

Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya

Ainie Khuriati¹⁾, Eko Komaruddin²⁾, dan Muhammad Nur³⁾

1. Laboratorium Instrumentasi dan Elektronika Jurusan Fisika Universitas Diponegoro

2. Laboratorium Riset Jurusan Fisika Universitas Diponegoro

3. Laboratorium Fisika Atom dan Inti Jurusan Fisika Universitas Diponegoro

Abstract

This research aims to determine sound absorption of absorber materials making from coconut coir composites. Absorber material have been made with different composition from coconut coir composites.

Twelve samples have been made. One of samples is natural coconut coir and the other are made from coco fiber and coco peat with certain compositions. From 12 samples, 10 samples have been tested. Absorption coefficients was measured by impedance tube method with ASTM E-1050:1990 standardization.

The experiment results show that coconut coir is up to standard for absorber material according to ISO 11654, that is with weighed absorption (α_w) over 0,15. Weighed absorption of samples are, A:0,30; B:0,44; C:0,27; D:0,44; E:0,51; F:0,44; G :0,47; H:0,49; I:0,31; J:0,41. So samples A,B,D,E,F,G,H,I and J can be classified in class-D while sample C in class-E. Absorber materials that have been made are also compatible with marketed products. The best composition for absorber was mixture of coco dust and coco fiber. Improving amount of coco fiber improve maximum absorption. Adding air cavity between samples and wall improve absorption. Improving mass density of sample making with similar total mass of composition and similar glue improve absorption in low frequency.

Keyword: coconut coir, coco fiber, coco peat, sound absorber, impedance tube, absorption coefficient, pore.

Intisari

Telah dilakukan penelitian mengenai penyerapan gelombang bunyi oleh peredam suara berbahan dasar material penyusun sabut kelapa. Peredam suara dibuat dengan komposisi dasar yang berbeda.

Dibuat 12 sampel yang terdiri dari 1 sampel sabut kelapa alami dan 11 sampel dari serat dan daging sabut kelapa dengan komposisi tertentu. Dari 12 sampel diambil 10 sampel untuk diuji. Koefisien penyerapan diukur dengan metode tabung impedansi dua mikrofon dengan standarisasi ASTM E-1050:1990.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sabut kelapa memenuhi persyaratan untuk peredam suara sesuai ISO 11654, yaitu dengan α_w di atas 0,15. α_w sampel yang dibuat adalah A:0,30, B:0,44, C:0,27, D:0,44, E:0,51, F:0,44, G :0,47, H:0,49, I:0,31, J:0,41. Sehingga sampel A,B,D,E,F,G,H,I dan J dapat diklasifikasikan dalam peredam suara kelas-D sedangkan sampel C dalam kelas-E. Peredam suara yang dibuat mutunya juga sudah sebanding dengan produk yang ada di pasaran. Komposisi yang paling baik untuk peredam adalah campuran serat dan daging sabut. Peningkatan komposisi serat pada campuran dapat meningkatkan puncak penyerapan. Pemberian rongga udara antara sampel dan dinding meningkatkan penyerapan. Peningkatan massa jenis sampel yang dihasilkan dari bahan dengan berat komposisi yang sama dan jenis perekat yang sama menyebabkan kenaikan penyerapan pada frekuensi rendah.

Kata kunci: sabut kelapa, serat sabut, daging sabut, tabung impedansi, koefisien penyerapan, pori-pori.

Pendahuluan

Dengan semakin majunya teknologi, perkembangan peralatan yang di gunakan manusia semakin meningkat. Baik peralatan tersebut berupa sarana informasi, komunikasi, produksi, transportasi maupun hiburan. Sebagian besar peralatan tersebut menghasilkan suara-suara yang tidak diinginkan sehingga menimbulkan kebisingan. Untuk mengatasi hal tersebut di kembangkan berbagai jenis bahan peredam suara. Di samping itu peredam suara juga dibutuhkan untuk menciptakan bangunan atau gedung dengan karakteristik akustik tertentu sehingga tercipta kenyamanan bagi penggunaannya.

Jenis bahan peredam suara yang sudah ada yaitu bahan berpori, resonator dan panel (Lee, 2003). Dari ketiga jenis bahan tersebut, bahan berporilah yang sering digunakan. Khususnya untuk mengurangi kebisingan pada ruang-ruang yang sempit seperti perumahan dan perkantoran. Hal ini karena bahan berpori retatif lebih murah dan ringan dibanding jenis peredam lain (Lee, 2003). Material yang telah lama digunakan pada peredam suara jenis ini adalah *glasswool* dan *rockwool*. Namun karena harganya yang mahal, berbagai bahan pengganti material tersebut mulai dibuat. Diantaranya adalah berbagai macam gabus maupun bahan berkomposisi serat.

Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga α (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi), semakin besar α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai α berkisar dari 0 sampai 1. Jika α bernilai 0, artinya tidak ada bunyi yang diserap. Sedangkan jika α bernilai 1, artinya 100% bunyi yang datang diserap oleh bahan.

Koizumi (2002) telah mengembangkan bahan peredam suara dari serat bambu yang mutunya bisa sebgus *glasswool*. Youneung Lee (2003) telah mengembangkan peredam suara dari serat *polyester* daur ulang. Dan Seung Yang

(2003) telah melakukan penelitian tentang penggunaan jerami untuk campuran bahan bangunan yang bisa meningkatkan penyerapan bunyi. Jika ditilik lebih mendalam benda-benda di sekeliling kita yang tampak kurang berguna, ada yang dapat dimanfaatkan sebagai peredam suara.

Sabut kelapa mempunyai struktur yang serupa dengan peredam yang telah ada. di sisi lain, Kelapa dihasilkan Indonesia dalam jumlah besar. Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan tahun 1997 areal perkebunan kelapa di Indonesia mencapai luas 3.759.397 ha. Dan menurut humas Departemen Pertanian, produksi kelapa di Indonesia pada tahun 2002 mencapai 85 juta ton kelapa kering (kopra) (Pustakabogor.net, 2003).

Dari hasil panen kelapa yang melimpah di Indonesia, tentunya akan dihasilkan produk sampingan berupa sabut kelapa yang sangat melimpah. Karena sabut kelapa yang dihasilkan dari sebuah Kelapa adalah sekitar 35% berat buah (Ristek.go.id, 2004). Namun, belum semua sabut kelapa yang ada dimanfaatkan dengan optimal.

Experimen

Pembuatan sampel

langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian perinciannya adalah sebagai berikut:

Penyediaan Sabut Kelapa

Sabut kelapa yang di pakai adalah sabut kelapa sudah kering (berwarna coklat)

Pemisahan, Pemotongan Serat dan Pengayakan Daging Sabut Sabut Kelapa

Sabut kelapa di pisahkan bagian-bagiannya menjadi daging sabut (*Cocopeat/Cocodust*) dan serat sabut (*Cocofiber*) dengan menggaruknya memakai sikat diatas talenan.

Agar serat-serat yang ada mudah direkatkan dengan yang lainnya maka serat kasar dipotong menjadi ukuran yang lebih

pendek yaitu $\pm 0,5$ cm dan ± 1 cm. Sedangkan untuk serat halus di biarkan dengan ukuran aslinya dengan panjang ± 3 cm. Di samping pemotongan serat, dilakukan juga proses pengayakan daging sabut dengan saringan teh.

Penentuan Komposisi Sampel

Sampel yang dibuat berjumlah 12 yang diberi nama urut abjad dari A sampai L. Komposisi sampel yang dibuat adalah seperti yang ditunjukkan oleh tabel 1 Lem kanji yang digunakan ada tiga jenis yaitu P,Q dan R. Dengan perbandingan berat pati:air pada proses pembuatan berturut-turut untuk lem kanji P,Q dan R adalah 1:3, 3:50, 1:1.

Pencetakan Dan Pengeringan

Setelah komposisi sampel di buat bahan di campur dan di aduk di dalam baskom, kemudian dicetak (dipres) dengan tekanan dan selang waktu tertentu dan dikeringkan dengan *furnace* pada suhu 120 °C sampai benar-benar kering.

Pemotongan

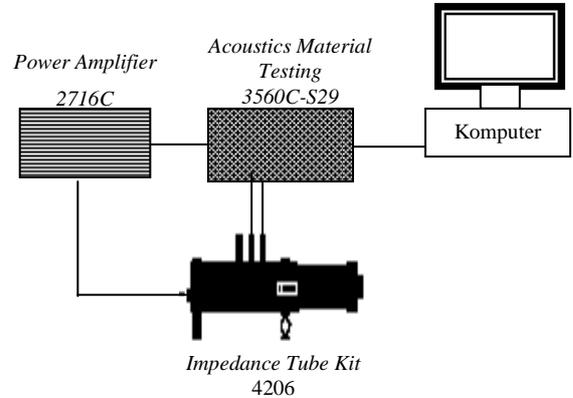
Setelah sampel kering, sampel dipotong menjadi silinder dengan diameter rata-rata 29 mm dan tebal rata-rata 22 mm. Pembuatan silinder sampel dengan diameter 29 mm ini dimaksudkan agar sampel dapat tepat dimasukkan dalam tabung impedansi untuk diukur koefisien serapnya.

Menimbang Sampel

Setelah sampel diuji kemudian ditimbang dan diukur tinggi serta diameter masing-masing sampel untuk mengetahui volumenya. Penentuan berat dan volume sampel ini digunakan untuk mengetahui massa jenis sampel yang akan digunakan untuk menyelidiki pengaruh massa jenis sampel terhadap besarnya koefisien serapan.

Pengujian koefisien penyerapan

Peralatan yang digunakan untuk mengukur koefisien serap bahan adalah tabung impedansi dengan standarisasi ASTM E1050-1990. Diagram rangkaian alatnya seperti ditunjukkan gambar 1



Gambar 1. Diagram alat pengukuran koefisien absorpsi dengan tabung impedansi .

Rangkaian alat terdiri dari:

Acoustic material testing 3560C-S29: Untuk menganalisa sinyal yang diterima mikrofon

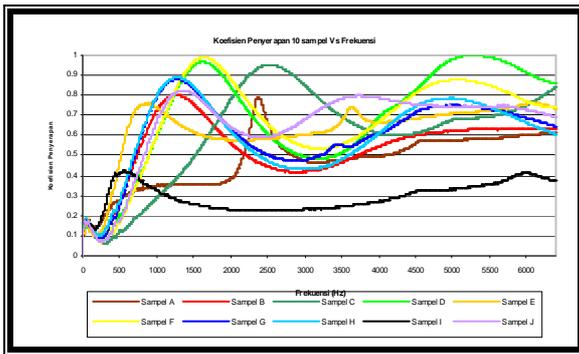
- 1) *Power Amplifier* 2716C: Untuk menguatkan gelombang bunyi
- 2) *Impedance Tube kit* 4206: Sebagai tempat pengukuran koefisien serapan sampel.
- 3) *Komputer* : Untuk mengolah dan menampilkan data pengujian .

Sumber bunyi dihasilkan *Acoustic material testing*, dikuatkan oleh *power amplifier*, kemudian diteruskan ke tabung impedansi. Interferensi bunyi yang terjadi ditangkap oleh kedua mikrophon, dianalisa oleh *Acoustic material testing* dan diolah serta ditampilkan oleh komputer.

Hasil

Dari 12 sampel yang telah dibuat, hanya dilakukan pengujian koefisien penyerapan untuk 10 sampel (A-J).

Hasil pengujian sampel ditunjukkan dalam bentuk grafik hubungan antara koefisien penyerapan bunyi versus frekuensi seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil pengujian koefisien penyerapan 10 sampel uji

Nilai α_w minimum bahan untuk dapat dikategorikan sebagai peredam suara menurut ISO 11654 adalah 0.15. Nilai koefisien penyerapan dari sampel yang dibuat (tabel 2) menunjukkan harga yang memenuhi syarat menurut ISO 11654 untuk mengklasifikasikan sampel tersebut sebagai peredam suara.

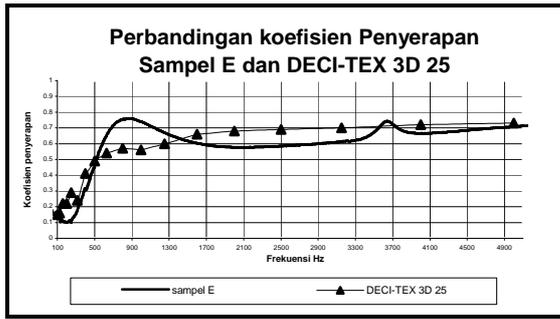
Hasil perhitungan α_w menunjukkan bahwa sampel A mempunyai α_w sebesar 0,30, sampel B sebesar 0,44, sampel C sebesar 0,27, sampel D sebesar 0,44, sampel E sebesar 0,51, sampel F sebesar 0,44, sampel G sebesar 0,47, sampel H sebesar 0,49, sampel I sebesar 0,31, sampel J sebesar 0,41. Dengan demikian sampel E mempunyai α_w paling besar. Berdasarkan ISO 11654, sembilan sampel (A,B,D,E,F,G,H,I dan J) dapat diklasifikasikan dalam peredam suara kelas D dan satu sampel (C) dapat diklasifikasikan dalam kelas E

Pengukuran koefisien penyerapan yang direkomendasikan ISO 11654 adalah metode ruang gaung dengan standarisasi ISO 354. Sedangkan pengukuran koefisien penyerapan bunyi pada sampel dilakukan dengan metode tabung impedansi. Padahal menurut porges (1977) pengukuran koefisien penyerapan dengan metode ruang gaung akan memberikan nilai penyerapan yang lebih besar daripada metode tabung impedansi. Sehingga penyerapan dari sampel yang ada seharusnya lebih besar dari nilai yang terukur. Disisi lain

ketebalan sampel yang dibuat hanya setebal kurang lebih 22 mm. Padahal klasifikasi kelas peredam suara berdasar ISO 11654 tidak memperhatikan ketebalan. Hal ini dicontohkan dengan pengklasifikasian yang dilakukan Rockfon Company (www.rockfon.com,2004) yang mengklasifikasikan produk peredamnya yang berupa *Rockwool* dengan ketebalan yang berbeda-beda. Padahal sampel peredam yang dibuat akan mempunyai penyerapan frekuensi yang lebih tinggi jika ketebalannya ditambah, terutama pada frekuensi rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Doelle (1972) yang mengatakan bahwa efisiensi akustik bahan peredam berpori membaik pada jangkauan frekuensi rendah dengan bertambahnya ketebalan. Dengan bertambahnya koefisien serapan pada frekuensi rendah pada sampel maka α_w sampel akan bertambah. Apalagi sampel yang dibuat dengan tebal kurang lebih 22 mm penyerapannya bernilai rendah pada frekuensi rendah (tabel 2)

Selain dihitung α_w , NRC dari sampel uji juga dihitung (tabel 2) dan dari perhitungan didapatkan NRC sampel A sebesar 0,30, sampel B sebesar 0,41, sampel C sebesar 0,31, sampel D sebesar 0,43, sampel E sebesar 0,47, sampel F sebesar 0,43, sampel G sebesar 0,44, sampel H sebesar 0,45, sampel I sebesar 0,29, sampel B sebesar 0,39.

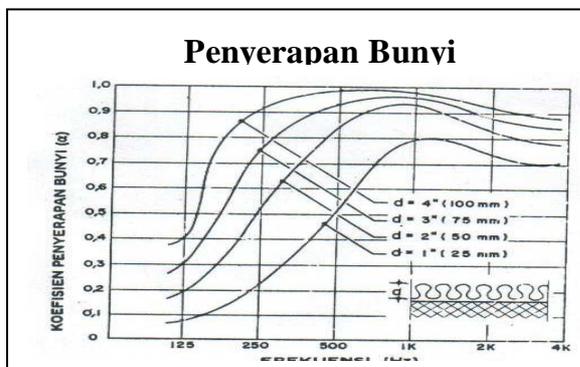
Jika dibandingkan dengan produk peredam suara yang telah dipasarkan, koefisien penyerapan dari sampel uji juga tidak berbeda jauh. Sebagai contoh adalah produk dari INC Corporation (www.inccorp.com.au) dengan kode produk DECI-TEX 3D 25 yang tebalnya 25 mm. Jika DECI-TEX 3D 25 dibandingkan dengan sampel E dalam bentuk grafik maka perbandingannya ditunjukkan oleh gambar 3



Gambar 3. Grafik perbandingan koefisien penyerapan sampel E dan DECI-TEX 3D 25

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa sampel E dan DECI-TEX 3D 25 mempunyai kemiripan koefisien penyerapan. Pada frekuensi dibawah 500 Hz DECI-TEX 3D 25 koefisien penyerapannya sedikit lebih bagus dari sampel E. Tetapi untuk frekuensi diatas 500 Hz sampai dengan 1500 Hz sampel E mempunyai koefisien penyerapan yang lebih bagus. Diatas frekuensi 1500 Hz koefisien penyerapan DECI-TEX 3D 25 sedikit lebih bagus, kecuali pada frekuensi sekitar 3700 Hz. Jika pengukuran absorpsi DECI-TEX 3D 25 dilakukan dengan metode tabung impedansi dan tebalnya disamakan dengan sampel E, tentunya koefisien penyerapan yang terukur akan lebih rendah dan mungkin sampel E akan mempunyai koefisien penyerapan yang relatif lebih tinggi.

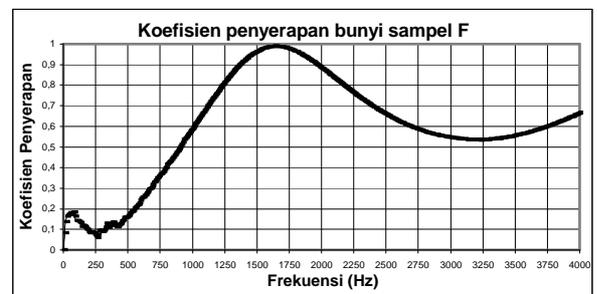
Contoh perbandingan lain adalah penyerap berpori yang berupa selimut fiberglass yang ditunjukkan oleh gambar 4.



Gambar 4. Grafik Penyerapan bunvi selimut fiberglass dengan kerapatan 52 kg/m³ dengan

bermacam-macam ketebalan (pengukuran perusahaan) (Doelle,1972).

Koefisien penyerapan sampel F (gambar 5) tidak kalah bila dibandingkan dengan fiberglass (25 mm). Meski pada frekuensi di bawah 1250 Hz koefisien penyerapan sampel F lebih kecil, namun untuk frekuensi diatas 1250 koefisien penyerapan sampel F terus meningkat sampai mencapai nilai 1. Padahal untuk fiberglass koefisien penyerapannya hanya mencapai tingkat maksimum 0,8 pada frekuensi sekitar 1 KHz yang kemudian menurun. Disamping itu fiberglass juga lebih tebal 3 mm.



Gambar 5. Grafik koefisien penyerapan sampel F

Kualitas Penyerapan Komposit Sabut Kelapa

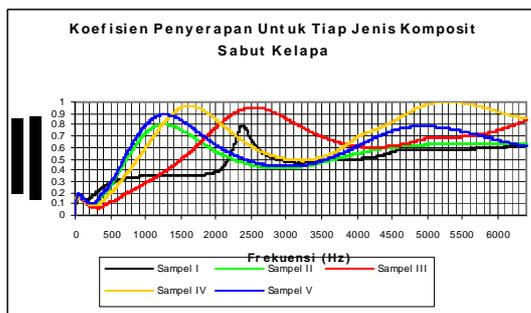
Untuk mengetahui bagian sabut kelapa manakah yang paling efektif dimanfaatkan sebagai peredam suara. Maka dari 10 sampel yang ada di kelompokkan menurut komposisinya. Terdapat 4 sampel yang dapat dikelompokkan untuk menentukan kualitas penyerapan komposit sabut kelapa seperti yang di tunjukkan pada tabel 3 Sampel I merupakan sabut kelapa yang masih alami dan belum dipisahkan bagian-bagiannya. Sabut kelapa yang tersedia langsung dipotong dengan diameter 29 mm dan tebal 22 mm. Sedangkan keempat sampel yang lain merupakan bagian penyusun sabut kelapa yang telah dipisahkan dan direkatkan dengan lem kayu dan air, dimana berat komposisi sabut, lem dan air untuk keempat sampel adalah sama. Dengan

demikian kelima sampel yang ada dapat dibandingkan. Grafik hasil perbandingan kelima sampel ditunjukkan oleh gambar 6.

Tabel 4.2. Komposisi sampel untuk menentukan kualitas penyerapan komposit sabut kelapa

No	sampel	Komposisi	daging	serat kasar	serat
		alami (%)	sabut (%)	$\pm 1\text{cm}$ (%)	halus (%)
1	I (A)	100	-	-	-
2	II (B)	-	100	-	-
3	III (C)	-	-	100	-
4	IV (D)	-	-	-	100
5	V (H)	-	50	50	-

Dari gambar dapat dilihat bahwasanya sampel I (sabut alami) koefisien penyerapannya lebih bagus pada frekuensi di bawah 500 HZ daripada keempat sampel yang lain dan cenderung lebih buruk pada frekuensi diatas 500 HZ jika dibandingkan dengan sampel yang sudah mendapat perlakuan. Meskipun sampel I bagus untuk penyerapan frekuensi rendah, pemakaian sampel tersebut sebagai peredam tidak begitu realistis. Hal ini karena bentuk sabut kelapa yang melengkung (gambar 1 lampiran 1) dan ketebalan yang tidak sama pada tiap bagian



Gambar 6. Grafik koefisien penyerapan komposit sabut kelapa

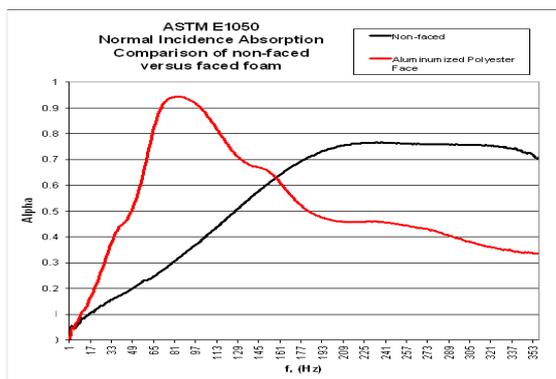
Sehingga pemotongan dan penyusunan kembali dalam bentuk makro akan mengalami kesulitan. Di samping itu sedikit sekali bagian sabut yang dapat langsung di potong dan dipakai langsung sebagai peredam.

Sampel II-V (sabut dengan perlakuan) cenderung lebih bagus koefisien penyerapannya daripada sabut kelapa alami. Hal ini karena setelah sabut dipisahkan dari bagian-bagiannya, daging sabut diayak sehingga butiran-butiran daging sabut yang lembut hilang. Dengan demikian setelah direkatkan kembali akan terbentuk rongga antar butir yang lebih banyak. Sedangkan pada serat yang telah direkatkan kembali terbentuknya rongga yang lebih banyak adalah karena proses penataan seratnya secara acak (*non woven*).

Dari keempat sampel yang mendapat perlakuan sampel II mempunyai koefisien penyerapan yang paling jelek. Koefisien penyerapan sampel II berada di bawah koefisien penyerapan sampel V pada seluruh selang frekuensi. Hal ini menunjukkan bahwasanya pemakaian daging sabut kelapa sebagai komposisi peredam tanpa campuran serat kurang efektif. Jika dilihat dari bentuk fisiknya sampel II (B) mempunyai pori-pori relatif sedikit dibandingkan dengan sampel III, IV dan V. Disamping itu sambungan rongga antar pori juga sedikit. Karena sedikit sambungan antar pori maka efek redaman akibat viskositas kecil. Untuk sampel III, IV dan V, masing-masing mempunyai keunggulan penyerapan pada frekuensi tertentu. Sampel V unggul pada penyerapan pada frekuensi di bawah 1600 Hz dan mempunyai penyerapan maksimum 0,89 pada frekuensi 1600 Hz. Sedangkan untuk sampel IV meski penyerapan pada frekuensi rendah kalah dengan sampel V, sampel IV mempunyai penyerapan yang bagus pada selang 1400 Hz dan 1900 Hz dibanding sampel III dan V. Sampel IV juga mempunyai penyerapan yang sangat bagus, yaitu lebih dari 0.9 pada selang frekuensi 4700 Hz sampai 6100 Hz, jauh diatas penyerapan sampel II dan IV. Bahkan penyerapannya bernilai 1 pada frekuensi 5256 HZ. Sampel III mempunyai keunggulan penyerapan pada frekuensi 2100 Hz sampai 3800 Hz. Dan

mempunyai koefisien penyerapan maksimum pada frekuensi 2552 Hz dengan nilai 0,95.

Dengan merujuk pada keumuman bahwa peredam suara sering dipakai untuk frekuensi rendah, maka komposisi gabungan serat dan daging sabut (sampel V) memberikan kualitas terbaik sebagai peredam suara. Tetapi dengan sedikit manipulasi, peredam dengan komposisi serat (sampel III dan IV) akan bagus digunakan untuk frekuensi rendah. Manipulasi dapat dilakukan dengan cara melapisi peredam suara bagian luar dengan logam yang sangat tipis. Atau memberikan rongga udara antara peredam dan dinding. Dengan manipulasi ini koefisien penyerapan pada frekuensi rendah akan meningkat. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa pelapisan aluminium foil pada busa peredam dapat meningkatkan koefisien penyerapan pada frekuensi rendah



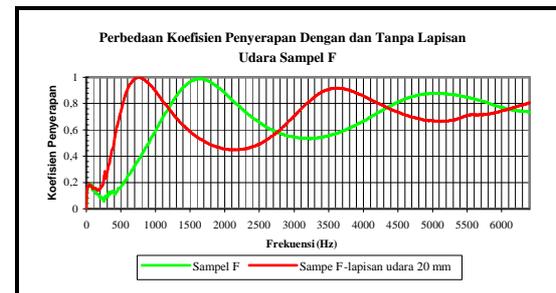
Gambar 4.7. Grafik penyerapan gabus yang dilapisi dan tidak dilapisi aluminium foil (www.tcnind.com)

Pengaruh Pemberian Rongga Udara Antar Sampel dan Dinding Terhadap Perubahan Koefisien Penyerapan.

Pada proses pengukuran koefisien penyerapan yang dilakukan, di ukur juga koefisien penyerapan bahan dengan memberikan lapisan udara antara sampel dan ujung dinding tabung impedansi. Tebal lapisan udara yang di berikan yaaitu 10mm untuk sampel A dan 20 mm untuk sampel B-J. Semua perbandingan grafik

dengan dan tanpa lapisan udara menunjukkan adanya peningkatan koefisien penyerapan pada frekuensi rendah. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan Doelle (1993) bahwa bahan-bahan berpori yang diberi jarak dari lapisan penunjangnya yang padat juga berfungsi sebagai penyerap panel yang bergetar, terutama pada frekuensi rendah.

Dari sepuluh sampel yang ada sampel F mempunyai koefisien yang paling bagus bila dipakai menggunakan lapisan udara. Gambar 8 menunjukkan bahwa pada frekuensi rendah sampel F dengan lapisan udara memiliki koefisien penyerapan yang bagus. Pada frekuensi 500 Hz penyerapannya mencapai 0,75 dan mencapai 1 pada frekuensi 700-800 Hz. Meski pada frekuensi sekitar 2000Hz koefisien penyerapannya menurun, namun masih diatas 0,4. Sedangkan pada frekuensi diatas 2500 Hz koefisien penyerapannya selalu diatas 0,6 Hz



Gambar 8. Grafik koefisien penyerapan sampel F dengan dan tanpa lapisan udara

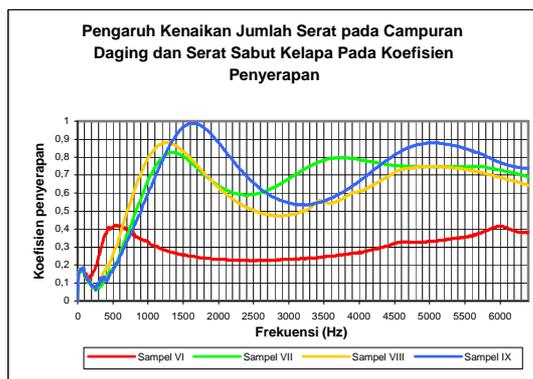
Pengaruh Peningkatan Jumlah Serat Pada Campuran Daging Sabut dan Serat Pada Koefisien Penyerapan

Selain memberikan koefisien penyerapan yang relatif bagus pada frekuensi rendah, campuran daging sabut dan serat pada proses pembuatan peredam juga akan lebih efektif. Karena serat dan sabut dipakai semua maka tidak ada bagian sabut kelapa yang terbuang. Berdasarkan hal ini, maka perlu diketahi pengaruh peningkatan serat pada campuran daging dan serat terhadap koefisien penyerapan.

Dari 10 sampel yang ada, diambil 4 sampel untuk dikelompokkan. Sampel tersebut adalah sampel F ,G, I dan J. Keempat sampel tersebut menggunakan perekat lem kanji yang banyaknya kurang lebih 2 kali total berat daging dan serat (tabel 3.2). Persentase campuran daging dan serat dari keempat sampel ditunjukkan oleh tabel 4.3. Sedangkan grafik koefisien penyerapan dari keempat sampel ditunjukkan oleh gambar 9.

Tabel 4.3. Persentase serat pada campuran serat dan daging sabut pada sampel.

No	sampel	daging	serat kasar
		sabut (% berat)	$\pm 0,5\text{cm}$ (% berat)
1	VI (i)	100	0
2	VII (J)	75	25
3	VIII (G)	62,5	37,5
4	IX (F)	0	100



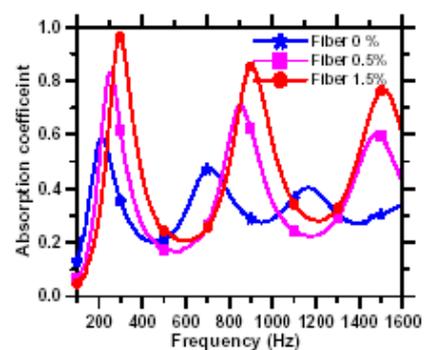
Gambar 9. Grafik koefisien penyerapan sampel dengan persentase komposisi serat berbeda.

Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa sampel VI (i) dengan komposisi serat 0%, mempunyai koefisien penyerapan paling jelek dibandingkan sampel lain. Hanya saja pada frekuensi dibawah 500 Hz koefisien penyerapannya lebih baik dari sampel lain. Sampel VI mempunyai koefisien penyerapan maksimum sebesar 0,42 pada frekuensi 544 Hz. Sedangkan untuk sampel VII (J) dengan komposisi serat 25% koefisien penyerapannya meningkat drastis dibandingkan sampel V(i) pada

frekuensi diatas 750 Hz. Sampel VII mempunyai koefisien penyerapan maksimum sebesar 0,83 pada frekuensi 1360 Hz.

Sampel VIII (G) dengan komposisi serat 37,5 % koefisien penyerapannya juga meningkat drastis dibandingkan sampel V(i) pada frekuensi diatas 750 Hz. Dengan koefisien penyerapan maksimum sebesar 0.88 pada frekuensi 1272 Hz. Sementara sampel IX (F) dengan komposisi serat 100% koefisien penyerapannya di atas 1300 Hz meningkat dibandingkan dengan sampel VIII (G). Tetapi koefisien penyerapannya lebih rendah dari sampel VIII (G) untuk frekuensi dibawah 1300 Hz. Koefisien penyerapan sampel IX (F) mencapai maksimum pada frekuensi 1648 Hz sebesar 0,99.

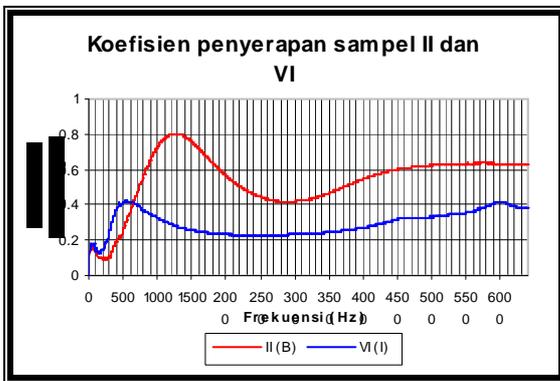
Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan komposisi serat meningkatkan besarnya koefisien penyerapan maksimum (nilai puncak penyerapan) dari sampel. Hal ini serupa dengan hasil penelitian yang dilakukan Neithalath (2005), yaitu dengan menambahkan serat *polypropylene* pada campuran pasir batu gamping dan semen yang menghasilkan koefisien penyerapan seperti pada gambar 10



Gambar 10 Koefisien Penyerapan “EPC 100% # 4 aggregates” (Neithalath, 2005)

Pengaruh Tekanan Pada Proses Pembuatan Sampel Terhadap Koefisien Penyerapan.

Gambar 11 Menunjukkan perbandingan antara dua sampel yang dibuat dengan tekanan yang berbeda tetapi komposisi utamanya sama, yaitu 100% daging sabut kelapa. Sampel B dengan lama penekanan 559 menit dan sampel I dengan lama penekanan 951menit (tabel 3.3.).Meskipun sampel I tersusun dari 100% daging sabut seperti halnya sampel B, sampel I koefisien penyerapannya jauh dibawah sampel B. untuk frekuensi diatas 700 HZ.Hal ini disebabkan karena faktor pemberian tekanan pada sampel I yang lebih lama



Gambar 11. Grafik koefisien absorpsi sampel dengan lama pemberian tekanan berbeda pada proses pembuatannya

Pemberian tekanan yang lebih lama menyebabkan rongga udara alamiah yang terkandung dalam daging sabut kelapa berkurang. Karena tertekan dalam waktu lama, dinding rongga yang berhadapan akan menempel dan tidak kembali lagi pada saat tekanan dihilangkan. Disisi lain koefisien penyerapan sampel I lebih bagus dari sampel B pada frekuensi dibawah 700 Hz. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan tekanan yang lebih lama pada proses pembuatan, koefisien penyerapan pada frekuensi rendah akan meningkat dan pada frekuensi tinggi akan menurun. Dengan kata lain grafik absorpsinya

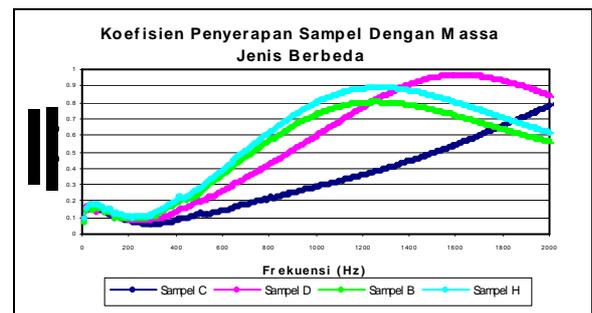
bergeser ke frekuensi rendah dan koefisien serapannya menurun.

Pengaruh Massa Jenis Sampel Terhadap Penyerapan.

Massa jenis sampel dihitung dengan mengukur tinggi dan diameter sampel serta menimbang massanya. Hasil perhitungan dan pengukuran massa jenis ditunjukkan pada lapiran 6. Untuk mengetahui pengaruh massa jenis terhadap koefisien penyerapan diambil sampel B, C, D dan H yang dikelompokkan menjadi satu. Keempat sampel ini mempunyai komposisi yang seragam yaitu 100gr lem kayu, 84 gr air dan 30 gr komposit sabut kelapa, sehingga dapat dibandingkan. Data massa jenis keempat sampel yang telah diurutkan dari yang terkecil ke yang terbesar ditunjukkan pada tabel 4.4. Pada gambar 4.12 ditunjukkan perbandingan koefisien penyerapan sampel yang dipotong hanya sampai frekuensi 2000 Hz untuk memperjelas grafik.

Tabel 4.4. Massa jenis sampel dengan perekat lem kayu

Sampel	Massa jenis (Kg/m ³)
C	0,1791
D	0,1951
B	0,2214
H	0,2266



Gambar 12. Grafik koefisien penyerapan dengan massa jenis berbeda ($\rho_C=0,1791$ kg/m³, $\rho_D=0,1951$ kg/m³, $\rho_B=0,2214$ kg/m³, $\rho_H=0,2266$ kg/m³).

Gambar 12 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya massa jenis,

koefisien penyerapan pada frekuensi rendah meningkat. Penambahan Penyerapan ini terlihat seragam untuk frekuensi di bawah 1200 Hz. Sedangkan untuk frekuensi di atas 1200 Hz sudah mulai tidak seragam.

Kesimpulan

1. Sampel peredam yang dibuat sudah memenuhi kriteria ISO 11654 untuk bisa dipakai sebagai peredam suara dengan sampel E mempunyai α_w paling besar yaitu 0,51.
2. Komposisi yang paling ideal sebagai peredam suara adalah campuran serat dan daging sabut kelapa.
3. Penambahan jumlah serat pada campuran serat dan daging sabut dapat meningkatkan nilai penyerapan maksimumnya.
4. Bertambahnya waktu tekan pada proses pembuatan sampel menyebabkan grafik koefisien penyerapan bergeser ke kiri dan nilainya menurun.
5. Peningkatan massa jenis sampel yang dihasilkan dari bahan dengan berat komposisi yang sama dan jenis perekat yang sama menyebabkan kenaikan penyerapan pada frekuensi di bawah 1200 Hz.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abdurrahman, A. dan Anny Mulyani. 2003. *Pemanfaatan Lahan Berpotensi Untuk Pengembangan Produksi Kelapa* (jurnal Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat). http://pustaka.bogor.net/publ/jp3/jp22_1, diakses 08-09-2004, 00:09.
- [2]. Antila, M. Jari Kataja, Veli-Jukka Ollikainen. 2001. *Ring Sensors for Propagating Wave Detection in Ducts* (jurnal International Congress and Exhibition on Noise Control engineering). Tampere, Finland. www.vtt.fi/tuo/56/english/publications/internoise2001_paper_circ_sens_final.pdf, diakses 14-01-2005, 00.16.
- [3]. Bree, H.E, F.J.M. van der Eerden, J.W. van Honschoten. 1999. *A novel technique for measuring the reflection coefficient of sound absorbing materials* (jurnal universitas Twente), Netherlands. www.microflow.com/rd/scientificpub/tube/tube.pdf, diakses 26-12-2004, 06:00.
- [4]. Doelle, L.L. 1993. *Akustik Lingkungan* (terjemahan Lea Prasetyo). Jakarta. Erlangga.
- [5]. Farina, A, Anna Torelli. 2000. *Measurement of the sound absorption coefficient of materials with a new sound intensity technique* (jurnal universitas Parma). Italy. www.pcfarina.eng.unipr.it/Public/Papers/094-AES97.pdf, diakses 26-12-2004, 06.00.
- [6]. Halliday, D dan Robert Resnick. 1996. *Fisika Jilid I* (terjemahan Pantur Silaban). Jakarta . Erlangga.
- [7]. Kantor Deputy Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. 2001. *Tanaman Perkebunan*. http://www.ristek.go.id/referensi/ttg/pengolahan_pangan/DIPTI/tanaman_perkebunan.pdf, diakses 03-10-2004, 01:12.
- [8]. Knapen, E, R Lanoye, G Vermeir, W Lauriks, Van Gemert, 2003. *Acoustic properties of sound absorbing, polymer-modified porous cement mortars* (jurnal International Conference On Material Science And Restoration 6th). Leuven, Belgium. <http://perswww.kuleuven.ac.be/~u0030736/pdf/2003%20MSR%20VI%20-%20acoustical%20properties.pdf>, diakses 23-03-2005, 22:46.
- [9]. Koizumi, T. ,N. Tsujiuchi, A. Adachi. 2002. *The development of sound absorbing materials using natural bamboo fibers* (jurnal universitas Doshisha). Jepang. WIT

- Press,
<http://library.witpress.com/pdfs/abstracts/HPS02/HPS02016AU.pdf>, diakses 08-08-2005, 10:18.
- [10]. Lee, Y and Changwhan Joo. 2003. Sound Absorption Properties of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers (Autex Research Journal, Vol. 3, No2, June 2003). www.autexrj.org/No2-2003/0047.pdf, diakses 26-12-2004, 06:00.
- [11]. Neithalath, N. Jason Weiss, Jan Olek. 2004. Improving the acoustic absorption of enhanced Porosity concrete with fiber reinforcement (jurnal universitas Purdue). USA. http://bridge.ecn.purdue.edu/~concrete/weiss/publications/o_conference/OC-022.pdf, diakses 24-03-2005, 22:54.
- [12]. Porges, G. 1977. Applied Acoustic. London. Edward Arnold (publisher).
- [13]. Prodi, N, F Pompoli. 2003. A New Apparatus For Measuring The Absorption Coefficient For Normal Incidence (jurnal universitas di Ferrara). Italia. <http://acustica.ing.unife.it/staff/nicola/articoli%20NP/IOA%202003%20Prodi%20Pompoli%20Bonfiglio.pdf> , diakses 08-08-2005, 10:14.
- [14]. Prout, J.H.Gordon R., 1990. Acoustic For You. Florida. Robert E. Krieger publishing Co., Inc.
- [15]. Sasongko, D. P., Hadiyanto, A., Subagyo, A., Hadi, S.P., Asmorohadi, N., 2000. Kebisingan Lingkungan. Semarang. Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- [16]. Shinha, D.N .2002. Multi purpose Acoustics Sensor (jurnal). Loss Alamos, <http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/02/naturalgas/5-3.pdf>, diakses 08-07-2005, 09:45.
- [17]. Worthing Borough Council. 2003. Sound Insulation Performance Standards. <http://www.worthing.gov.uk/Planning/BuildingControl/TechnicalGuidanceNotes/28SoundInsulationPerformanceStandards.htm>, diakses 15-05-2005, 10:25.
- [18]. www.acoustics.salford.ac.uk . 2004. Absorption for room treatment. University of Salford. http://www.acoustics.salford.ac.uk/student_area/bsc3/room_acoustics/absorption.pdf , diakses 28-05-2005, 11:12.
- [19]. www.answers.com. Equal Loudness Contour, <http://www.answers.com/topic/equal-loudness-contour.htm> , diakses 10-05-2005, 00:17.
- [20]. www.bksv.com. 2003. Product Data. www.bksv.com/pdf/Bp1039.pdf, diakses 15-07-2005, 10:16.
- [21]. www.incorp.com. 2003. Data Sheet absorption. http://www.inccorp.com.au/upload/Deci-Tex_3D.pdf , diakses 18-06-2005, 23:50.
- [22]. www.microflown.com. 2001. The Acoustics Impedance Application.. www.microflown.com/rd/books/book/c.pdf , diakses 25-05-2005, 00:03.
- [23]. Yang, H, Dae-Jun Kim , Young-Kyu Lee, Hyun-Joong Kim, Jin-Yong Jeon, Chun-Won Kang. 2003. Possibility of using waste tire composites reinforced with rice straw as construction materials (jurnal Bioresearch Technology). Korea. <http://plaza.snu.ac.kr/~fpbk21/pdf/2004/1-1-5.pdf> diakses 08-08-2005, 10:31.