

# JURNAL REKAYASA SRIWIJAYA

---

---

No. 2 Vol. 21, Juli 2012

ISSN 0852-5366

---

---

- PENGOLAHAN AIR LIMBAH KAIN JUMPUTAN DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE KOMBINASI ADSORPSI DAN REAGEN FENTON** 1 – 9  
Tuty Emilia Agustina, Dwi Hani Paela, Muhammad Chaidir
- ANALISIS KARAKTERISTIK MULTI-LAYER PANEL AKUSTIK  
BERBAHAN DASAR SERAT SABUT KELAPA** 10 – 15  
Firmansyah Burlian, Zulkarnain
- PERENCANAAN POMPA ESP PADA LAPANGAN DHI SUMUR KA-07 PT. PERTAMINA  
EP REGION SUMATRA FIELD PENDOPO** 16 – 23  
M. Andhika Ari Putra, Ubaidillah Anwar Prabu
- PERENCANAAN TEKNIS PENAMBANGAN BATUBARA PERIODE  
APRIL-SEPTEMBER 2012 PADA PIT OPTIMASI PT. CIPTA KRIDATAMA  
JOBSITE PT. TITAN WIJAYA BENGKULU UTARA** 24 – 28  
Yogi Adrian, Bochori
- STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON GAP GRADED DENGAN  
OPTIMALISASI FAKTOR AIR SEMEN** 29 – 33  
Sri Kirana Meidiani, Hanafiah, Rosidawani
- PERENCANAAN PONDASI MESIN VERTICAL MILL** 34 – 40  
Ratna Dewi, Rezky Anugrah Wati

---

---

Diterbitkan oleh:

Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) – 30662  
Email: unit-ppm.teknik@unsri.ac.id ;unitppm\_ftunsri@yahoo.co.id

---

---

# JURNAL REKAYASA SRIWIJAYA

No. 2 Vol. 21, Juli 2012

ISSN 0852-5366

- 
- PENGOLAHAN AIR LIMBAH KAIN JUMPUTAN DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE KOMBINASI ADSORPSI DAN REAGEN FENTON 1 - 9  
Tuty Emilia Agustina, Dwi Hani Paela, Muhammad Chaidir
- ANALISIS KARAKTERISTIK MULTI-LAYER PANEL AKUSTIK 10 - 15  
BERBAHAN DASAR SERAT SABUT KELAPA  
Firmansyah Burlian, Zulkarnain
- PERENCANAAN POMPA ESP PADA LAPANGAN DHI SUMUR KA-07 PT. PERTAMINA 16 - 23  
EP REGION SUMATRA FIELD PENDOPO  
M. Andhika Ari Putra, Ubaidillah Anwar Prabu
- PERENCANAAN TEKNIS PENAMBANGAN BATUBARA PERIODE 24 - 28  
APRIL-SEPTEMBER 2012 PADA PIT OPTIMASI PT. CIPTA KRIDATAMA  
JOBSITE PT. TITAN WIJAYA BENGKULU UTARA  
Yogi Adrian, Bochori
- STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON GAP *GRADED* DENGAN 29 - 33  
OPTIMALISASI FAKTOR AIR SEMEN  
Sri Kirana Meidiani, Hanafiah, Rosidawani
- PERENCANAAN PONDASI MESIN *VERTICAL MILL* 34 - 40  
Ratna Dewi, Rezky Anugrah Wati
- 

Diterbitkan oleh:

Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) - 30662  
Email: unit-ppm.teknik@unsri.ac.id ; unitppm\_ftunsri@yahoo.co.id

# DAFTAR ISI

Jurnal Rekayasa Sriwijaya No. 2 Vol. 21, Juli 2012

---

- PENGOLAHAN AIR LIMBAH KAIN JUMPUTAN DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE KOMBINASI ADSORPSI DAN REAGEN FENTON** 1 – 9  
Tuty Emilia Agustina, Dwi Hani Paela, Muhammad Chaidir
- ANALISIS KARAKTERISTIK MULTI-LAYER PANEL AKUSTIK  
BERBAHAN DASAR SERAT SABUT KELAPA** 10 – 15  
Firmansyah Burlian, Zulkarnain
- PERENCANAAN POMPA ESP PADA LAPANGAN DHI SUMUR KA-07 PT.  
PERTAMINA EP REGION SUMATRA FIELD PENDOPO** 16 – 23  
M. Andhika Ari Putra, Ubaidillah Anwar Prabu
- PERENCANAAN TEKNIS PENAMBANGAN BATUBARA PERIODE  
APRIL-SEPTEMBER 2012 PADA PIT OPTIMASI PT. CIPTA KRIDATAMA  
JOBSITE PT. TITAN WIJAYA BENGKULU UTARA** 24 – 28  
Yogi Adrian, Bochori
- STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON GAP *GRADED* DENGAN  
OPTIMALISASI FAKTOR AIR SEMEN** 29 – 33  
Sri Kirana Meidiani, Hanafiah, Rosidawani
- PERENCANAAN PONDASI MESIN *VERTICAL MILL*** 34 – 40  
Ratna Dewi, Rezky Anugrah Wati

---

Diterbitkan oleh:

Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) – 30662  
Email: unit-ppm.teknik@unsri.ac.id ; unitppm\_ftunsri@yahoo.co.id

# Jurnal Rekayasa Sriwijaya

No. 2 Vol. 21, Juli 2012

**Penanggung Jawab**

**: Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA**

**Redaktur Umum**

**: Dr. Hj. Tuty Emilia Agustina, ST, MT**

**Redaktur**

**: Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc**

**Wakil Redaktur**

**: Ir. H. Djuki Sudarmono, DESS**

**Sekretaris**

**: Bochori, ST, MT**

**Editor**

**: 1. Zulkarnain, ST, MT**

**2. M. Baitullah Al Amin, ST, M.Eng**

**Tata Usaha**

**: RD. Ida Farida**

## Mitra Bestari No. 2 Vol. 21, Juli 2012

**Prof. Ir. H. Machmud Hasjim, MME**, Guru Besar Emeritus Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Unsri

**Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS**, Guru Besar Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Unsri

**Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, MS**, Guru Besar Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Unsri

**Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA**, Guru Besar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unsri

**Dr. Eng. Ir. Gunawan Tanzil**, Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Unsri

## Diterbitkan oleh:

Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Gedung Grha Pertamina Lantai 2 Kampus Unsri Inderalaya

Jalan Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Ogan Ilir Sumatera Selatan – 30662

Telp. (0711) – 580062 ; Email: [unitppm\\_ftunsri@yahoo.co.id](mailto:unitppm_ftunsri@yahoo.co.id)

---

Terbit secara berkala pada bulan Maret, Juli dan November

# ANALISIS KARAKTERISTIK MULTI-LAYER PANEL AKUSTIK BERBAHAN DASAR SERAT SABUT KELAPA

Firmansyah Burlian, Zulkarnain\*

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) - 30662

\*E-mail : nain\_sae@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mempelajari karakteristik akustikal multi layer serat sabut kelapa yang digunakan sebagai bahan penyerap bunyi. Untuk meningkatkan karakteristik akustik serat sabut kelapa pada frekuensi rendah, pelat berlubang (perforated plate) dapat digunakan sebagai bahan pelapis di bagian depan atau belakang bahan penyerap. Hal ini dilakukan dimaksudkan untuk meningkatkan nilai impedansi permukaan dari bahan penyerap. Analisis dilakukan dengan menyediakan pelat berlubang yang terbuat dari aluminium dengan ketebalan 1 mm. Diameter lubang dari pelat berlubang adalah 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm dan 5 mm. Rasio perforasi (perforation ratio) pelat berlubang adalah 0.1, 0.15, dan 0.20. Serta dikombinasikan juga dengan penggunaan aluminium foil. Penggunaan bahan lapisan seperti aluminium foil dan pelat berlubang digunakan dalam penyelidikan ini dimaksudkan untuk meningkatkan nilai impedansi permukaan panel sabut kelapa, untuk meningkatkan nilai koefisien penyerapan bunyi. Dari hasil eksperimental dan simulasi penggunaan bahan lapisan aluminium foil menunjukkan nilai yang cukup baik. Nilai koefisien penyerapan bunyi sabut kelapa setelah dilapisi dengan kedua bahan tersebut memberikan nilai penyerapan yang pada frekuensi rendah. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa persamaan model yang dikembangkan oleh Komatsu (2008) menunjukkan hasil yang memuaskan pada range frekuensi 115 Hz – 1500 Hz untuk ketebalan sampel serat sabut kelapa 10 mm. Dari hasil simulasi dengan menggunakan metode empiris yang telah ada, masih menghasikan nilai koefisien penyerapan yang kurang memuaskan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam untuk mendapatkan persamaan yang lebih sesuai untuk memprediksi karakteristik akustik bahan penyerap bunyi dengan bahan dasar serat sabut kelapa.

**Kata Kunci:** Serat sabut kelapa, koefisien penyerapan bunyi, pelat berlubang, aluminium foil, GNU Octave

## I. PENDAHULUAN

Intensitas suara bising dapat dikontrol dengan menggunakan bahan penyerap akustik. Bahan penyerap akustik adalah bahan yang dapat mengurangi energi akustik gelombang bunyi. Energi akustik gelombang bunyi yang mengenai sebuah bahan penyerap akustik, sebagian diserap yang terkonversi menjadi energi panas. Prestasi penyerapan bahan penyerap akustik ini dengan koefisien penyerapan bunyi ( $\alpha$ ) yang besarnya antara 0 dan 1. Di pasaran, bahan penyerap akustik umumnya berupa bahan berpori dan busa berliang atau serat sintetik. Untuk meningkatkan nilai penyerapan bunyi di frekuensi rendah, bahan penyerap akustik dikombinasikan dengan pelat berlubang, sela udara dan bahan berpori.

Beberapa peneliti melakukan terobosan untuk mengembangkan bahan penyerap akustik baru menggunakan serat organik sebagai bahan penyerap bunyi. Yang et al (2003) meneliti paduan jerami padi

dan partikel-partikel kayu menjadi papan komposit untuk menyerap kebisingan. Wassilief (1996) menggunakan partikel kayu sebagai bahan dasar. Beliau menunjukkan pengaruh tiga parameter (ditambah dengan ketebalan sampel) resitivitas aliran udara, porositas, turtuositas yang menentukan nilai penyerapan bunyi. Untuk menyerap kebisingan pada frekuensi rendah harus menggunakan bahan yang lebih tebal. Ini akan menyebabkan peningkatan bobot bahan dan tempat untuk menginstalnya. Pengukuran koefisien penyerapan bunyi bahan penyerap akustik dapat dilakukan melalui analisis-ataupun melalui pengujian di laboratorium. Nilai koefisien penyerapan bunyi bergantung pada jenis gelombang bunyi datang yang sampai kepada bahan penyerap akustik. Gelombang bunyi datang dapat dibedakan sebagai gelombang datang normal, gelombang datang bunyi serong dan gelombang bunyi datang acak.

Untuk meningkatkan koefisien penyerapan bunyi pada frekuensi rendah dapat dilakukan dengan cara

meningkatkan massa jenis bahan atau memperbesar nilai impedansi rintangan aliran udara. Zent & Long (2007) dalam penelitian mengenai pengaruh lapisan membran dan filem menjelaskan bahwa kedua lapisan tersebut dapat meningkatkan koefisien penyerapan pada frekuensi rendah. Lapisan membrane dapat berupa lapisan bahan berpori dengan nilai rintangan aliran yang terhingga, sedangkan lapisan filem merupakan lapisan yang berupa lapisan plastik atau logam dengan rintangan aliran udara yang tak berhingga.

Dalam penelitian Sakagami et all (1996) telah melakukan pengujian mengenai penyerapan bunyi bahan jenis membran atau selaput. Hasil penelitian mereka ini mendapatkan bahwa penggunaan membrane atau selaput saja yang digunakan sebagai bahan penyerap bunyi tidak menghasilkan nilai penyerapan yang baik. Oleh karena itu perlu penggunaan bahan berpori dalam menggantikan bagian rongga udara. Penelitian mereka ini juga mendapati penggunaan membran atau selaput yang disokong bahan berpori dapat meningkatkan penyerapan bunyi pada frekuensi rendah.

Tambah pula, untuk meningkatkan nilai koefisien penyerapan bunyi pada frekuensi rendah, dapat pula digunakan pelat berlubang. Beranek (1993) menjelaskan faktor-faktor yang memberikan pengaruh pada nilai penyerapan bunyi pada pelat berlubang yaitu ketebalan, diameter lubang, jarak lubang dan porositas pelat berlubang. Davern (1977) membuktikan bahwa porositas pelat berlubang dan massa jenis bahan berpori memberikan pengaruh terhadap nilai impedansi akustik dan koefisien penyerapan bunyi.

Selain faktor-faktor yang tersebut diatas, nilai koefisien penyerapan bunyi bahan berpori juga dipengaruhi oleh susunan pelat berlubang, bahan berpori dan pelapis yang digunakan. Ersoy & Kucuk (2009) melakukan sebuah pengujian menggunakan serat daun teh yang dilapisi dengan bahan katun tak ditenun menjelaskan bahwa nilai koefisien penyerapan bunyi serat daun teh tersebut meningkat pada frekuensi rendah dan tinggi. Hong et all (2007) juga melakukan pengujian menggunakan partikel karet yang dikombinasikan dengan pelat berlubang dan bahan berpori, menghasilkan pengurangan amplitudo bunyi yang memuaskan. Penelitian ini bertujuan memahami karakteristik akustikal serat sabut kelapa sebagai bahan dasar bahan penyerap bunyi. Karakteristik akustikal ini di analisis dengan menggunakan persamaan-persamaan empiris yang telah ada.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Impedansi Bahan Berpori

Untuk melakukan analisis karakteristik akustik sebuah bahan penyerap akustik, nilai impedansi karakteristik dan angka gelombang merupakan faktor yang penting untuk di ambil perhatian. Model analisis empiris Delany & Bazley merupakan salah satu model yang sangat luas digunakan untuk memprediksi nilai impedansi karakteristik akustik dan angka gelombang kompleks bahan berpori. Model ini adalah model analisis yang hanya memperhatikan rambatan udara dalam skala makro, sehingga rambatan udara dalam pori-pori bahan tidak diambil perhatian. Dalam penelitiannya Delany & Bazley (1970) melakukan banyak pengukuran nilai koefisien penyerapan dalam tabung impedansi, kemudian mengembangkan sebuah persamaan empiris yang dapat memprediksi nilai impedansi karakteristik dan angka gelombang. Nilai

$$Z_c = \rho_0 c_0 \left( 1 + 0.0571 X^{-0.754} - j 0.087 X^{-0.732} \right)$$

impedansi karakteristik  $Z_c$  diberikan oleh persamaan. Sedangkan angka gelombang kompleks,  $k$ , diberikan oleh persamaan :

$$k = \frac{\omega}{c_0} \left( 1 + 0.0978 X^{-0.700} - j 0.189 X^{-0.595} \right)$$

Dimana  $\rho_0$  dan  $c_0$  adalah nilai massa jenis dan kecepatan udara, sedangkan  $\omega$  adalah frekuensi sudut. Nilai  $X$  diberikan oleh persamaan :

$$X = \frac{\rho_0 f}{\sigma}$$

$f$  adalah frekuensi gelombang dan  $\sigma$  adalah rintangan aliran udara bahan penyerap akustik. Kekurangan dari persamaan di atas ialah persamaan tersebut, memberikan hasil yang kurang teliti pada frekuensi yang rendah dan tinggi. Oleh karena itu, satu penelitian telah dilakukan oleh Garai & Pompoli (2005) untuk memperbaiki persamaan impedansi karakteristik dan angka gelombang dari Delany & Bazley (persamaan 1 dan 2). Dengan melakukan penelitian menggunakan serat poliester, mereka memodifikasi persamaan 1 dan 2 dengan konstanta yang baru. Persamaan yang mereka modifikasi ini disebut *new impedance model* (NMI).

$$Z_c = \rho_0 c_0 \left( 1 + 0.078 X^{-0.754} - j 0.074 X^{-0.660} \right)$$

$$k = \frac{\omega}{c_0} \left( 1 + 0.159 X^{-0.571} - j 0.121 X^{-0.530} \right)$$

$$r_f = 1.5m_f - 0.01$$

dimana  $m_f$  adalah nilai ketumpatan permukaan penyalun selaput.

Sedangkan Komatsu (2008) melakukan penelitian untuk 15 jenis bahan penyerap berbahan dasar serat gelas dan 9 jenis bahan penyerap berbahan dasar rock wool. Komatsu (2008) memperkenalkan persamaan baru untuk memperbaiki persamaan Delany & Bazley yaitu:

$$Z_c = \rho_0 c_0 \left\{ 1 + 0.00027 \left( 2 - \log \frac{f}{\sigma} \right)^{0.2} - j 0.0047 \left( 2 - \log \frac{f}{\sigma} \right)^{0.1} \right\}$$

$$k = \frac{\omega}{c_0} \left\{ 0.0069 \left( 2 - \log \frac{f}{\sigma} \right)^{0.1} + j \left[ 1 + 0.0004 \left( 2 - \log \frac{f}{\sigma} \right)^{0.2} \right] \right\}$$

### 2.2 Impedansi Karakteristik Pelat Berlubang

Nilai impedansi karakteristik akustik permukaan pelat berlubang, dengan diameter lubang sama, pada frekuensi rendah adalah (Delany dan Ver, 1992 ; F.-C Lee et al, 2001)

$$Z_p = \frac{\rho_0}{\epsilon_n} \sqrt{8\nu a} \left( 1 + \frac{t_p}{2a_n} \right) + i \frac{\rho_0}{\epsilon_n} \left[ \sqrt{8\nu} \left( 1 + \frac{t_p}{2a_n} \right) + t_p + \delta_n \right]$$

Dimana  $\rho_0$ ,  $\omega$ ,  $t_p$  dan  $\nu$  adalah masing-masing massa jenis udara, frekuensi angular, ketebalan pelat dan kekentalan kinematik udara ( $\nu = 15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  pada temperatur ruang). Sedangkan  $a_n$  dan  $\epsilon_n$  adalah ukuran diameter lubang dan rasio perforasi dari plat berlubang.  $\delta_n$  adalah ketebalan lapisan batas yang besarnya  $0.85(2a_n)\phi_n(\epsilon_n)$ , sedangkan  $\phi_n(\epsilon_n)$  bernilai

$$\phi_n(\epsilon_n) = 1 - 1.47\sqrt{\epsilon_n} + 0.47\sqrt{\epsilon_n^3}$$

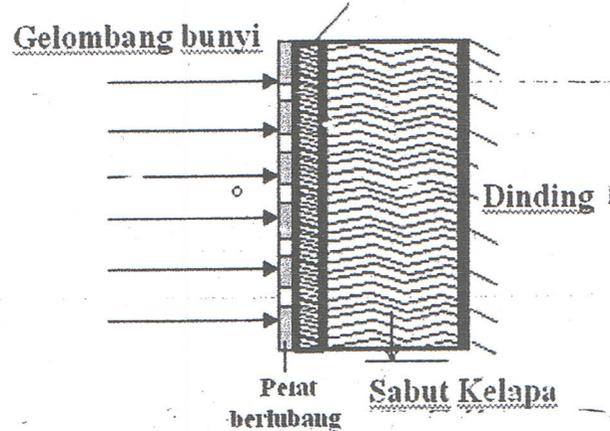
### 2.3 Impedansi Karakteristik Resonator Tipis

Nilai impedansi karakteristik sistem resonator tipis adalah sebagai berikut (Cox, 2004)

$$z_1 = r_m + j[\omega m - pc \cot(kd)]$$

dimana  $r_m$  adalah nilai hambatan resonator, dan  $j\omega m$  adalah massa resonator tipis. Sedangkan  $k$  yaitu bilangan gelombang dan  $d$  adalah lebar sela udara. Menurut kajian Sugie (2005) nilai hambatan resonator  $r_m$  bernilai kecil. dan boleh diabaikan, akan tetapi ketika resonator tipis dikombinasikan dengan bahan penyerap, nilai hambatan resonator akan meningkat dengan signifikan. Dalam kajiannya juga menyatakan juga bahwa nilai hambatan resonator tipis dapat didekati dengan persamaan berikut.

Ketika nilai impedansi karakteristik dan angka gelombang kompleks telah diketahui, selanjutnya nilai-nilai tersebut diubah menjadi nilai impedansi permukaan dan koefisien penyerapan bunyi. Kaedah matrik pindah merupakan kaedah yang fleksibel untuk menentukan nilai koefisien penyerapan. Kaedah fungsi matrik pindah merupakan pemodelan perambatan bunyi yang tepat, kaedah ini umumnya digunakan kepada bahan penyerap dengan atau tanpa selaput atau plat berlubang. Kaedah ini dapat digunakan untuk menentukan nilai impedansi permukaan baik untuk panel penyerap dengan lapisan tunggal maupun banyak lapisan. Gambar 1 memperlihatkan pemodelan dari mekanisme perambatan gelombang bunyi yang merambat pada beberapa bahan.



Gambar 1 Model perambatan gelombang bunyi pada kombinasi bahan

Gelombang bunyi yang sampai ke panel penyerap adalah gelombang tuju normal. Pada setiap permukaan bahan tekanan dan kecepatan udara adalah kontinu. Sehingga persamaan tekanan dan kecepatan udara di atas dan di bawah lapisan dapat dinyatakan dengan matriks ialah (Cox & D'Antonio 2004):

$$\begin{Bmatrix} p_i \\ u_i \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} p_{i+1} \\ u_{i+1} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \cos(k_i d_i) & j \frac{\omega \rho_i}{k_i} \sin(k_i d_i) \\ j \frac{k_i}{\omega \rho_i} \sin(k_i d_i) & \cos(k_i d_i) \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} p_{i+1} \\ u_{i+1} \end{Bmatrix}$$

Dimana  $p_{xi}$  dan  $u_{xi}$  adalah tekanan dan kecepatan udara pada lapisan bawah yang ke-i,  $p_{xi+1}$  dan  $u_{xi+1}$  adalah tekanan dan kecepatan udara pada lapisan bawah yang ke  $(i+1)$ , sedangkan  $p_{li}$  dan  $u_{li}$  adalah tekanan dan kecepatan udara pada lapisan atas yang ke-i,  $d_i$  ialah ketebalan lapisan,  $\rho_i$  ialah massa jenis lapisan ke-i dan  $k_{xi}$  adalah angka gelombang pada lapisan yang ke-i. Jika lapisan bawah ke-i mempunyai impedansi  $z_{si}$  dan lapisan ke-i mempunyai impedansi karakteristik  $z_i$ ,

maka nilai impedansi lapisan bawah ke  $i+1$  adalah (Cox & D'Antonio 2004):

$$Z_{si+1} = \frac{-jz_{si} z_i \cot(k_{xi} d_i) + z_i^2}{z_{si} - jz_i \cot(k_{xi} d_i)}$$

Nilai koefisien penyerapan bunyi dan impedansi permukaan sampel diperoleh dengan persamaan :

$$\frac{Z_1}{\rho c} = \frac{1+R}{1-R}$$

$$\alpha = 1 - |R|^2$$

dimana  $R$  adalah nilai koefisien pemantulan gelombang bunyi.

### III. BAHAN DAN ALAT

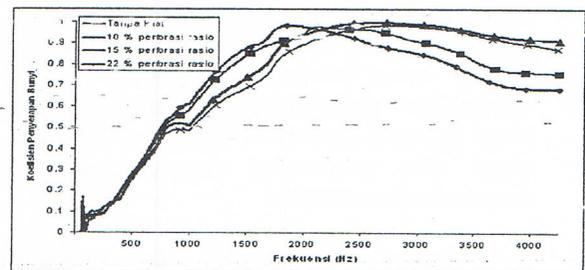
Penelitian ini mempergunakan bahasa pemrograman Gnu Octave untuk melakukan simulasi pemodelan persamaan (1)-(12). Model-model yang diperkenalkan oleh Delany & Bazley (1970), Garai & Pompoli (2005) dan Komatsu (2008). Sebagai parameter utama untuk mendapatkan nilai koefisien penyerapan bunyi, diperlukan nilai airflow resistivity dari bahan penyerap. Untuk keperluan tersebut, ukuran diameter serat sabut kelapa di ukur dibawah mikroskop dengan pembesaran 50X. Selanjutnya nilai airflow resistivity dihitung dengan menggunakan persamaan yang diperkenalkan oleh Garai & Pompoli (2005). Nilai koefisien penyerapan bunyi dihitung dengan frekuensi berkisar antara 50 Hz – 4250 Hz. Untuk validasi data yang didapat melalui persamaan-persamaan (1)-(12) dilakukan beberapa pengukuran dengan beberapa sampel serat sabut kelapa. Sampel disediakan dengan ketebalan 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm dan 50 mm. Pengukuran nilai koefisien penyerapan bunyi serat sabut kelapa dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengukuran di laboratorium dan analisis menggunakan persamaan empiris pada bagian 2. Pengukuran dengan metode tabung impedansi menggunakan gelombang bunyi bidang (1 dimensi) yang sampai kepada bahan, oleh itu koefisien penyerapan yang diperoleh disebut dengan pekali penyerapan normal (*Noise Absorption Coefficient*, NAC) (Lee & Chen 2001). Metode tabung impedansi menggunakan sampel yang kecil dengan diameter sampel berukuran 28 mm dan 100 mm. Dalam metode ini, sumber bunyi ditempatkan pada salah satu ujung dari tabung dan sampel dibuat dengan ukuran yang tepat dengan ukuran diameter dari tabung.

## IV. PEMBAHASAN

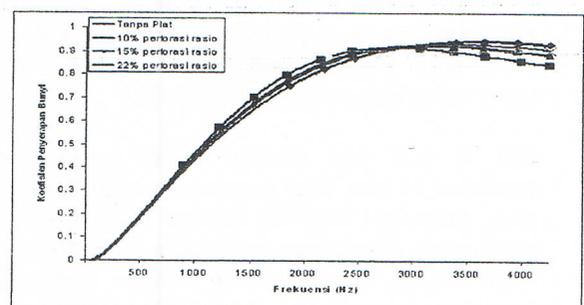
### 4.1 Pengaruh Pelat Berlubang

Gambar 3 menunjukkan hasil pembesaran 50X sampel serat sabut kelapa di bawah mikroskop. Dari pengukuran di bawah mikroskop didapatkan besar serat sabut kelapa berkisar antara 0.30 mm sampai dengan 0.38 mm. Besar diameter serat sabut kelapa ini kemudian dimasukkan kedalam persamaan Garai & Pompoli (2008) sehingga diperoleh nilai airflow resistivity sebesar 4177 rayls/m.

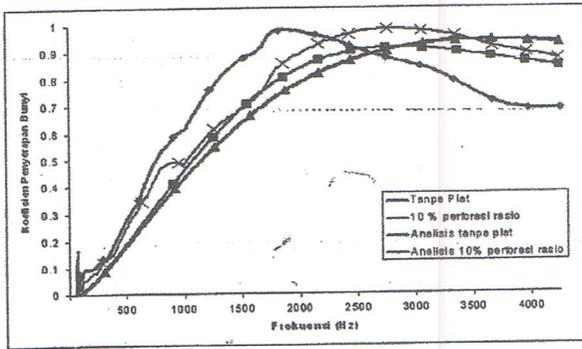
Grafik 4 merupakan hasil penggambaran data yang diperoleh dari hasil eksperimen yang dilakukan pelat berlubang besar diameter lubang sebesar 2 mm. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pelat berlubang dengan masing-masing rasio perforasinya sebesar 0.10, 0.15 dan 0.20. Dari grafik terlihat bahwa untuk range frekuensi di bawah 2000 Hz, koefisien penyerapan bunyi menunjukkan nilai yang baik untuk pelat berlubang dengan rasio perforasi sebesar 0.10. Akan tetapi untuk range frekuensi lebih tinggi, rasio perforasi yang lebih besar menunjukkan nilai yang lebih tinggi. Hal ini juga terlihat pada hasil simulasi yang dilakukan dengan model komatsu, seperti terlihat pada Gambar 4.



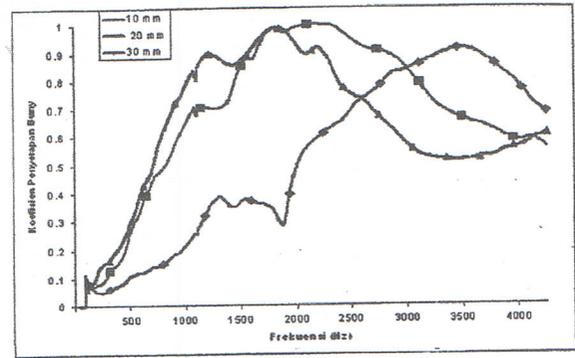
Gambar 4 Hasil perbandingan analisis nilai koefisien penyerapan bunyi sampel serat sabut kelapa ketebalan 10 mm dengan eksperimen



Gambar 5 Hasil perbandingan analisis nilai koefisien penyerapan bunyi sampel serat sabut kelapa ketebalan 10 mm dengan simulasi model Komatsu (2008)



Gambar 6 Hasil perbandingan analisis nilai koefisien penyerapan bunyi sampel serat sabut kelapa ketebalan 10 mm dengan simulasi model komatsu



Gambar 7 Nilai pekali penyerapan bunyi gentian sabut kelapa yang dilapisi dengan membran aluminium

#### 4.2 Pengaruh Pelapisan dengan Aluminium Foil

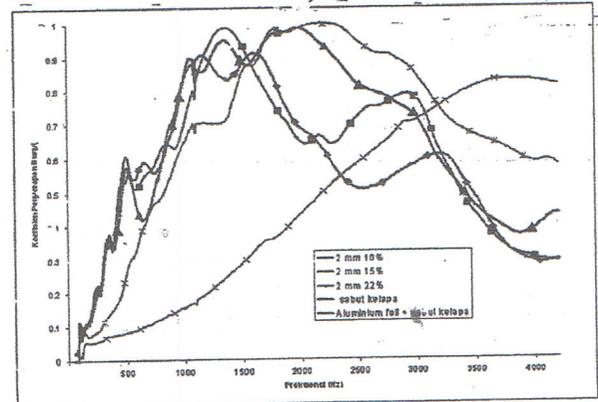
Gambar 7 menunjukkan pengaruh pelapisan aluminium foil pada panel sabut kelapa terhadap koefisien penyerapan bunyi. Selain untuk melindungi gentian sabut kelapa agar tidak tercabut, aluminium foil juga dapat digunakan sebagai lapisan yang digunakan untuk meningkatkan prestasi penyerapan bunyi pada frekuensi rendah. Secara keseluruhan, sampel-sampel yang dilapisi dengan aluminium foil menunjukkan peningkatan nilai penyerapan yang signifikan pada frekuensi rendah. Untuk sampel gentian sabut kelapa dengan ketebalan 10 mm menunjukkan peningkatan penyerapan bunyi pada range frekuensi antara 500 Hz sampai 3500 Hz. Akan tetapi nilai penyerapan menurun mulai kisaran frekuensi diatas 3500 Hz.

Sama halnya sampel panel sabut kelapa dengan ketebalan 20 mm dan 30 mm, koefisien penyerapan juga meningkat pada frekuensi rendah, akan tetapi setelah mencapai nilai puncak, nilai penyerapan akan menurun dengan cepat. Untuk sampel dengan ketebalan 20 mm, setelah pekali penyerapan meningkat dari frekuensi 500 Hz sampai 2250 Hz, dan nilai maksimumnya pada frekuensi 2250 Hz sebesar 0.96. Nilai koefisien penyerapan menurun dengan cepat mulai kisaran frekuensi 2250 Hz.

Hal di atas juga berlaku untuk sampel dengan ketebalan 30 mm, nilai penyerapan maksimum terjadi pada frekuensi 1800 Hz sebesar 0.96. Perpindahan nilai pekali penyerapan maksimum ke frekuensi yang lebih rendah, karena seiring dengan bertambahnya ketebalan sampel. Hal ini terjadi disebabkan oleh faktor yang dibahas pada subbab 2 diatas. Voronina (1996) dalam kajiannya menyatakan bahwa nilai pekali penyerapan maksimum terjadi karena pengaruh resonansi dari lapisan foil (membran aluminium).

#### 4.3 Pelat Berlubang dengan Gabungan Aluminium Foil dan Sabut Kelapa

Gambar 8 memperlihatkan pengaruh pelat berlubang yang dikombinasikan dengan aluminium foil dan sabut kelapa. Aluminium foil yang melapisi sabut kelapa dapat meningkatkan nilai koefisien penyerapan pada frekuensi rendah, akan tetapi penurunan pekali penyerapan bunyi pada frekuensi tinggi lebih besar dibandingkan dengan penggunaan pelat berlubang. Dengan penambahan pelapisan menggunakan pelat berlubang setelah aluminium foil semakin menyebabkan penurunan nilai koefisien penyerapan bunyi pada frekuensi rendah.



Gambar 8 Koefisien penyerapan bunyi pelat berlubang berbeda rasio perforasi yang dikombinasikan dengan aluminium foil dan gentian sabut kelapa ketebalan 20 mm

#### V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah melakukan perbandingan nilai koefisien penyerapan bunyi hasil analisa dengan persamaan-persamaan yang telah diperkenalkan baru-baru ini. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa persamaan model yang dikembangkan oleh Komatsu

(2008) menunjukkan hasil yang memuaskan pada range frekuensi 115 Hz – 1500 Hz untuk ketebalan sampel serat sabut kelapa 10 mm. Dari hasil simulasi dengan menggunakan metode empiris yang telah ada, masih menghasilkan nilai koefisien penyerapan yang kurang memuaskan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam untuk mendapatkan persamaan yang lebih sesuai untuk memprediksi karakteristik akustik bahan penyerap bunyi dengan bahan dasar serat sabut kelapa.

Penggunaan bahan lapisan seperti aluminium foil dan pelat berlubang digunakan dalam penyelidikan ini dimaksudkan untuk meningkatkan nilai impedansi permukaan panel sabut kelapa, untuk meningkatkan nilai koefisien penyerapan bunyi. Dari hasil eksperimental dan simulasi penggunaan bahan lapisan aluminium foil menunjukkan nilai yang cukup baik. Nilai koefisien penyerapan bunyi sabut kelapa setelah dilapisi dengan kedua bahan tersebut memberikan nilai penyerapan yang pada frekuensi rendah.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- Cox, J. Trevor, & D'Antonio, Peter, 2004. *Acoustic absorbers and diffusers theory, design, and application*. London: Spon Press.
- Delany, M. E. & Bazley, E. N. 1970. Acoustical properties of fibrous absorbent materials. *Applied Acoustics* 3(2): 105-116.
- Davern, W. A. 1977. Perforated facings backed with porous material as sound absorber – an experimental study. *Applied Acoustics* 10: 85–112.
- Ersoy, Sezgin & Haluk Kucuk. 2009 Investigation of industrial tea-leaf-fiber waste material for its sound absorption properties. *Applied Acoustics* 70: 215-220.
- Garai, M. & Pompoli, F. 2005. A simple empirical model of polyester fibre materials for acoustical applications. *Applied Acoustics* 66: 1383-1398.
- Khedari, Joseph., Charoenvai, Sarocha & Hirunlabh, Jongjit. 2003. New insulating particleboards from durian peel and coconut coir. *Building and Environment* 38: 435–441.
- Khedari, Joseph., Nankongnab, Noppanun., Hirunlabh, Jongjit & Teekasap, Sombat. 2004. New low-cost insulation particleboards from mixture of durian peel and coconut coir. *Building and Environment* 39: 59–65.
- Komatsu, T. 2008. Improvement of the Delany-Bazley and Miki models for fibrous sound absorbing materials. *Acoust. Sci. & Tech.* 29(2).
- Lee, F.-C. & W.-H. Chen. 2001. Acoustic transmission analysis of multi-layer absorbers. *Journal of Sound and Vibration* 4: 621–634.
- Miki, Y. 1990. Acoustical properties of porous materials—Generalization of empirical models. *J. Acoust. Soc. Jpn. (E)*, 11, 25-28.
- Mohd Jailani Mohd Nor, Nordin Jamaludin & Fadzlitia Mohd Tamiri. 2004. A preliminary study of sound absorption using multi-layer coconut coir fibers. *Electronic Journal (Technical Acoustics)* <http://webcenter.ru/~eeaa/ejta/>.
- Sakagami, K., Kiyama, M., Morimoto, M. & Takahashi, D. 1996. Sound absorption of a cavity-backed membrane: A step towards design method for membrane-type absorbers. *Applied Acoustics* 49: 237-247.
- Voronina, N. 1996. Acoustic properties of synthetic films. *Applied Acoustics* 49(2): 127-140.
- Wassilieff, Con 1996, Sound absorption of wood-based materials. *Applied Acoustics* 48: 339–356.
- Yang, Han-Seung, Kim, Dae-Jun., & Kim, Hyun-Joong. 2003. Rice straw-wood particle composite for sound absorbing wooden construction materials. *Bioresource Technology* 86: 117–121.
- Zent, Andrea & Long, Jhon. T. 2007. *Automotive sound absorbing material survey results*. SAE international
- Zulkifli, R. Mohd Jailani Mohd Nor, Ahmad Rasdan Ismail, Mohd Zaki Nuawi & Mohd Faizal Mat Tahir. 2008. Acoustic properties of multi-layer coir fibres sound absorption panel. *Journal Applied Sciences* 8: 3709-3714.
- Zulkifli, Rozli. **Zulkarnain**, Mohd Jailani Mohd Nor. 2010. Noise Control Using Coconut Coir Fiber Sound Absorber with Porous Layer Backing and Perforated Panel. *American Journal of Applied Sciences*. 7(2): 260-264.