

Analisis Daya Serap Suara Material Berbasis *Polyester Staple Fibre* untuk Karpet Lantai Kendaraan

Yulianto Joko Sumbogo¹, Dimas Ardiansyah Halim², Joko Suparno³, Kautzar Riski⁴, Dwi Andri W.H.⁵

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Teknik Mesin, Akademi Teknik Wacana Manunggal

Jalan Jagalan No.8, Kel. Cebongan, Kec. Argomulyo, Salatiga 50736, Indonesia

Email:

yuliantoatwm@gmail.com, dimasardiansyah.teknik@gmail.com, jksn1@gmail.com
rizkikautzar@gmail.com, vankaeman@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari tentang kemampuan sifat akustik atau daya serap material karpet lantai kendaraan yang terdiri dari beberapa komponen pembentuk, dengan metode eksperimental menggunakan metode impedansi tabung. Beberapa komponen penyusun material karpet lantai kendaraan ini terdiri dari bagian skin yang meliputi surface yang terbuat dari material serat *polyester staple fibre*, binder terbuat dari material latex SBR, backing terbuat dari material *Polyethylen (PE) powder* dan dibagian *under layer* terbuat dari material *Polyester Fiber (PET) Silencer*. Saat dilakukan pengujian, material karpet lantai kendaraan, dibuat dalam empat sampel untuk mendapatkan data rata-rata koefisien dari peredaman suara yang lebih detail. Metode Pengujian sampel keefisien peredaman suara dengan menggunakan metode impedansi tabung ASTM E1050-98. Untuk menentukan keefektifan kemampuan sifat akustik (daya serap), nilai koefisien peredaman suara yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Penggunaan material *Polyethylen (PE) powder* sebagai backing karpet lantai kendaraan memiliki koefisien peredaman suara dengan rating B (di atas 0.8) pada frekuensi 3.000 Hz. Sedangkan koefisien peredaman suara mencapai titik tertinggi sebesar 0.99 pada frekuensi 4.000 Hz, hal ini dikarenakan backing dengan material *Polyethylen (PE) powder* memiliki lubang berpori, dengan permukaan yang berpori sebagai lapisan ruang udara, sangat efektif meredam dan menyerap suara yang terjadi di dalam kendaraan saat dikendarai, dan untuk memperoleh kemampuan tersebut tidak memerlukan lapisan backing yang terlalu tebal. Koefisien penyerapan suara yang dihasilkan karpet lantai kendaraan meningkat pada frekuensi rendah dan mengalami penurunan pada frekuensi tinggi.

Kata kunci: akustik, koefisien peredam suara, *polyester*, *pe-powder*.

ABSTRACT

This research studies about the ability of the acoustic properties or absorption of the vehicle floor carpet material which consists of several forming components, with an experimental method using the tube impedance method. The components of this car floor carpet material consist of a skin section which includes a surface made of polyester staple fiber plastic fiber, binders made of latex SBR material, backing made of Polyethylene (PE) powder and the under layer made of Polyester Fiber material (PET) Silencer. The carpet material for the vehicle floor was made into three samples to determine the average of sound absorption coefficient. The sound absorption coefficient was obtained from testing the flat test sample using the ASTM E1050-98 tube impedance method. The use of Polyethylene (PE) powder as a backing for floor mats has a sound absorption coefficient with a rating of B (above 0.8) at a frequency of 3,000 Hz. While the sound absorption coefficient reaches the highest point of 0.99 at a frequency of 3,000 Hz. This is because the backing with Polyethylene (PE) powder material has porous holes. The micro surface is used as a layer of air space so that it can effectively reduce and increase the absorption of sound that occurs inside the vehicle when driving. The sound

absorption coefficient of vehicle floor carpet increases significantly at low frequencies and slightly decreases at high frequencies

Keywords: *acoustic, sound absorption coefficient, polyester, pe-powder.*

1. Pendahuluan

Material karpet lantai kendaraan pada saat awal diproduksi hanya terbuat dari bahan plastik vinil. Dengan adanya kemajuan teknologi dan perkembangan kebutuhan dari konsumen kendaraan, saat ini material karpet lantai kendaraan bahannya terbuat dari karpet *non-woven* yang mempunyai banyak kelebihan baik dari segi bentuk yang lebih menarik, lebih tebal dan lebih lembut [1]. Proses pemasangan karpet di kendaraan pun relatif mudah dan cepat dengan cara hanya di lem pada lantai kendaraan [2]. Karpet lantai kendaraan merupakan bagian dari komponen kendaraan, dengan tujuan sebagai dekorasi interior kabin, isolasi suhu-udara, kedap suara, melindungi penumpang, dan untuk mencegah kotor [3]. Secara umum suara atau bunyi yang datang pada sebuah material, terjadi tiga proses yaitu : pemantulan (*reflection*), penyerapan (*absorbtion*) dan transmisi bunyi (*transmission*) [4], [5].

Karpet lantai kendaraan harus memiliki sifat kedap suara yang tinggi dan juga memiliki sifat isolasi terhadap suhu tinggi, karena hal ini sangat mempengaruhi kenyamanan saat berkendara [6]. Untuk memenuhi hal tersebut diperlukan material yang sesuai dengan standar dari karpet lantai kendaraan, terutama dalam ketebalan, berat dan mempunyai permukaan berpori [7]. Pada proses perancangan sebuah kendaraan, melibatkan juga para ahli bidang akustik untuk melakukan penelitian yang berkaitan dengan isolasi suara dan penyerapan suara pada kendaraan [8], [9]. Tantangan bagi para ahli akustik yang terlibat pada perancangan ini adalah dapat mewujudkan kemampuan akustik pada komponen kendaraan secara maksimal, sehingga menambah kenyamanan kendaraan [10]. Material dengan kemampuan menyerap bunyi akan dianalisa sifat akustiknya, sehingga dapat dihasilkan material yang sesuai dengan standar [11]. Konsumen kendaraan menilai kualitas sebuah kendaraan berdasarkan kenyamanan dan kesenyapan interiornya [12]. Kondisi interior dari kabin kendaraan yang kedap suara sangat menarik bagi konsumen untuk memiliki kendaraan tersebut. Efek getaran dan kebisingan pada kendaraan sangat mempengaruhi kenyamanan pengemudi kendaraan

[13]. Tingkat kebisingan yang relatif kecil membuat pengemudi kendaraan merasa nyaman, sehingga tidak mudah merasa lelah dan stress saat berkendara. Salah satu penyebab dari getaran dan kebisingan pada kendaraan adalah kondisi supensi (*shock absorber*) dan ban kendaraan yang sudah tidak normal [14]. Frekuensi yang kurang dari 500 Hz, merupakan frekuensi tingkat getaran dan kebisingan pada kendaraan yang masih aman bagi pengemudi [15].

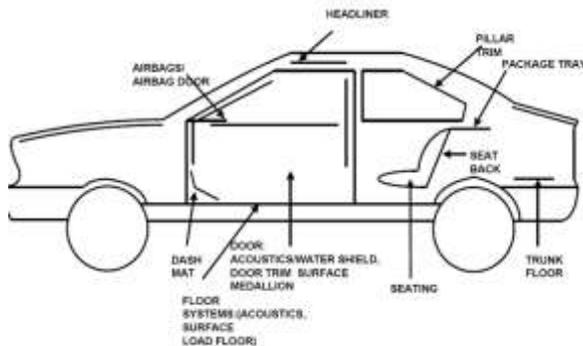
Dari penelitian komponen penyerapan suara, pada ketelitian yang telah ditentukan dapat dilakukan pengukuran dan penghitungan respon akustik independen dari komponen [16]. Pengujian *Tranmission Loss*, yang telah dilakukan diantaranya: uji gema ruangan, uji alpha cabin, uji *Johnson Control*. Penggunaan alat uji impedansi tube dilakukan untuk memperoleh koefisien peredaman suara, pemantulan, transmisi bunyi dan impedansi permukaan [17], [18]. Material peredam suara yang memiliki pori-pori telah dilakukan penelitian dalam penggunaannya untuk mengurangi kebisingan serta untuk mengontrol waktu gema. Di dalam material berpori terdapat mekanisme kehilangan energi yang disebabkan oleh efek viskos dan kehilangan panas.

Sedangkan pada evaluasi metode penyerapan suara pada lantai kendaraan, dengan perpaduan komponen dari berbagai material penyerap suara, ada pabrik pembuat kendaraan di Indonesia selalu mengembangkan perancangan untuk memberikan jaminan kualitas produk karpet lantai kendaraan, untuk mendukung perancangan tersebut, dibuatlah standar yang disebut TSL3600 standar untuk spesifikasi karpet lantai kendaraan [19]. Dengan standar TSL3600 ini mewajibkan pemasok dari industri otomotif itu, khususnya sebagai pemasok material karpet lantai kendaraan senantiasa mengembangkan komponennya agar mempunyai kemampuan yang baik dalam menyerap suara pada kabin kendaraan.

Dalam melakukan analisa metode peredam kebisingan kendaraan, data dari peneliti sebelumnya sangat diperlukan sebagai komparasi. Sumber data ini penulis dapatkan melalui jurnal, yang salah satunya data dari penelitian yang pernah dilakukan

oleh peneliti sebelumnya pada material komposit dari kain tekstil [20]. Penelitian tersebut bertujuan menganalisa kemampuan meredam bunyi pada komposit kain tekstil dengan material *Polyester* [21]. Pada penelitian karpet non-woven dengan permukaan rata dan gelombang menunjukkan bahwa diameter serat *polyester* mempengaruhi nilai koefisien absorpsi, semakin kecil diameter serat *polyester* nilai koefisien absorpsi semakin kecil [22]. Metode teknik pelapisan lantai bangunan untuk mengurangi benturan keras pada kepala saat jatuh, dengan menggunakan material kain tikar tatami setebal 55 mm digabung dengan lantai setebal 16 mm [23]. Penggunaan alat uji *array* mikrofon berlapis ganda untuk mengukur impedansi permukaan dan koefisien absorpsi, telah dilakukan oleh Jørgen Hald, Wookeun Song, dimana karakter impedansi dan koefisien peredaman suara diteliti dengan menggunakan *impedance tube* dan *Johnson-Champoux-Allard (JCA)*.

Fokus dari penelitian Ang adalah perbaikan kemampuan isolasi akustik dan absorpsi dalam kabin dari karpet lantai dengan mengacu pada TSL3600 [24]. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah *Polyethylen (PE) powder*. Dari hasil fokus penelitian tersebut dapat diperoleh komponen karpet lantai sesuai TSL3600, dan melakukan analisa pengaruh material *polyester staple fibre* terhadap standar koefisien peredam suara, meliputi insulasi suara atau peredam kebisingan pada karpet lantai kendaraan.



Gambar 1. Aplikasi karpet pada kendaraan (*Herculon Carpet*)

2. Metodologi Penelitian

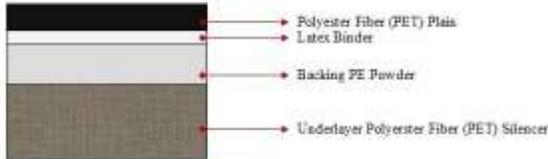
Penelitian diawali dengan pembuatan material karpet lantai kendaraan. Proses pembuatan material karpet lantai kendaraan secara garis besar sebagai berikut :

- a. Proses pembuatan material *skin* melalui beberapa tahap. Tahap pertama membuat *surface* terlebih dahulu dengan cara proses *carding* dengan menggunakan pola *needle punch*. Pola tersebut berpengaruh pada kerapatan tusukan, efek permukaan, dan kepadatan. Material bahan baku yang digunakan berupa serat *polyester staple fiber* yang panjangnya 64 mm. Setelah proses *carding* kemudian diberi *binder latex SBR* pada proses *coating-dry*, setelah itu diberi *backing Polyethylen (PE) powder* pada proses *laminating*. Pada proses pembuatan material *skin* ini beberapa parameter desain yang di harus kontrol adalah : kepadatan, berat, ketebalan, dan *viscositas*. Setiap proses pembuatan karpet lantai kendaraan menggunakan rol atau gulungan, maka proses desain harus memperhitungkan juga tingkat kemoloran dan penyusutannya. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kesesuaian standar produk yang ditetapkan dalam proses produksi. Sedangkan proses pembuatan *under layer* dengan cara proses *carding*, dengan parameter yang dikontrol kepadatan, tebal dan berat. Setelah material *skin* dan *under layer* terbentuk, dilakukan proses penggabungan sesuai metode *sandwich* dengan urutan sesuai desain. Kemudian proses berikutnya material *skin* dan *under layer* yang sudah menjadi satu, dipanaskan pada ruang pemanas dan dilakukan proses *moulding* secara dingin dengan cara di tekan.
- b. Material karpet lantai kendaraan yang sudah selesai proses *moulding* dijadikan sebagai bahan pengujian. Material pengujian ini kemudian dibuat lingkaran dengan garis tengah sebesar 300 mm, besarnya sesuai dengan diameter alat uji tabung impedansi, sedangkan sampel yang dibutuhkan untuk pengujian ini sebanyak 4 buah, agar hasil pengujian dapat diambil rata-ratanya.

Komposisi bahan uji karpet lantai kendaraan, dapat dilihat pada gambar. 2, yang memperlihatkan bahwa susunan material karpet lantai kendaraan. Bagian atas *Skin* terdiri dari : *surface* terbuat dari *Polyester Fiber*, *Binder* terbuat dari *Latex SBR*, *Backing PE Powder*, ketebalan *skin* 4 mm, dan pada bagian *underlayer* terbuat dari *Polyester Fiber (PET) Silencer* dengan ketebalan 10 mm. Ketebalan total material karpet lantai kendaraan sebesar 14 mm.

Tabel 1. Komposisi Material Karpet Lantai Kendaraan

No	Layer	Material	Weight	Thickness
1	Skin	Surface: Polyester Fiber (PET)	260 gsm	4 mm
		Binder: Latex SBR	50 gsm	
		Backing: PE Powder	300 gsm	
2	Under Layer	Polyester Fiber (PET) Silencer	600 gsm	10 mm

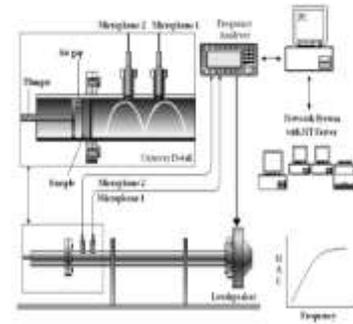


Gambar 2. Komposisi Material Karpet Lantai Kendaraan

Tahapan pada proses penelitian diawali dari melakukan studi literatur hubungan antara desain dan fungsi material karpet lantai kendaraan. Selanjutnya menyiapkan karpet lantai kendaraan untuk sampel pengujian uji datar dengan mengacu pada metode pengukuran koefisien absorpsi suara yang merupakan metode tabung yang mengacu pada ASTM E 1050-98. Dari hasil pengujian material karpet lantai kendaraan tersebut, apabila hasil angka koefisien absorpsi sesuai target desain maka dilanjutkan ke tahap desain material karpet lantai kendaraan sesuai standar yang ditetapkan, kemudian dilakukan analisa dan pembahasan dari desain. Hasil analisis ini dijadikan sebagai dasar menetapkan desainnya. Apabila hasil pengujian material karpet lantai kendaraan tidak sesuai target angka koefisien absorpsi, maka proses kembali lagi pada tahap desain material karpet lantai kendaraan. Setelah dilakukan perbaikan hasilnya sesuai target angka koefisien absorpsi suara, maka dilanjutkan ke proses berikutnya.

Material akustik merupakan bagian dari material teknik yang berfungsi untuk menyerap suara yang dapat menimbulkan efek kebisingan. Energi yang berasal dari suara, dapat diserap oleh material akustik yang berpori. Pengontrolan kebisingan dapat dilakukan oleh material penyerap suara dengan cara menyerap semua energi yang lewatnya. Energi yang diserap tiap bahan berbeda-beda, tetapi secara prinsip setiap bahan mampu untuk menyerap energi suara. Hasil friksi dan resistensi dari material yang bergerak dan terdeformasi akan mengkonversi energi suara menjadi panas. Makroskopis temperatur suatu

komponen tergantung dari energi panas yang dihasilkan. Penyerapan bunyi akibat pembuangan energi suara menghasilkan kalor. Ketika bunyi memasuki komponen berpori, karena tekanan suara, maka terjadi osilasi udara di celah material berpori dengan frekuensi gelombang suara. Dan osilasi ini menghasilkan kerugian gesekan pada material. Tabung impedansi dengan standarisasi ASTM E 1050-98, digunakan sebagai peralatan pengujian yang untuk mengukur koefisien peredam suara.



Gambar 3. Alat Pengujian Peredam Suara
Tabel 2. Parameter setting mesin Alat Pengujian Peredam Suara saat dilakukan pengujian

No	Jenis Setting	Parameter
1	Type	Small
2	Microphone Spacing	0,02 m
3	Distance to Sample from Mic. B, Pos.5:	0,035 m
4	Distance to Sample from Mic. A, Pos.4:	0,57 m
5	Diameter	0,029 m
6	Lower Frequency Limit	500 Hz
7	Measurement	-
8	Lines	800
9	Span	6,4 kHz
10	Averages	150
11	Zoom	FALSE
12	Centre Frequency (Hz):	3200,0
13	Generator	-
14	Generator Active	TRUE
15	Waveform:	Random
16	Signal Level:	1,414 Vrms
17	Pink Filter:	off
18	Environment	-
19	Atmospheric Pressure	103,25 hPa
20	Temperatur:	20,00°C
21	Relative Humidity:	80,0%
22	Velocity of Sound:343,24 m/s	-
23	Density of Air:1,202 kg/m3	-
24	Characteristic Impedance of Air:412,6 Pa (ms)	-
25	Options	-
26	Signal-to-Noise Ratio below:	10 dB
27	Autospectrum (Max-Min) above:	6 dB
28	Calibratio Factor exceeds	2 dB
29	Calibratio Factor exceeds	2 degrees
30	Transfer Function Estimate:	H1

Spesimen pengujian koefisien absorpsi suara dibentuk menyerupai koin atau lingkaran dengan diameter 30 mm sesuai dengan diameter alat uji dan tebalnya sesuai dengan ketebalan benda uji, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Untuk memudahkan pemotongan spesimen agar sesuai standar, maka dibuatkan pola dengan garis tengah sesuai diameter pipa alat uji. Untuk menghilangkan reaksi diantara spesimen dan pola, maka pipa alat uji diberi lapisan Aluminium Foil.



Gambar 4. Sampel Pengujian Peredam Suara

Proses pengujian koefisien peredam suara, menggunakan Alat Tabung Impedansi dengan dua buah mikrofon (Metode Fungsi *Transfer*). Susunan dari Alat Pengujian Peredam Suara adalah sebagai berikut:

1. Pengujian bahan akustik, gelombang yang diterima pada mikrofon kemudian dievaluasi.
2. Penguat Daya, gelombang suara yang masuk diperbesar.
3. Kit Tabung Impedansi, menempatkan sampel untuk diukur nilai peredamannya.
4. Personal Komputer, angka hasil uji kemudian dilakukan pengolahan.

Penahan plastisin sebagai tempat sampel pada alat uji dipasang secara berlawanan dengan arah tabung. Setelah itu diberi pancaran frekuensi bunyi dari gelombang rendah sampai gelombang besar. Permukaan sampel menyerap frekuensi bunyi dari mikrofon pertama, selanjutnya mikrofon kedua menangkap kembali frekuensi tersebut. Fungsi respon frekuensi didapatkan dari hasil evaluasi frekuensi bunyi masuk dan terserap. Angka koefisien penyerapan bunyi setelah dimasukkan ke program aplikasi akan muncul berupa nilai alfa. Mutu komponen peredam suara di tetapkan berdasarkan dari nilai alfanya. Dengan bertambahnya nilai alfa, akan menambah kemampuan menyerap material terhadap bunyi yang masuk. Besaran angka alfa (α) antara nol sampai dengan satu. Apabila angka alfa (α) sama dengan nol, berarti tidak terjadi penyerapan suara pada suatu material. Sebaliknya bila angka alfa (α) sama dengan satu, berarti material tersebut dapat menyerap suara yang masuk 100 %. Metode uji koefisien penyerapan suara berupa spesimen bentuk koin

yang ditempatkan pada bagian atas alat uji, setelah itu speaker akan meneruskan bunyi yang masuk pada alat uji yang sudah terpasang, dengan frekuensi bunyi pada penguat daya diatur pada frekuensi 125 – 5000 Hz.

Molekul udara pada pori-pori serat karpet mengalami kompresi dan relaksasi secara berkala. Hal ini menyebabkan perubahan suhu. Pada saat frekuensi rendah, serat karpet mengalami pertukaran panas secara isothermal. Namun pada saat frekuensi tinggi karpet mengalami kompresi adiabatik. Antara wilayah frekuensi rendah dan tinggi ini, energi suara menghilang. Redaman suara hingga 40%, apabila suara merambat sejajar dengan bidang serat karpet.

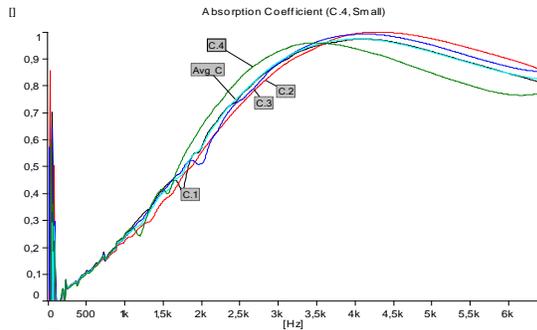
3. Hasil dan Pembahasan

Salah satu aspek utama yang perlu dipikirkan dalam menganalisa sistem peredaman bunyi pada material berongga adalah ketebalan, jenis dan ukuran celah rongganya. Agar terjadi kehilangan energi bunyi karena sentuhan, maka dibutuhkan rongga yang memadai di bagian atas komponen, sehingga bunyi dapat melewatinya.

Tabel 3. Data Uji Peredam Suara Karpet Lantai Kendaraan

Frekuensi (Hz)	Nilai Pengujian Absorpsi Suara				Rata-Rata
	Sampel				
	C1	C2	C3	C4	
504	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11
1.000	0,25	0,23	0,24	0,25	0,24
1.504	0,42	0,37	0,41	0,41	0,40
2.000	0,57	0,55	0,51	0,65	0,57
2.504	0,76	0,73	0,74	0,83	0,77
3.000	0,88	0,86	0,88	0,92	0,89
3.504	0,95	0,94	0,96	0,96	0,95
4.000	0,97	0,99	0,99	0,94	0,97
4.504	0,96	0,99	0,98	0,89	0,96
5.000	0,92	0,97	0,95	0,84	0,92
5.504	0,88	0,94	0,91	0,80	0,88
6.000	0,84	0,90	0,87	0,76	0,84

Tabel 3, menunjukkan data hasil pengujian koefisien absorpsi suara pada karpet lantai kendaraan (sampel C1, C2, C3 dan C4). Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa frekuensi angka penyerapan pada karpet lantai kendaraan tidak sama.



Gambar 5. Koefisiensi Peredam Suara

Pada tabel. 3 terlihat bahwa sampel C1, saat frekuensi rendah alfa bernilai 0,11. Saat frekuensi 504 Hz, besar nilai alfa mengalami peningkatan hingga 0,97 pada frekuensi 4000 Hz. Setelah frekuensi lebih dari 4.000 Hz alfa mengalami penurunan hingga 0,84 pada frekuensi 6.000 Hz. Dengan demikian sampel tersebut memiliki daya peredaman suara terbaik pada frekuensi 4000 Hz dengan nilai alfa yang paling tinggi senilai 0,97.

Sampel C2 saat frekuensi rendah (frekuensi 504 Hz) nilai alfa sebesar 0,11 dan besar nilai alfa mengalami peningkatan hingga 0,99 saat frekuensi 4.504 Hz. Setelah frekuensi lebih dari 4.504 Hz terjadi penurunan nilai alfa hingga 0,90 pada frekuensi 6.000 Hz. Dengan demikian sampel tersebut memiliki daya peredaman suara terbaik pada frekuensi 4.504 Hz dengan nilai alfa yang paling tinggi senilai 0,99.

Sampel C3 saat frekuensi rendah (504 Hz) nilai alfa sebesar 0,11. Besar nilai alfa mengalami peningkatan hingga 0,99 saat frekuensi 4.000 Hz. Setelah frekuensi lebih dari 4.000 Hz terjadi penurunan nilai alfa menjadi 0,87 pada frekuensi 6.000 Hz. Dengan demikian sampel tersebut memiliki daya peredaman suara terbaik pada frekuensi 4.000 Hz dengan nilai alfa tertinggi 0,99.

Sampel C4 saat frekuensi rendah alfa bernilai 0,10 pada frekuensi 504 Hz. Besar nilai alfa mengalami peningkatan hingga 0,96 saat frekuensi 3.504 Hz. Setelah frekuensi lebih dari 3.504 Hz terjadi penurunan pada nilai alfa menjadi 0,76 pada frekuensi 6.000 Hz. Dengan demikian sampel tersebut memiliki daya peredaman suara terbaik dengan frekuensi 3504 Hz dengan nilai alfa yang paling tinggi senilai 0,96.

Nilai rata-rata dari empat sampel, saat frekuensi rendah dengan alfa bernilai 0,11 pada frekuensi di 504 Hz. Besar nilai alfa mengalami peningkatan hingga 0,97 saat frekuensi 4.000 Hz. Setelah frekuensi lebih dari 4.000 Hz terjadi penurunan nilai

alfa menjadi 0,84 pada frekuensi 6.000 Hz. Dengan demikian sampel tersebut memiliki daya peredaman suara terbaik pada frekuensi 4.000 Hz dengan nilai alfa yang paling tinggi 0,97. Dari empat sampel karpet lantai kendaraan (C1, C2, C3, C4) pada saat frekuensi rendah nilai alfa sama sebesar 0,11 pada frekuensi 504 Hz.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karpet lantai kendaraan menunjukkan hasil yang sangat baik sifat absorpsi suaranya, dimana pada frekuensi tinggi lebih baik dari pada pada frekuensi rendah. Dengan bertambahnya ketebalan dan kedalaman rongga material karpet, koefisien penyerapan suara karpet lantai kendaraan mengalami peningkatan saat frekuensi rendah kemudian meningkat lagi secara tidak teratur saat frekuensi tinggi. Namun, koefisien penyerapan suara mengalami perubahan walaupun tidak signifikan dan kemudian mengalami peningkatan pada frekuensi tinggi dengan menambah kepadatan.

Secara garis besar penelitian karpet lantai kendaraan ini, didapatkan hasil seperti di bawah ini:

- Standar yang disyaratkan pada *TSL3600*, telah dapat dipenuhi oleh material karpet lantai kendaraan tersebut.
- Standar tebal dan berat dari skin material karpet lantai kendaraan telah sesuai dengan standar *TSL3600*, yaitu : tebal = 4 mm dan berat = 610 g/m².
- Standar tebal dan berat dari underlayer material karpet lantai kendaraan telah sesuai dengan standar *TSL3600*, yaitu : tebal = 10 mm dan berat = 600 g/m².
- Secara keseluruhan, tebal dan berat material karpet lantai kendaraan telah memenuhi standar, sesuai persyarat *TSL3600*, dengan hasil sebagai berikut: Tebal Total (*skin & underlayer*) : 14 mm dan Berat Total (*skin & underlayer*) : 1210 g/m².

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini, bahwa komposisi pembentuk karpet lantai yang diuji sesuai dengan standar tebal dan berat yang disyaratkan *TSL3600* dengan hasil : skin tebalnya 4 mm, underlayer 10 mm, sedangkan berat skin 610 gsm dan underlayer 600 gsm. Standar koefisien penyerapan dapat terpenuhi secara maksimal, dimana kemampuan sifat daya serap yang baik ini dikarenakan material pada bagian backing karpet lantai kendaraan menggunakan Polyethylen (PE)

powder yang memiliki lubang berpori sehingga menjadi lapisan ruang udara.

Daftar Pustaka

- [1] C. N. Wang and J. H. Torng, "Experimental study of the absorption characteristics of some porous fibrous materials," *Appl. Acoust.*, vol. 62, no. 4, pp. 447–459, 2001, doi: 10.1016/S0003-682X(00)00043-8.
- [2] M. Tascan and K. L. Gaffney, "Effect of glass-beads on sound insulation properties of nonwoven fabrics," *J. Eng. Fiber. Fabr.*, vol. 7, no. 1, pp. 101–105, 2012, doi: 10.1177/155892501200700111.
- [3] S. Islam, M. D. Sukardan, E. Novarini, and F. Aditya, "Porous Absorber of Noise Control Panel Manufacturing From Coconut Fiber and Pet Waste Fiber (Shoody Fiber)," *Arena Tekst.*, vol. 33, no. 2, pp. 47–58, 2018, doi: 10.31266/at.v33i2.4273.
- [4] R. Maderuelo-Sanz, J. Miguel B. Morillas, M. Martín-Castizo, V. G. Escobar, and G. R. Gozalo, "Acoustical performance of porous absorber made from recycled rubber and polyurethane resin," *Lat. Am. J. Solids Struct.*, vol. 10, no. 3, pp. 585–600, 2013, doi: 10.1590/s1679-78252013000300008.
- [5] N. Paşayev, S. Kocatepe, and N. Maraş, "Investigation of sound absorption properties of nonwoven webs produced from chicken feather fibers," *J. Ind. Text.*, vol. 48, no. 10, pp. 1616–1635, 2019, doi: 10.1177/1528083718766843.
- [6] I. N. Nasidi, L. H. Ismail, E. M. Samsudin, M. F. Abdul Khodir, and M. A. Kamarozaman, "The Effect of Different Fibre Length and Different Urea Formaldehyde (UF) content on Sound Absorption Performance of Empty Fruit Bunch (EFB)," *MATEC Web Conf.*, vol. 150, pp. 0–4, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201815003003.
- [7] Z. Yang, H. Peng, W. Wang, and T. Liu, "Crystallization behavior of poly(ϵ -caprolactone)/layered double hydroxide nanocomposites," *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 116, no. 5, pp. 2658–2667, 2010, doi: 10.1002/app.
- [8] Z. Xu, X. Xia, S. Lai, and Z. He, "Improvement of interior sound quality for passenger car based on optimization of sound pressure distribution in low frequency," *Appl. Acoust.*, vol. 130, pp. 43–51, 2018, doi: 10.1016/j.apacoust.2017.08.019.
- [9] S. K. Lee, H. W. Kim, and E. W. Na, "Improvement of impact noise in a passenger car utilizing sound metric based on wavelet transform," *J. Sound Vib.*, vol. 329, no. 17, pp. 3606–3619, 2010, doi: 10.1016/j.jsv.2010.03.001.
- [10] H. Palak and B. K. Kayaoğlu, "Analysis of the effect of fiber cross section and different bonding methods on sound absorption performance of PET fiber based nonwovens using Taguchi method," *J. Text. Inst.*, vol. 111, no. 4, pp. 575–585, 2020, doi: 10.1080/00405000.2019.1651605.
- [11] A. Yori and M. Möser, "A measurement method for the sound absorption coefficient for arbitrary sound fields and surfaces," *Acta Acust. united with Acust.*, vol. 101, no. 4, pp. 668–674, 2015, doi: 10.3813/AAA.918862.
- [12] T. Yang *et al.*, "Study on the sound absorption behavior of multi-component polyester nonwovens: experimental and numerical methods," *Text. Res. J.*, vol. 89, no. 16, pp. 3342–3361, 2019, doi: 10.1177/0040517518811940.
- [13] M. I. Fesina, A. V. Krasnov, and L. N. Gorina, "The Effectiveness of the Suppression of Low Frequency Acoustic Resonances with Porous Sound Absorbing Structures of Multifunctional Upholstery Materials of Car Body Interior," *Procedia Eng.*, vol. 176, pp. 159–168, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.02.284.
- [14] H. B. Huang, R. X. Li, X. R. Huang, M. L. Yang, and W. P. Ding, "Sound quality evaluation of vehicle suspension shock absorber rattling noise based on the Wigner-Ville distribution," *Appl. Acoust.*, vol. 100, pp. 18–25, 2015, doi: 10.1016/j.apacoust.2015.06.018.
- [15] H. Qui and Y. Enhui, "Effect of Thickness, Density and Cavity Depth on the Sound Absorption Properties of Wool Boards," *Autex Res. J.*, vol. 18, no. 2, pp. 203–208, 2018, doi: 10.1515/aut-2017-0020.
- [16] C. Praharn, W. Klinsukhon, N. Suwannamek, P. Wannid, and S. Padee, "Sound absorption performance of needle-punched nonwovens and their composites with perforated rubber," *SN Appl. Sci.*, vol. 2, no. 4, pp. 1–7, 2020, doi: 10.1007/s42452-020-2401-4.
- [17] X. Huang, H. Huang, J. Wu, M. Yang, and W. Ding, "Sound quality prediction and improving of vehicle interior noise based on deep convolutional neural networks," *Expert Syst. Appl.*, vol. 160, p. 113657, 2020, doi: 10.1016/j.eswa.2020.113657.
- [18] C. Ma, H. Liao, M. Li, and Q. Tao, "Investigation on a Erodynamic B EHAVIOR of S Utong," *J. Teknol.*, vol. 2, no. 50808148, pp. 59–64, 2009.
- [19] M. Tascan and E. A. Vaughn, "Effects of Fiber Denier, Fiber Cross-Sectional Shape and Fabric Density on Acoustical Behavior of Vertically

- Lapped Nonwoven Fabrics,” *J. Eng. Fiber. Fabr.*, vol. 3, no. 2, p. 155892500800300, 2008, doi: 10.1177/155892500800300206.
- [20] I. (STAMATE) IULIANA, V. OVIDIU, and I. RADU, “Thickness Influence on Absorbing Properties of Stratified Composite Materials,” *J. Eng. Stud. Res.*, vol. 21, no. 4, pp. 28–34, 2016, doi: 10.29081/jesr.v21i4.4.
- [21] N. S. M. Shahid, M. A. Ahmad*, and F. L. Md Tahir, “Sound Absorption Coefficient of Different Green Materials Polymer on Noise Reduction,” *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 9, no. 3, pp. 2773–2777, 2020, doi: 10.35940/ijitee.c9208.019320.
- [22] F. Shahani, P. Soltani, and M. Zarrebini, “The analysis of acoustic characteristics and sound absorption coefficient of needle punched nonwoven fabrics,” *J. Eng. Fiber. Fabr.*, vol. 9, no. 2, pp. 84–92, 2014, doi: 10.1177/155892501400900210.
- [23] T. Shimizu and K. Yoshitani, “Impact-reduction effect of tatami floor mat made of nonwoven fabric for head injuries in fall accidents,” *J. Build. Eng.*, vol. 24, no. March, p. 100728, 2019, doi: 10.1016/j.jobee.2019.02.020.
- [24] L. Y. L. Ang, Y. K. Koh, and H. P. Lee, “Acoustic metamaterials: A potential for cabin noise control in automobiles and armored vehicles,” *Int. J. Appl. Mech.*, vol. 8, no. 5, pp. 1–35, 2016, doi: 10.1142/S1758825116500721.