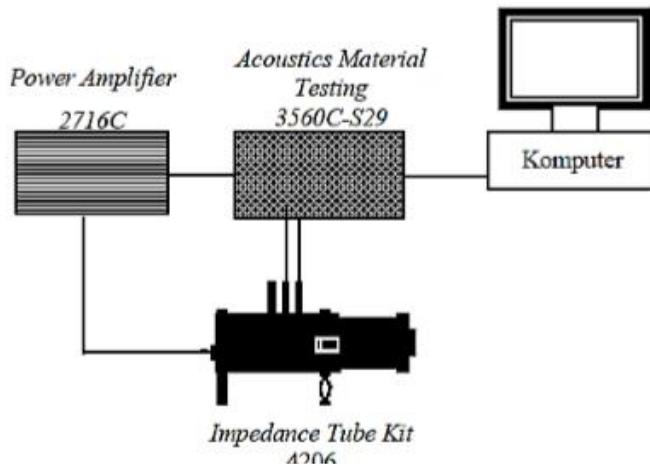
**Gambar 3. 1** Diagram Alir Review Jurnal

### 3.2 Alat Pengujian

Pada review jurnal ini, alat – alat pengujian di jurnal yang digunakan untuk menunjang review jurnal ini adalah uji Koefisien Absorpsi Suara dan uji *Scanning Electron Microscope* (SEM).

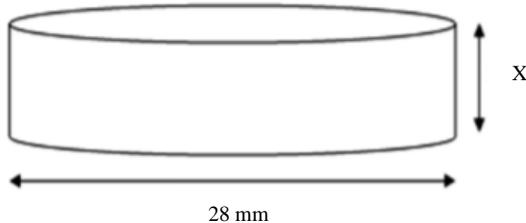
#### 3.2.1 Pengujian Absorpsi Suara

Pengujian absorpsi suara adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu material untuk menyerap suara. Kualitas material penyerap suara di tentukan dari harga  $\alpha$  (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi). Besarnya nilai  $\alpha$  berbanding lurus dengan kemampuan material tersebut untuk menyerap suara. Semakin besar nilai  $\alpha$  maka semakin baik kemampuan material tersebut dalam menyerap suara. Nilai  $\alpha$  berkisar dari 0 sampai 1. Jika  $\alpha$  bernilai 0 maka tidak ada bunyi yang diserap oleh material tersebut sedangkan jika  $\alpha$  bernilai 1 maka 100 % bunyi yang datang diserap oleh material tersebut. Peralatan yang digunakan untuk pengujian koefisien absorpsi suara ini adalah *impedance tube* dengan standarisasi ASTM E1050 yang ditunjukkan oleh Gambar 3.2.



**Gambar 3. 2** Rangkaian Impedance Tube untuk pengujian absorpsi suara. (ASTM 1050)

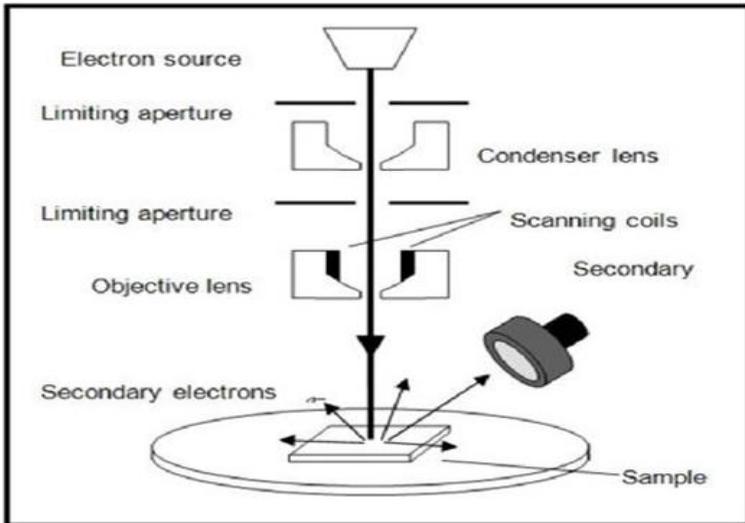
Pada uji absorpsi suara, dimensi yang digunakan yaitu dengan diameter 28 mm dan tinggi yang disesuaikan. Dimensi dari spesimen serat alam dengan variasi ketebalan yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 3.3.



**Gambar 3. 3** Dimensi spesimen uji absorpsi suara  
(Yahya & Chin, 2017)

### 3.2.2 Pengujian SEM

Skema alat uji SEM ditunjukkan pada Gambar 3.4. Cara kerja dari alat uji SEM yaitu menembakkan elektron yang di produksi *electro gun*, lalu melewati *condensing lenses* dan pancaran elektron diperkuat oleh sebuah kumparan, lalu elektron akan difokuskan ke sampel oleh lensa objektif. Pantulan elektron dari permukaan sampel akan ditangkap backscattered electron detector dan secondary electron detector yang kemudian akan diterjemahkan ke dalam bentuk gambar pada display (Nuha Desi, 2008)



**Gambar 3. 4** Skema Pengujian SEM (Fahrizal, 2016)

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

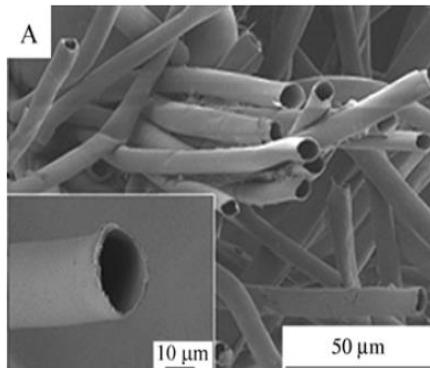
### 4.1 Hasil Dan Pembahasan

Serat alami dari kapuk memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan penyerap suara alternatif. Serat kapuk berlimpah, murah, dan aman bagi manusia dan yang lebih penting adalah ramah lingkungan (Tahir dkk, 2018).

Xiang, dkk., (2013) melakukan penelitian mengenai kemampuan serat kapuk untuk absorpsi suara. Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi serat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.1.

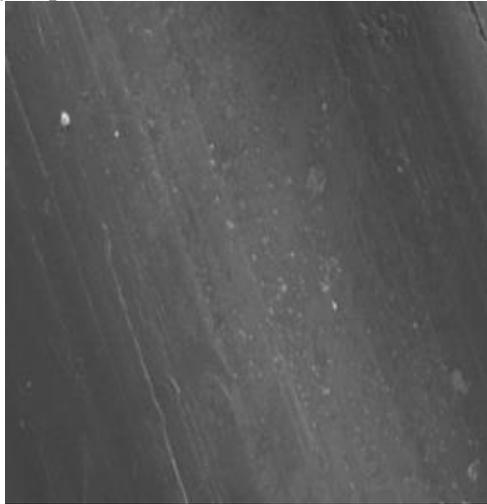
**Tabel 4. 1** Struktur morfologi serat kapuk (Xiang, dkk., 2013)

Diameter Luar ( $\mu\text{m}$ )	Ketebalan Dinding ( $\mu\text{m}$ )	Panjang (mm)	Porositas (%)	Densitas ( $\text{kg/m}^3$ )
15-23	0,7	10-25	84-99	370



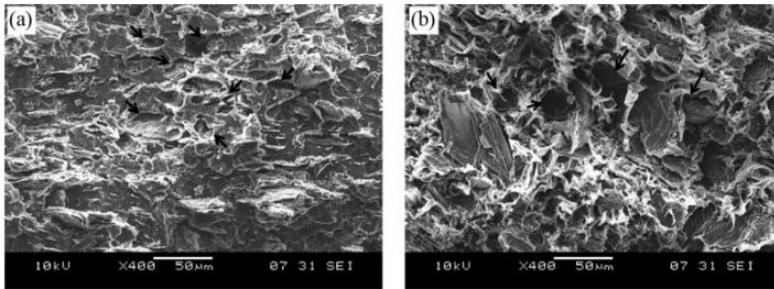
**Gambar 4. 1** Hasil uji SEM serat kapuk (Xiang, dkk., 2013)

Dari hasil SEM yang ditunjukkan gambar 4.1, dapat dilihat bahwa serat kapuk memiliki bentuk seperti pipa berongga besar, hal ini lah yang menjadikan serat kapuk memiliki porositas yang tinggi yaitu lebih dari 80%. Dengan porositas yang besar tentunya serat kapuk menjadi bahan yang sangat cocok untuk dijadikan material penyerap suara.



**Gambar 4. 2** Hasil SEM pada polypropylene (Serbetci, dkk., 2007)

Gambar 4.2 menunjukkan hasil penelitian SEM pada *polypropylene* dengan perbesaran 1500x yang di teliti oleh Serbetci, dkk., (2007). Dari gambar tersebut dapat dilihat struktur dari polypropylene yang sangat halus dan rongga dari pori-pori belum terbentuk. Hal ini menyebabkan koefisien absorpsi suara polypropylene sangat kecil pada frekuensi tertentu karena strukturnya yang kurang berpori.



**Gambar 4. 3** SEM komposit *polypropylene*/serat kapuk. (a) Serat kapuk 40% (b) Serat kapuk 20% (Chun, dkk., 2015)

Chun, dkk., (2015) melakukan penelitian mengenai struktur morfologi dari komposit *polypropylene* / serat kapuk. Gambar 4.3 memperlihatkan hasil uji SEM pada komposit *polypropylene* / serat kapuk. Gambar (a) memiliki komposisi serat kapuk sebanyak 40% dan gambar (b) memiliki komposisi serat kapuk 20%. Dapat dilihat pada gambar tersebut, porositas yang dimiliki gambar (a) lebih sedikit dibandingkan dengan gambar (b). Hal ini dikarenakan gambar (b) memiliki komposisi serat kapuk yang hanya 20% sehingga memiliki densitas yang lebih kecil dibanding gambar (a). Karena densitas serat kapuk lebih besar dari densitas *polypropylene*. Hal ini berkaitan dengan teori dimana densitas akan berbanding terbalik dengan porositas. Semakin besar densitas suatu bahan, maka akan semakin kecil nilai porositas yang terdapat pada bahan tersebut. Dapat juga dilihat struktur yang kasar dan berpori tinggi pada gambar tersebut, menandakan bahwa komposit *polypropylene* / serat kapuk ini merupakan material penyerap suara yang baik.

Penelitian yang dilakukan Veerakumar dkk (2012) meneliti tentang komposit serat kapuk dengan matriks *polypropylene*. Serat kapuk dengan ketebalan 21.4 mm dicampur dengan *polypropylene* dengan ketebalan 40 mm dalam proporsi campuran yang berbeda. Tabel 4.2 menunjukkan komposisi yang terdapat pada komposit tersebut.

**Tabel 4. 2** Komposisi komposit serat kapuk (Veerakumar, dkk., 2018)

Sample Code	Kapok Fibre (%)	Polypropylene Fibre (%)
S1UC	30	70
S2UC	40	60
S3UC	50	50
S1C	30	70
S2C	40	60
S3C	50	50

Dua jenis sampel komposit dengan bentuk tidak terkompresi (UC) dan bentuk terkompresi (C). Tujuan dari mengkompresi sampel adalah untuk mengurangi ketebalan sampel sekitar 30% dibandingkan dengan bentuk yang tidak terkompresi.

**Tabel 4. 3** Karakteristik komposit serat kapuk (Veerakumar, dkk., 2018)

Sample	Thickness (mm)	Bulk Density (kg/m <sup>3</sup> )	Porosity
S1UC	9.21	122.69	0.89
S2UC	9.29	105.92	0.91
S3UC	9.36	75.11	0.94
S1C	6.34	182.02	0.83
S2C	6.44	156.83	0.86
S3C	6.45	113.33	0.9

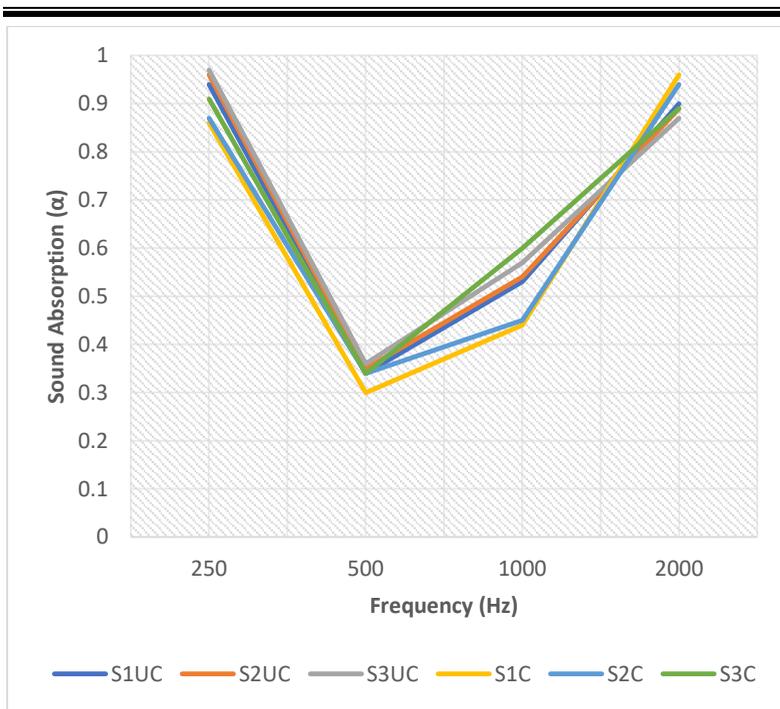
Tabel 4.3 menunjukkan karakteristik dari sampel yang digunakan pada penelitian tersebut. Dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa densitas berbanding terbalik dengan porositas. Semakin meningkatnya densitas maka porositasnya akan semakin berkurang, begitu juga sebaliknya.

Tabel 4.4 menunjukkan nilai koefisien absorpsi suara dari masing – masing sampel yang berbeda desitasnya. Masing – masing sampel di uji koefisien absorpsi suaranya pada frekuensi 250 Hz hingga 2000Hz.

**Tabel 4. 4** Nilai koefisien absorpsi suara komposit pada masing – masing frekuensi (Veerakumar, dkk., 2018)

Sampel	Densitas (Kg/m <sup>3</sup> )	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	NRC
S1UC	122.69	0.94	0.34	0.53	0.90	0.68
S2UC	105.92	0.96	0.35	0.54	0.89	0.68
S3UC	75.11	0.97	0.36	0.57	0.87	0.69
S1C	182.02	0.86	0.30	0.44	0.96	0.64
S2C	156.83	0.87	0.34	0.45	0.94	0.65
S3C	113.33	0.91	0.34	0.60	0.89	0.68

NRC pada tabel 4.4 dapat dihitung dengan menjumlahkan nilai koefisien absorpsi suara pada masing – masing sampel di setiap frekuensinya lalu dibagi 4, yaitu jumlah frekuensi pada penelitian (Jayaram, 2005).



**Gambar 4. 4** Nilai koefisien absorpsi suara komposit serat kapuk / *polypropylene* (Veerakumar, dkk.,2018)

Gambar 4.4 menunjukkan grafik nilai koefisien absorpsi suara pada komposit yang diuji. Secara keseluruhan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai koefisien absorpsi suaranya dari setiap sampel. Yang terlihat jelas disini adalah perbedaan antara sampel S1C dengan densitas yang paling tinggi, dengan S3UC dengan densitas yang paling rendah. S1C dengan densitas yang paling tinggi memiliki nilai koefisien absorpsi yang paling kecil pada frekuensi rendah di 250Hz, namun memiliki nilai koefisien absorpsi yang paling tinggi pada frekuensi 2000Hz. Begitupun sebaliknya yang terjadi pada sampel S3UC yang memiliki densitas paling kecil diantara sampel yang lainnya.

---

Dapat dilihat pada tabel 4.3, sampel S1C memiliki densitas yang paling tinggi, namun saat di frekuensi rendah nilai koefisien absorpsi suaranya lebih kecil dibandingkan sampel lainnya, tetapi sampel tersebut memiliki nilai yang paling tinggi saat frekuensi 2000 Hz. Menurut Allard & Atalla (2009), ketika densitas meningkat, jumlah serat per satuan luas sampel juga meningkat. Karena peningkatan gesekan permukaan, hilangnya energi akustik juga meningkat dan karenanya berkontribusi pada peningkatan koefisien penyerapan suara sampel

Namun hasil yang ditunjukkan gambar 4.5 adalah kenaikan densitas tidak berbanding lurus dengan kenaikan nilai koefisien absorpsi suaranya. Hal ini bisa dikarenakan pengaruh dari nilai koefisien absorpsi suara dari serat kapuk dan juga *polypropylene*.

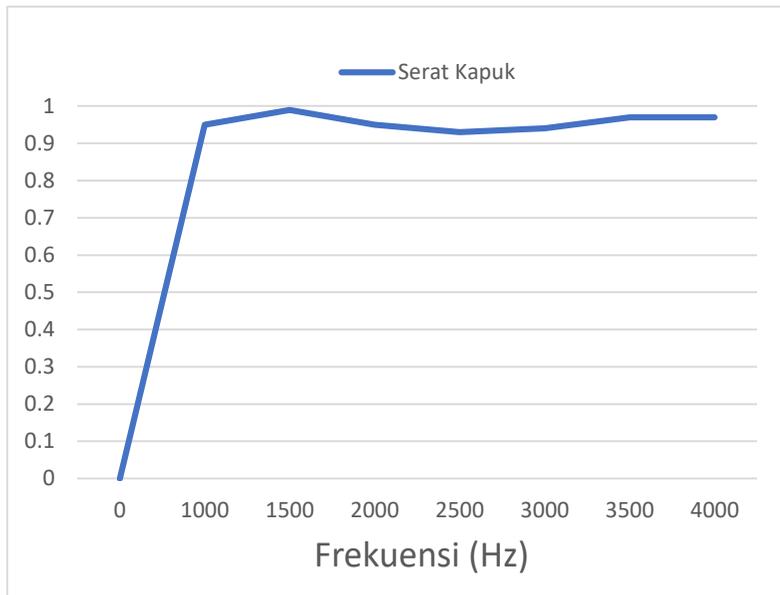
**Tabel 4. 5** Koefisien absorpsi suara *polypropylene* (Sikora, dkk., 2010)

Koefisien absorpsi suara (Hz)	Ketebalan (mm)				
	10	20	30	40	50
100	0,036	0,035	0,031	0,038	0,055
125	0,042	0,039	0,033	0,035	0,064
160	0,056	0,057	0,054	0,020	0,075
200	0,053	0,062	0,054	0,056	0,081
250	0,055	0,062	0,056	0,046	0,095
315	0,045	0,057	0,055	0,099	0,116
400	0,052	0,060	0,065	0,101	0,139
500	0,061	0,072	0,080	0,135	0,199
630	0,077	0,097	0,106	0,214	0,353
800	0,105	0,085	0,200	0,372	0,578
1000	0,168	0,203	0,317	0,731	0,878
1250	0,198	0,247	0,408	0,898	0,696
1600	0,241	0,350	0,838	0,897	0,828
2000	0,289	0,633	0,999	0,710	0,471
2500	0,284	0,921	0,959	0,412	0,441
3150	0,483	0,669	0,819	0,181	0,647
4000	0,467	0,612	0,422	0,747	0,927
5000	0,860	0,422	0,627	0,965	0,614
6300	0,360	0,274	0,972	0,114	0,463
$\alpha_{sr}$	0,207	0,261	0,373	0,356	0,421

Tabel 4.5 menunjukkan nilai koefisien absorpsi suara dari *polypropylene* dengan berbagai ketebalan. Review pada kali ini menggunakan *polypropylene* dengan ketebalan 40mm. Pada hasil yang ditunjukkan pada tabel 4.4, sampel 1 yang mempunyai densitas paling tinggi diantara sampel 2 dan 3, memiliki nilai koefisien absorpsi suara yang lebih rendah dibanding 2 sampel lainnya pada frekuensi 250Hz. Padahal menurut Allard & Atalla (2009), kenaikan densitas akan berbanding lurus dengan nilai

koefisien absorpsi suaranya. Hal tersebut dikarenakan tingginya persentase *polypropylene* pada sampel tersebut yaitu 70%, sedangkan nilai koefisien absorpsi suara *polypropylene* pada frekuensi tersebut sangat rendah yaitu 0.046.

Pada frekuensi 2000 Hz, sampel S1C dengan densitas tertinggi mengungguli sampel lainnya. Sampel S1C dengan densitas yang paling tinggi seharusnya memiliki nilai koefisien absorpsi suara yang lebih rendah dibanding sampel lainnya karena memiliki porositas yang lebih rendah. Namun pada hasil pengujian, sampel S1C yang memiliki nilai koefisien absorpsi suara terbesar pada frekuensi 2000 Hz. Hal tersebut di dukung nilai koefisien absorpsi suara pada *polypropylene* yang cukup tinggi pada frekuensi 2000 Hz yaitu 0.71. didukung juga oleh tingginya nilai koefisien absorpsi suara serat kapuk pada frekuensi 2000 Hz mencapai 0.95



**Gambar 4. 5** Koefisien absorpsi suara serat kapuk (Xiang, dkk., 2013)

Sampel S1C dengan porositas terendah seharusnya memiliki nilai koefisien absorpsi yang paling tinggi saat frekuensi rendah, karena frekuensi rendah dengan panjang gelombang yang panjang saat melewati material absorpsi berpori bunyi yang datang lebih banyak dipantulkan atau diteruskan daripada diserap (Rizal, dkk., 2015). Pada frekuensi rendah, gelombang bunyi yang merambat di dalam tabung memiliki panjang gelombang yang panjang sehingga gelombang yang dipantulkan lebih besar dibandingkan gelombang diserap oleh material (Sinaga dkk, 2012). Sedangkan frekuensi besar dengan panjang gelombang yang pendek saat melewati material absorpsi berpori bunyi yang datang lebih banyak diserap daripada dipantulkan atau diteruskan. Oleh karena itu pada material absorpsi berpori nilai koefisien absorpsinya lebih efektif pada frekuensi tinggi (Rizal dkk, 2015).

Komposit ini tergolong ke dalam *low density* material sehingga memiliki porositas yang tinggi yang menyebabkan nilai koefisien absorpsi suara yang diperoleh sangat tinggi mencapai 0.97 yang tentunya sangat baik digunakan di berbagai aplikasi. Nilai 0.97 tersebut diperoleh pada frekuensi 2000 Hz yang mana cocok untuk diaplikasikan di bidang otomotif, dan juga NRC yang diperoleh cukup tinggi yaitu sebesar 0.69. Dengan nilai NRC yang tinggi tersebut cocok untuk diaplikasikan pada ruang terbuka seperti panel dinding kantor dan yang lainnya.

#### 4.2 Kritisasi Jurnal

Terdapat beberapa hambatan dalam pengumpulan data dari masing-masing jurnal yang ditemui. Beberapa jurnal tidak mencantumkan data penelitian secara jelas dan terperinci. Hal ini tentu menyulitkan dalam proses review jurnal. Seperti yang di contohkan dalam jurnal Veerakumar, dkk., 2012, dalam jurnal tersebut tidak terdapat grafik dari koefisien absorpsi suara pada masing – masing serat, hanya mencantumkan tabel nilai koefisien absorpsi suara pada masing – masing frekuensi, hal ini menyulitkan dalam melihat naik dan turunnya nilai koefisien absorpsi suara pada seluruh sampel secara bersamaan.

---

Ditemukan juga sebuah kesulitan pada saat me *review* jurnal Xiang, dkk., 2013. Pada jurnal tersebut terdapat nilai koefisien absorpsi suara serat kapuk, namun yang terdapat pada jurnal tersebut hanyalah grafik, tidak terdapat table untuk angka pasti dari nilai koefisien absorpsi suara serat kapuk di setiap frekuensinya. Hal tersebut menyebabkan penulis sulit untuk menentukan nilai koefisien absorpsi suara di setiap frekuensinya.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapat pada review ini yaitu:

Peningkatan densitas akan menurunkan porositas. Maka peningkatan densitas akan menaikkan nilai koefisien absorpsi suara pada frekuensi rendah dan peningkatan densitas dapat menurunkan nilai koefisien absorpsi suara pada frekuensi tinggi. Nilai *Noise Reduction Coefficient* (NRC) tertinggi pada komposit *polypropylene*/serat kapuk diperoleh sampel 3 yang tidak terkompresi (S3UC) dengan nilai 0.69.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan pada review ini yaitu:

Penulis menyarankan untuk menggunakan material yang berdensitas tinggi saat diperlukan pada frekuensi rendah, dan menggunakan material yang berdensitas rendah saat diperlukan pada frekuensi tinggi.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- Allard J. F., Atalla N. 2009. **Propagation of Sound in Porous Media**
- Asade, F. & Isranuri, I., 2013. Perancangan Tabung Impedansi dan Kajian Eksperimental Koefisien Serap Bunyi Paduan Aluminium-Magnesium. *Jurnal e-Dinamis*, Vol. 6, No.2, pp. 90-98
- ASTM C423-17. (2017). *Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method*. Washington, DC, USA: ASTM
- Bahri, S., Manik, T. dan Suryajaya. 2016. Pengukuran Sifat Akustik Material Dengan Metode Tabung Impedansi Berbasis Platform Arduino. *Jurnal Fisika FLUX* Vol. 13, No. 2. DOI: <http://dx.doi.org/10.20527/flux.v13i2.3460>.
- Bukit, N. (2012). **Mechanical and Thermal Properties of Polypropylene Reinforced by Calcined and Uncalcined Zeolite.**
- Chun, K. S., Husseinsyah, S., & Yeng, C. M. (2016). Green composites from kapok husk and recycled polypropylene: processing torque, tensile, thermal, and morphological properties. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 29(11), 1517-1535.
- Doelle, L.L. 1972. **Environmental Acoustic**. New york: McGraw-Hill Publishing Company. Ernawati, 2008, Tata busana untuk SMK jilid 2, Departemen pendidikan nasional, Jakarta.
- Doelle, L. L. (1993). *Akustik Lingkungan*. Jakarta: Erlangga.
- Egan, David (1972). **Concepts in Architectural Acoustics**. McGraw-Hill Book Company.
- Ernawati, 2008, **Tata busana untuk SMK jilid 2, Departemen pendidikan nasional, Jakarta.**
- Farrell, W.R. (1958). "Acoustical Materials for Use in Monumental Spaces". *Noise Control*. 4: 32.

- 
- Farid M., Purniawan A., Rasyida A., Ramadhani M., Komariyah S. (2016). **Improvement of Acoustical Characteristics : Wideband Bamboo Based Polymer Composite.**
- Faruk, O. K.-P. (2012). *Biocomposites Reinforced with Natural Fibers*. Progress in Polymer Science 37, Hal. 1552-1596.
- Harris, Cyril (1955). "Acoustical Properties of Carpet". *Journal of the Acoustical Society of America*. **27: 1077.**
- Hendarto, 2011, **Uji Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serat Acak Cieba Pentandra (Kapuk Randu) Dengan Fraksi Berat Serat 10%, 20% dan 30%.** Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, Surakarta
- Howard, D. M. (2009). *Acoustics And Psychoacoustic*. London: **Focal Press.**
- Jayaram K. 2005. **Acoustical absorptive properties of nonwovens, Ph.D thesis, Northern California University, USA.**
- J. Sikora and J. Turkiewicz, "Sound absorption coefficients of granular materials," *Mechanics and Control*, vol. **29**, no. **3**, pp. **149–157**, 2010.
- Jayaram K. 2005. *Acoustical absorptive properties of nonwovens*. Ph.D thesis, Northern California University, USA.
- Koizumi, T., Tsujiuchi, N. and Adachi, A., **The development of sound absorbing materials using natural bamboo fibers, in "High performance structures and composites"**, ed. by Brebbia, C.A. and DeWilde, W.P., WIT Press, UK, Southampton, 2002, p. 157
- Mediastika, C. E. 2005. *Akustika Bangunan: Prinsip- Prinsip dan Penerapannya di Indonesia*. Yogyakarta: Erlangga.
- Mediastika, C. E. 2009. *Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan*. Yogyakarta
- Mirjalili, F., "Enhancing the Dyeability of Polypropylene Fibers by Melt Blending with Polyethylene Terephthalate.", *The Scientific World Journal*, 2013
-

- 
- Mwaikambo, L. Y. (2006). Review of The History, Properties and Application of Plant Fibres. *African Journal of Science and Technology (AJST)*, 7, 120 - 133.
- Nasmi, H. 2018. *Kekuatan mekanik komposit diperkuat serat alam selulosa*
- Rizal, A., Elvaswer, & Fitri, Y. (2015). Karakteristik Absorpsi dan Impedansi Material Akustik Serat Alam Ampas Tahu (Glycine Max) Menggunakan Metode Tabung. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF) Vol. 7 No. 1, 14-18.*
- Sagartzazu, X., Hervella, L. & Pagalday, J., 2014. *Review in Sound Absorbing Materials*. Spain: University of A Coruna.
- Samsudin, E.M., Ismail, L.H. dan Kadir, A.A., 2016, A Review On Physical Factors Influencing Absorption Performance of Fibrous Sound Absorption Material From Natural Fibers, *ARNP Journal of Engineering And Applied Sciences, Vol.11, No. 6, Hal. 3703-3711*
- Sarifudin, S. A. (2013). Analisa Perilaku Mekanik Kompositserat Kapuk Randu Menggunakan matrik Polyester. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 1(2).*
- Schwartz, M.M. 1984. *Composite Materials Handbook*. USA: Mc Graw Hill Inc, New York
- Serbetci K, Kulacoglu H, Devay A, Hasirci N (2007). **Effects of reesterilization on mechanical properties of polypropylene meshes**. *Am J Surg* 194:375–9
- Setiadi, 1983, *Kapok Randu / Disusun Oleh Setiadi, Penebar Swadaya, Jakarta.*
- Shubhra, et al. 2011. **Preparation and characterization of natural silk fiber-reinforced polypropylene and synthetic E-glass fiber-reinforced polypropylene composites: a comparative study**
- Sulistijono. 2012. *Mekanika Material Komposit*. Surabaya :ITS Press.
- Sinaga, D., Defriyanto, I., dan Krisman, M., Pengukuran koefisien Absorpsi Bunyi dari Limbah Batang Kelapa Sawit, *Jurnal Fisika, UNRI, vol. 9, No. 5, hal 415-423.*
-

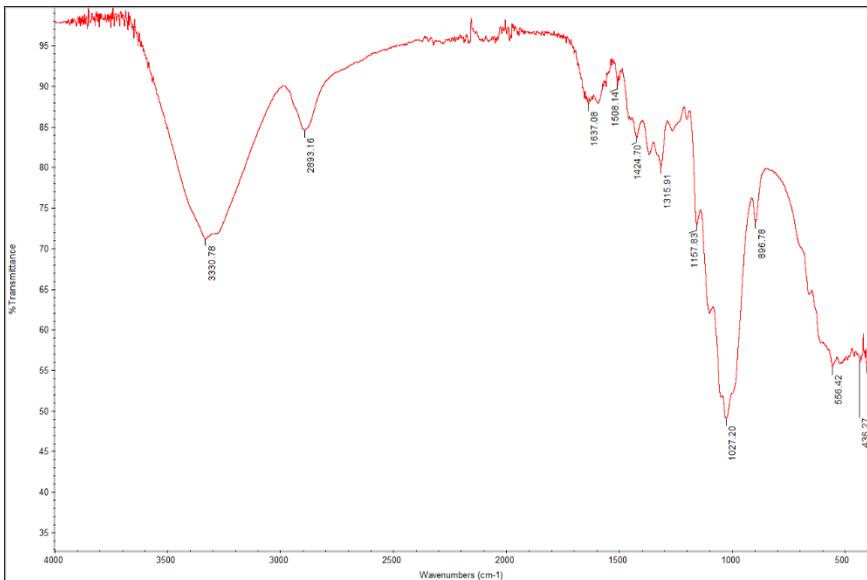
- 
- Tahir M. F., et al. 2018. *The effect of thickness and density on the acoustics properties of Ceiba Pentandra natural fiber*. Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia
- Turan G.T. 2012. **Preparation and characterization of polypropylene blends**.
- Veerakumar A, Selvakumar N. 2012. *A preliminary investigation on kapok/polypropylene nonwoven composite for sound absorption*. Anna University, India
- Watson, Floyd (1941). *Acoustics of Buildings* (Third ed.). John Wiley & Sons, Inc. p. 110.
- Wendy K. K. 2014. **Studi Material Bangunan Yang Berpengaruh Pada Akustik Interior**. Dimensi Interior, Vol. 12, no. 2, Surabaya.
- Xiang, H. F., Wang, D., Liua, H. C., Zhao, N., & Xu, J. (2013). Investigation on sound absorption properties of kapok fibers. *Chinese Journal of Polymer Science*, **31(3)**, 521-529.

## LAMPIRAN

Lampiran ini berisi tentang histori pengerjaan Laporan Tugas Akhir penulis sebelum dilakukan Laporan Tugas Akhir berbasis *paper review*. Laporan Tugas Akhir penulis yang telah dikerjakan dengan judul Analisis pengaruh penambahan serat kelapa terhadap nilai koefisien absorpsi suara komposit silicone rubber / nanoselulosa serat bambu untuk aplikasi material akustik.

Adapun lampiran pengerjaan penulis adalah sebagai berikut:

### A. Analisa Hasil Uji FTIR Nanoselulosa Serat Bambu



**Gambar 1** Hasil Uji FTIR Nanoselulosa Serat Bambu

Pengujian FTIR berikut menggunakan Nanoselulosa dari serat bambu betung. Pengujian FTIR ini dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan senyawa yang terkandung pada

nano selulosa serat bambu betung ini (Siregar,2018). Menurut (Khalil,2015) komponen utama dari serat bambu betung ialah lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Tabel.1 berikut menunjukkan daerah serapan pada pengujian ini

**Tabel 1** Daerah Serapan FTIR Nanoselulosa Serat Bambu Betung

Daerah Serapan (cm <sup>-1</sup> )	Jenis Ikatan	Gugus Fungsi
3300.78	O-H	Alkohol
2893.16	C-H	Alkana
1637.08	C=C	Alkena
1508.14	C=C	Cincin Aromatik
1424.70	C-H	Alkana
1157.83	C-O	Ester

Tabel.1 menunjukkan beberapa daerah serapan pada pengujian FTIR ini. Pada daerah serapan antara 3300 dan 3500 cm<sup>-1</sup> menunjukkan ikatan O-H yang mengalami peregangan. Puncak serapan sekitar 2900 cm<sup>-1</sup> menunjukkan peregangan gugus alifatik C-H (Shanmugarajah, 2015).

Nanoselulosa telah diberi beberapa perlakuan, diantaranya adalah alkalisasi, bleaching, dan hidrolisis asam. Semakin banyak perlakuan, menyebabkan meningkatnya konsentrasi dan menghilangnya beberapa ikatan. Perlakuan pertama adalah alkalisasi, adanya alkalisasi mengurangi ikatan hidrogen karena gugus hidroksil bereaksi dengan sodium hidroksida. Hal ini menyebabkan meningkatnya konsentrasi -OH (Lojewska, 2005)

Perlakuan kedua adalah *bleaching*. *Bleaching* bertujuan untuk meningkatkan kadar kemurnian dengan mengurangi lignin dan pengotor yang tersisa dari proses alkalisasi. Semakin lanjut proses pemurnian maka daerah serapan yang menunjukkan ikatan C=C akan menghilang. Hal ini disebabkan oleh NaOH dan *bleaching* yang dapat menghilangkan kandungan lignin (E. Abraham, 2011). Pada perlakuan ketiga, hidrolisis, tidak

menunjukkan adanya daerah serapan untuk ikatan C=C, C-O-C dan -CH<sub>2</sub>. Ikatan C=C menunjukkan ikatan pada lignin, ikatan C-O-C juga terdapat pada lignin. Perlakuan ini menunjukkan penurunan % transmitansi ikatan O-H yang sangat signifikan pada daerah serapan 3300,78 cm<sup>-1</sup>. Hal ini dikarenakan adanya pemutusan ikatan hidrogen dalam selulosa (M. Ieolovich, 2012).

Pada daerah serapan 1424.70 – 1315.91 cm<sup>-1</sup> menunjukkan ikatan C-H yang merupakan senyawa Alkana. Daerah serapan dengan ikatan C-H menunjukkan adanya kandungan selulosa pada bambu betung yang berikatan (Cheng, Adhikari, Wang, & Ding, 2015). Pada daerah serapan 1157.83 menunjukkan ikatan C-O yang mewakili gugus ester.

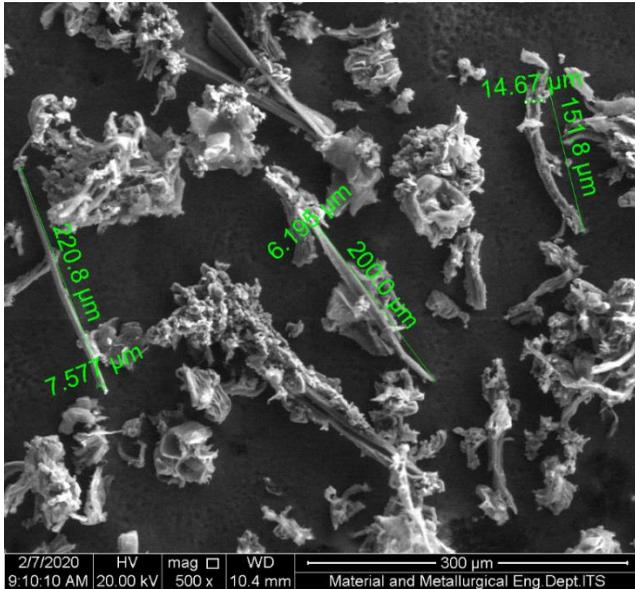
## B. Hasil Uji SEM Nanoselulosa Serat Bambu

Pegamatan secara morfologi dilakukan dengan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). Gambar 2 menunjukkan hasil uji SEM pada Nanoselulosa serat bambu dengan perbesaran 500x

Serat bambu sebelum diberikan perlakuan berukuran 50-80µm Serat tersebut masih mengandung lapisan lignin dan unsur pengotor lainnya.

Untuk mengurangi kandungan lignin dilakukan proses alkalisasi dengan NaOH 5%. Proses ini dapat mengurangi ukuran diameter serat karena bereaksinya dengan sodium (Norul Izani, 2012). Lalu dilakukan proses bleaching dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan NaOH yang bertujuan menghilangkan lignin sisa dari proses alkalisasi dan tentunya dapat mengurangi diameter serat karena lapisan lignin pada serat telah mengurang. Setelah itu dilakukan proses hidrolisis asam menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang bertujuan untuk memecah selulosa dan mendapatkan hasil akhir didapatkan diameter serat berukuran 6.196 – 14.67 µm (Mondragon, 2014).

Bentuk serat tersebut menunjukkan reaksi kimia seperti hidrolisis asam. Serat berbentuk lonjong membuat luas permukaan meningkat dan menunjukkan sifat serat yang reaktif. (Theivasanthi, 2017)



**Gambar 2** Hasil Uji SEM Nanoselulosa Serat Bambu

## UCAPAN TERIMA KASIH

1. Ucapan terima kasih Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya dari awal memulai perkuliahan di ITS hingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir
2. Papa, mama, dan keluarga saya atas semua doa, dukungan dan pengertian yang telah diberikan selama ini
3. Bapak Ir. Moh. Farid, DEA selaku dosen pembimbing I tugas akhir yang telah membimbing dan memberikan saran
4. Ibu Vania Mitha Pratiwi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II tugas akhir yang telah membimbing, memberi dukungan, serta saran
5. Dosen tim penguji seminar dan tugas akhir
6. Seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Material dan Metalurgi
7. Teman – teman Matrice Basketball Club (MBC) yang selalu menemani selama menyalurkan hobi
8. Farros, Daniel, Dipo, Marco, Nurul, Anggi, dan Yuli selaku teman seperjuangan tugas akhir yang sekut parah.
9. Mas Sani yang selalu menghibur dan mengajarkan apa itu rasa sabar.
10. Teman – teman JKTNG; Beggy, Jambrong, Fadhel, Agoy, Skida Nayi, Epong, Kiting, Rapli, Samson, Ghilmen, Aden, Dipo, dan Ghelib yang sangat Ashiap Santuy 86. Plus naufal orang bekasi.
11. Fadhel, Kotak, Dipsy, Epong, Padil, Otnil, dan Akram selaku teman kosan yang selalu ada dikala saya bermuram durja dan diterjang rasa gelisah tak menentu.
12. Teman – teman 61 jaya cabang surabaya yaitu Dewa, Emier, Reza, Ayu, Nuke, Danty, Prita dan kawan – kawan yang selalu ada saat hati terasa gundah gulana tak menentu.
13. Keluarga MT18 yang sangat kucintai dan selalu menemani selama proses perkuliahan.

- 
14. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dan membantu kelancaran selama kuliah serta menyelesaikan tugas akhir ini.

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Oskan Tigana lahir di kota Lampung pada tanggal 18 Desember 1997. Penulis adalah putra ketiga dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formalnya di SDN 01 Pondok Kelapa. Penulis melanjutkan pendidikan perkuliahan di Departemen Teknik Material dan Metalurgi, FTIRS - ITS. Semasa kuliah, penulis aktif di berbagai kegiatan intra dan ekstra kampus, antara lain tergabung dalam Matrice Basketball Club (MBC) dalam perlombaan fakultas (FOG 2018, 2019, 2020) serta institut (IBC 2018, 2019, 2020). Penulis pernah menjadi Wakil Direktur BSO MB HMMT FTI – ITS, serta menjadi ketua tim basket MBC (Matrice Basketball Club). Selain itu penulis juga memiliki pengalaman sebagai ketua panitia pada acara Diesnatalis HMMT tahun 2018. Penulis memiliki pengalaman kerja praktik di PT Garuda Maintenance Facility (GMF) periode juni – juli 2019. Sebagai tugas akhir, penulis mengambil topik mengenai Material Inovatif (komposit). Penulis dapat dihubungi di 082298421119 atau email ke [oskatiganaa@gmail.com](mailto:oskatiganaa@gmail.com)