

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Noise (kebisingan) senantiasa dihubungkan dengan kesehatan, keselamatan kerja dan ketidaknyamanan yang diakibatkan olehnya. Belum banyak orang yang menyadari bahwa munculnya *noise* juga dapat menurunkan kesehatan, sebagai contoh, orang yang sulit beristirahat karena di sekitar rumahnya selalu ramai dengan bunyi yang tidak dikehendaki, lambat laun dapat menurun tingkat kesehatannya. Selanjutnya masalah psikologi pun dapat muncul akibat dari istirahat yang kurang mencukupi seperti cepat lelah dan mudah marah. *Noise* yang berasal dari bunyi yang sangat keras dapat secara langsung menurunkan kemampuan organ pendengaran. *Noise* bersifat obyektif sehingga batasan *noise* bagi orang yang satu bisa saja berbeda dengan batasan bagi orang lain. Subyektivitas *noise* tergantung pada lingkungan atau keadaan, sosial budaya dan kegemaran atau hobi (Mediastika, 2005).

Pada tabel 1.1 dapat dilihat klasifikasi gangguan pendengaran pada frekuensi 500,1000, dan 2000 Hz.

Tabel 1.1. Klasifikasi gangguan pendengaran (Kinsler dkk, 1982)

Average hearing loss at 500, 1000, and 2000 Hz (dB)	Classification
Less than 25	Within normal limit
26-40	Mild or slight
41-55	Moderate
56-70	Moderately severe
71-90	Severe
More than 91	Profound

Untuk mendapatkan suatu ruangan yang bebas dari kebisingan diperlukan material yang mampu meredam kebisingan. Penggunaan material *porous* dari

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menambah data sifat akustik kayu sengon laut.
2. Meningkatkan nilai ekonomi kayu sengon laut dan serat kenaf dengan rekayasa teknologi.
3. Memberikan alternatif desain dan bahan untuk pembuatan produk panel akustik.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat panel akustik peredam bunyi dari bahan kayu sengon laut dan melakukan pengujian nilai serapan bunyi panel akustik.

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan penelitian ini diberikan uraian bab demi bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasan. Pokok-pokok permasalahan dalam penulisan ini dibagi menjadi lima bab yang terdiri dari, bab I merupakan bab pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, manfaat penelitian, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II menguraikan tentang landasan teori terdiri dari tinjauan pustaka, dasar teori yang merupakan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk pemecahan masalah. Bab III diuraikan tentang desain perancangan produk dan mekanisme proses pengujian produk, sedangkan pada bab IV akan dibahas mengenai pembuatan produk dan pengolahan data hasil uji beserta analisis dan pembahasannya. Bab V merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran.

BAB II LANDASAN TEORI

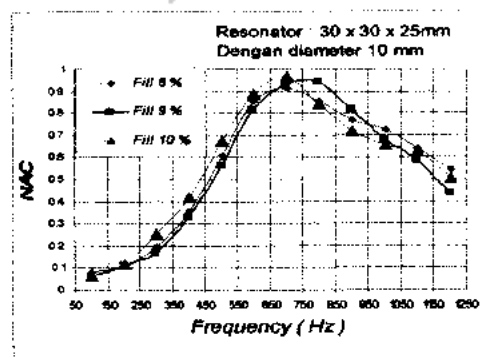
2.1 Tinjauan Pustaka

Diharjo dkk (2007) melakukan penelitian pada pengaruh penambahan *acoustic fill* serat kenaf di rongga resonator terhadap karakteristik nilai Koefisien Serapan Bising (*Noise Absorption Coefficient*) pada sel akustik dari kayu sengon laut seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Material yang digunakan adalah kayu sengon laut untuk membuat sel akustik dengan dimensi resonator, 15 x 30 x 30 mm, 15 x 40 x 40 mm, 20 x 30 x 30 mm, 20 x 40 x 40 mm, 25 x 30 x 30 mm, 25 x 40 x 40 mm dengan diameter lubang leher resonator 6 mm, 8 mm, 10 mm, dan serat kenaf (*hibiscus cannabinus*).

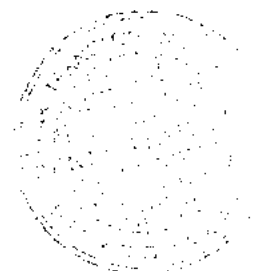


Gambar 2.1. Spesimen Sel Akustik (Diharjo dkk, 2007)

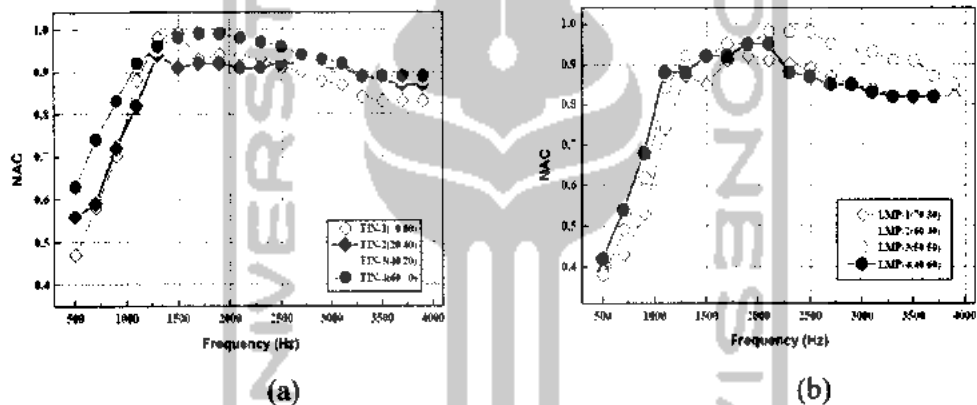
Dari berbagai variasi sel akustik kayu yang diuji dalam penelitian ini sel akustik kayu sengon laut dengan panjang, lebar, dan tinggi 30 x 30 x 25mm , diameter lubang leher resonator 10mm, dengan penambahan *acoustic fill* serat kenaf 10 % mempunyai nilai NAC tertinggi seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pengaruh penambahan *acoustic fill* terhadap NAC (Diharjo dkk, 2007)



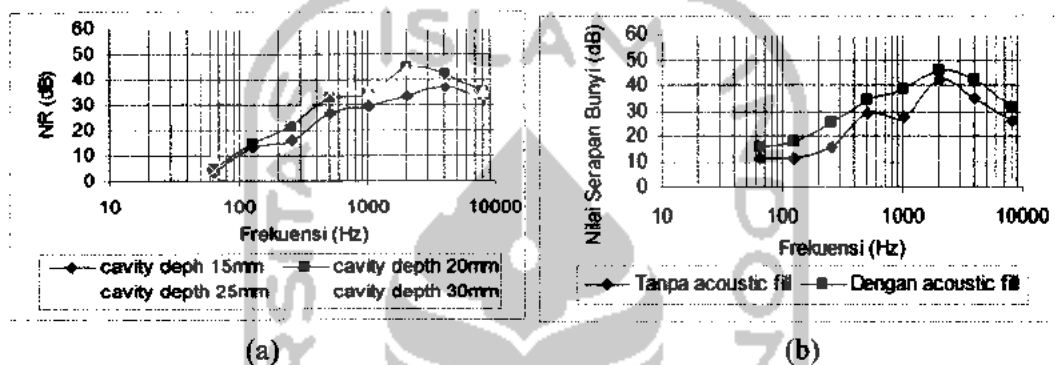
Lee dan Joo (2003) mengklasifikasikan material penyerap bunyi menjadi 3 yaitu : porous, resonator, dan panel. Ketiga jenis material ini menerapkan teori transformasi energi, yaitu, perubahan energi dari energi bunyi menjadi energi panas. Pengujian dilakukan dengan menggunakan serat poliester daur ulang yang diikat dengan *low melting point polyester* (LMP). Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan kadar fiber akan meningkatkan harga NAC (Gambar 2.3a). Peningkatan kadar LMP akan menurunkan harga NAC (Gambar 2.3b). Hal ini diakibatkan oleh penurunan ketebalan serat dan adanya *coincident effect*. Poliester LMP tersebut menyebabkan penyusutan pada struktur jaringan serat sehingga merusak porositas serat.



Gambar 2.3. (a). Pengaruh kandungan serat poliester terhadap NAC.
(b). Pengaruh kandungan LMP terhadap NAC.
(Lee dan Joo, 2003)

Yudhanto dkk (2007) melakukan penelitian pada partisi ruang dari bahan kayu sengon laut dengan berbagai variasi yaitu variasi kedalaman rongga (15 mm, 20 mm, 25 mm, dan 30 mm), variasi tanpa dan dengan *acoustic fill*, variasi dimensi (pxl) rongga resonator (30 mm dan 40 mm), dan variasi tanpa dan dengan serapan cairan resin. Kenaikan nilai NR (*Noise Reduction*) pada panel resonator seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4a dan 2.4b lebih dipengaruhi oleh kedalaman rongga (*cavity depth*), semakin besar rongga udara maka nilai reduksi bunyi yang diperoleh semakin baik, sebab fungsi rongga udara pada konfigurasi partisi panel resonator berfungsi sebagai media peredam pereduksi suara dari panel pertama ke panel kedua sebelum diteruskan ke ruang penerima.

Penambahan *acoustic fill* akan meningkatkan nilai reduksi bunyi karena *absorptive material* dari bahan serat kenaf mampu menghambat laju gelombang datang pada rongga resonator dan mengurangi efek getaran akibat rambatan gelombang bunyi pada struktur rongga resonator. Penambahan *acoustic fill* akan mengurangi intensitas bunyi pantul sebesar 3 dB dibandingkan tanpa menggunakan *acoustic fill* (Gambar 2.4).



Gambar 2.4 Pengaruh variasi kedalaman rongga dan *acoustic fill*.

(a) Nilai NR pada variasi kedalaman rongga.

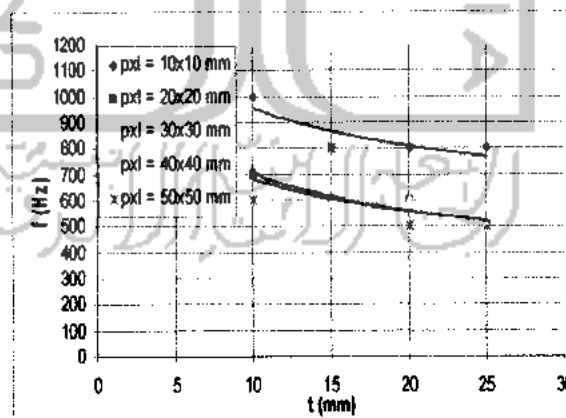
(b) Nilai Serapan Bunyi pada kedalaman sekat rongga 25 mm.
(Yudhanto dkk, 2007)

Mediastika (2005) sesuai dengan karakteristik materialnya, sebuah bidang batas selain dapat memantulkan kembali gelombang bunyi yang datang, juga dapat menyerap gelombang bunyi. Penyerapan ini akan mengakibatkan berkurangnya atau menurunnya energi bunyi yang menimpa bidang batas tersebut. Penyerapan oleh elemen pembatas ruangan sangat bermanfaat untuk mengurangi tingkat kekuatan bunyi yang terjadi, sehingga dapat mengurangi kebisingan dalam ruang. Hal ini sekaligus bermanfaat untuk mengontrol waktu dengung (*reverberation time*).

Yahya dkk (2004) telah mengembangkan sel akustik dalam bentuk *resonance absorber* dengan resonator SPACY dari serbuk gergaji dengan hasil penelitian bahwa sel ini memiliki nilai koefisien serapan bising yang lebih baik dibandingkan sample kalibrasi B&K, papan *gypsum* 9 mm dan komposit serabut kelapa. Bentuk rancang sel akustik dengan resonator *pyramid* mampu menggeser fungsi kerja sel ke arah rentang frekuensi rendah.

Diharjo dkk (2004) melakukan pengembangan terhadap *resonance absorber* dengan melakukan penggabungan rongga *resonator* ganda bersaf dan lubang leher *resonator* pada sel akustik kayu sengon laut dan menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan *NAC*, memperlebar rentang frekwensi terserap dan menggeser serapan bunyi menuju frekwensi lebih rendah. Keunggulan dari rancangan sel akustik ini adalah mudah pembuatanya dan kinerjanya lebih baik dari sel SPACY.

Siregar dkk (2006) meneliti pengaruh perubahan panjang dan lebar sekat rongga resonator terhadap *Noise Absorption Coeficient (NAC)* sel akustik kayu dari bahan kayu sengon laut. Panjang dan lebar (pxl) sekat resonator yang digunakan yaitu 10x10, 20x20, 30x30, 40x40 dan 50x50. Penambahan pxl sekat rongga resonator secara umum tidak mempengaruhi nilai *NAC* dari sel akustik. Penambahan pxl sekat rongga resonator menyebabkan penambahan volume sekat rongga resonator, sehingga kekakuan efektif sistem turun. Turunnya kekakuan efektif udara di dalam sekat rongga resonator menyebabkan frekuensi resonansi SAK(Sel Akustik Kayu) bergeser dari frekuensi tinggi 800 Hz menuju frekuensi rendah yaitu 500 Hz seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Pengaruh kedalaman sekat rongga resonator terhadap frekuensi resonansi (Siregar dkk, 2006)

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L) yang diperlihatkan pada gambar 2.6 merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peluang besar untuk

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Akustik

Akustik merupakan salah satu cabang ilmu fisika yang mempelajari fenomena tentang bunyi (suara) dan gelombang mekanis yang bekerja dalam medium gas, fluida dan benda padat. Akan tetapi akustik lebih berhubungan dengan suara didengar oleh telinga manusia. Suara merupakan efek langsung dari adanya perubahan tekanan yang terjadi karena adanya getaran dari suatu material. Saat material tersebut mengalami getaran, molekul-molekul udara di sekitar benda memiliki energi kinetik yang lebih tinggi dari sekitarnya dan energi ini mengalir karena adanya proses penekanan. Proses penekanan inilah yang mengakibatkan munculnya bunyi. Frekuensi yang dapat terdengar oleh manusia adalah dalam rentang 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz.

Akustik meliputi jangkauan yang sangat luas, menyentuh hampir semua segi kehidupan manusia. Dokter, psikolog, audiolog dan biolog, musisi, pencipta lagu dan para pengusaha alat-alat musik, ilmuwan komunikasi, antariksa dan komputer, sarjana kelautan, orang-orang dalam industri *broadcast*, arsitek, planolog dan insinyur-insinyur bangunan, mesin, listrik dan kimia sedikit atau banyak akan berhubungan erat dengan beberapa aspek akustik.

1. Gelombang Suara (*Sound Wave*)

Dalam keadaan stabil (*steady*), tanpa adanya sumber suara, setiap molekul udara berada dalam keadaan bergerak lurus. Hingga adanya pengaruh suhu yang dapat mengakibatkan molekul udara bergerak ke segala arah. Molekul-molekul tersebut saling bertubrukan sehingga gerakannya menjadi acak dan tak terarah sepanjang waktu. Namun pergerakan efektif dari molekul-molekul udara ini adalah nol, atau dengan kata lain dapat tak ada pergerakan energi di udara.

Jika terdapat suatu sumber bunyi macam *loudspeaker* dan menerima impuls maka *cone* dalam *loudspeaker* tersebut akan bergerak dan menekan molekul udara disekitarnya dan seperti saat batu yang dilempar ke danau maka gelombang air yang ditimbulkan akan

menyebar ke segala arah, begitu juga yang terjadi dengan gelombang suara.

Gelombang Suara (*Sound Wave*) dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu *plane wave* dan *spherical wave*.

a. *Plane Wave* (Gelombang Datar / Normal)

Plane wave yang merupakan bagian yang lebih sederhana dari jenis gelombang yang satunya adalah satu jenis gelombang longitudinal dimana arah perambatan gelombang hanya terjadi dalam 1 sumbu *cartesius*. Seperti yang terlihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Gelombang datar (normal) / *plane wave*

b. *Spherical Wave*

Sedangkan *spherical wave* adalah gelombang yang memiliki arah perambatan ke segala arah. Gelombang ini menyebar ke sumbu *x*, sumbu *y* dan sumbu *z* diagram kartesius sehingga disebut sebagai *3-D Wave* seperti yang terlihat pada gambar 2.8. Pada kasus ini kecepatan dan tekanan yang dimiliki oleh molekul-molekul udara tidak lagi bergerak secara konstan dalam satu arah lurus dan mereka konstan bergerak dari sumbernya berbentuk bola.



Gambar 2.8. *spherical wave*



2. Redaman Bising (*Sound Absorption*)

Saat suara berpindah melalui sebuah medium baik itu cair, padat maupun gas. Maka suara tersebut akan terserap (teredam) oleh partikel-partikel penyusun medium tersebut. Medium tersebut secara langsung mengubah sebagian dari energi dari suara tersebut menjadi panas. Hal ini terjadi karena gelombang suara yang melewati medium tersebut menggetarkan partikel-partikel penyusun medium dan akibat dari adanya getaran tersebut maka timbul panas pada medium tersebut. Dan akibatnya dari usaha untuk menggerakkan partikel-partikel inilah maka energi suara yang ada menjadi habis terserap menjadi panas.

Dasar inilah yang saat ini digunakan untuk meningkatkan kenyamanan dalam suatu sistem akustik, yaitu dengan menempatkan sebuah medium penyerap bising untuk mereduksi pemantulan bunyi dan tekanan suara dalam sistem seperti ruangan, bioskop, ruang pertunjukan, auditorium, studio rekaman, pabrik, bengkel, kendaraan dan sebagainya.

Nilai serapan bising ditunjukkan dengan koefisien serapan bisingnya (*Noise Absorption Coefficient*). Dimana koefisien serapan bising suatu material dihargai dari 0 sampai 1. Jika suatu material memiliki angka koefisien serapan bising 0, berarti seluruh energi bunyi yang menumbuk material tersebut dipantulkan sepenuhnya. Dan sebaliknya jika suatu material memiliki nilai koefisien serapan bising 1 maka seluruh energi bunyi terseap oleh material tersebut.

Noise Absorption Coefficient dapat diukur dengan dua cara yaitu :

- a. *Noise Absorption Coefficient* diukur dengan menggunakan tabung impedan (*Kundt's Tube*).
- b. Pengukuran *Noise Absorption Coefficient* dengan menggunakan *Reverberation Room* (Ruang Gema) dan pengukuran cara ini cocok untuk objek-objek besar, furnitur panel dan sebagainya.

2.2.2 Koefisien Absorpsi (NAC)

Ketika gelombang bunyi mengenai suatu material maka sebagian dari energi gelombang bunyi akan diserap dan sebagian lagi akan dipantulkan kembali. Besarnya tekanan bunyi gelombang datang dapat dinyatakan dalam persamaan berikut (Kinsler dkk, 1982) :

$$p_i = A \cos 2\pi ft \quad (1)$$

Sedangkan tekanan bunyi gelombang yang dipantulkan dapat dinyatakan dalam persamaan berikut (Kinsler dkk, 1982) :

$$p_r = B \cos 2\pi f \left(t - \frac{2y}{c} \right) \quad (2)$$

Dengan catatan :

- p_i = tekanan bunyi gelombang datang (Pa).
- p_r = tekanan bunyi gelombang pantul (Pa).
- f = frekuensi sumber bunyi (Hz).
- y = jarak lokasi yang diamati terhadap permukaan material (m).
- v = kecepatan suara (m/s).
- t = waktu (s).

Tekanan bunyi total (p_y) pada suatu lokasi dan waktu tertentu adalah (Kinsler dkk, 1982) :

$$p_y = p_i + p_r = A \cos 2\pi ft + B \cos 2\pi f \left(t - \frac{2y}{c} \right) \quad (3)$$

Dari persamaan (3) dapat diketahui bahwa tekanan maksimum sebesar $(A+B) \cos 2\pi ft$ terjadi ketika $y = \lambda/2$, sedangkan tekanan minimum sebesar $(A-B) \cos 2\pi ft$ terjadi pada saat $y = \lambda/4$. Dimana λ adalah panjang gelombang bunyi dalam meter.

2.2.3 Resonator Helmholtz

Menurut Mediastika (2005), tingkat penyerapan suatu material ditentukan oleh koefisien serap atau koefisien absorpsi material tersebut. Meskipun karakteristik material tidak berubah, koefisien absorpsi suatu material dapat berubah, menyesuaikan dengan frekuensi bunyi yang datang. Adapun koefisien absorpsi adalah angka yang menunjukkan jumlah/ proporsi dari keseluruhan energi bunyi yang datang yang mampu diserap oleh material tersebut.

$$\text{Koefisien absorpsi } (\alpha) = \frac{\text{jumlah suara yang diserap}}{\text{total energi suara datang}} \quad (4)$$

Nilai maksimum (α) adalah 1 untuk permukaan yang menyerap sempurna, dan terendah adalah 0 untuk permukaan yang memantulkan sempurna.

Oleh karena kemampuan absorpsi suatu material berubah-ubah sesuai frekuensi yang ada, maka ada beberapa jenis absorber yang sengaja diciptakan untuk bekerja efektif pada frekuensi tertentu. Adapun jenis-jenis *absorber* yang umumnya dijumpai adalah :

1. Material berpori

Penyerap yang terbuat dari material berpori bermanfaat untuk menyerap bunyi yang berfrekuensi tinggi, sebab pori-porinya yang kecil sesuai dengan besaran panjang gelombang bunyi yang datang. Material berpori efektif untuk menyerap bunyi berfrekuensi diatas 1000 Hz. Material berpori yang banyak digunakan adalah : *soft-board*, selimut akustik, dan *acoustic tiles*.

2. Panel penyerap

Penyerap ini terbuat dari lembaran-lembaran atau papan tipis yang mungkin saja tidak memiliki permukaan berpori. Panel semacam ini cocok untuk menyerap bunyi yang berfrekuensi rendah.

Cara atau proses penyerapannya adalah sebagai berikut :

- a. Panel atau lembaran dipasang sebagai pelapis dinding atau plafon. Pemasangannya tidak menempel pada elemen ruang secara langsung tetapi dengan jarak tertentu berisi udara.
- b. Pada saat gelombang bunyi datang menimpa panel maka panel akan ikut bergetar (sesuai frekuensi gelombang bunyi yang datang) dan selanjutnya meneruskan getaran tersebut pada ruang berisi udara di belakangnya.
- c. Penyerapan maksimum akan terjadi bila panel ber-resonansi akibat memiliki frekuensi bunyi yang sama dengan gelombang bunyi yang datang.
- d. Tingkat penyerapan yang terjadi dihitung menggunakan formula sebagai berikut (Mediastika, 2005):

$$f = \frac{60}{\sqrt{md}} \quad (5)$$

Dengan catatan :

f = frekuensi material (Hz) (identik dengan frekuensi bunyi yang datang agar resonansi maksimum).

m = massa panel (kg/m^2).

d = jarak/ space udara (m).

3. Rongga penyerap (*cavity absorber*)

Penyerap semacam ini disebut juga Helmholtz resonator seperti yang terlihat pada gambar 2.10, sesuai dengan nama penemunya. Rongga penyerap bermanfaat untuk menyerap bunyi pada frekuensi khusus yang telah diketahui sebelumnya. Sebagai contoh, ketika telah diketahui bahwa sumber bunyi akan mengeluarkan bunyi dengan frekuensi 1000 Hz, maka agar penyerapan efektif digunakan elemen penyerap yang dapat bekerja maksimum pada frekuensi tersebut, dan tidak perlu lagi digunakan material berpori atau panel penyerap. Rongga penyerap terdiri dari sebuah lubang yang sempit yang diikuti dengan ruang tertutup di belakangnya. Penyerap semacam ini sangat

efektif bekerja pada frekuensi yang telah ditentukan dengan jalan menyerap atau ‘menangkap’ bunyi yang datang masuk ke dalam rongga tersebut. Efektivitas penyerapan dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$f = 55 \frac{a}{\sqrt{dV}} \quad (6)$$

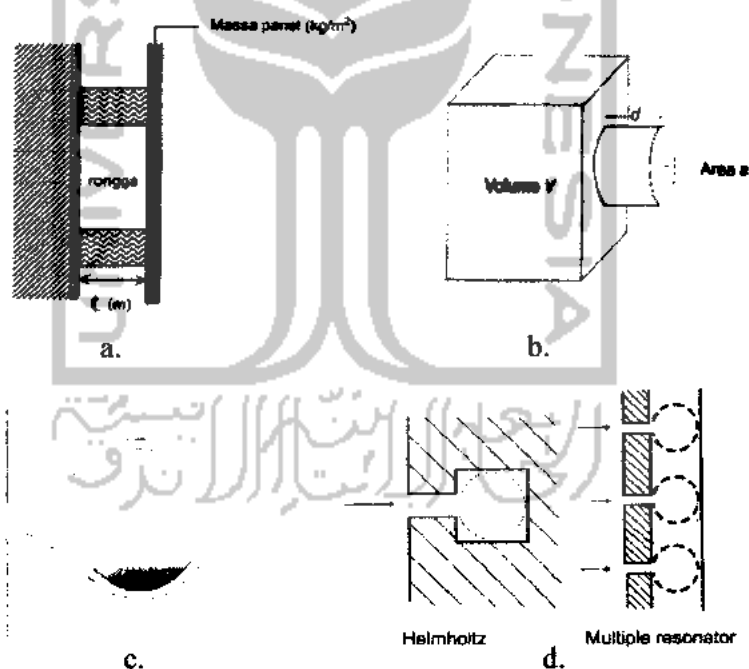
Dengan catatan :

f = frekuensi material (Hz) (identik dengan frekuensi bunyi yang datang agar resonansi maksimum).

a = luasan area lubang (m^2).

d = kedalaman lubang (m).

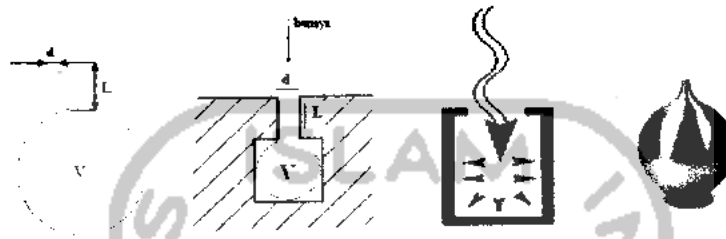
V = Volume rongga di belakang lubang (m^3).



Gambar 2.10 *Cavity absorber* (Mediastika, 2005)

- Panel dengan rongga yang berfungsi menyerap bunyi frekuensi rendah.
- model skematis *cavity absorber*.
- Resonator Helmholtz yang di gunakan dalam kondisi ideal, dilengkapi dengan serbuk penyerap.
- Beberapa kemungkinan susunan resonator model Helmholtz.

Resonator Helmholtz tersusun atas suatu rongga dengan volume V yang mempunyai leher resonator yang berfungsi menghubungkan rongga resonator dengan udara atmosfer dengan panjang L dan luas area S seperti yang terlihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Resonator Helmholtz (Kinsler 1982)

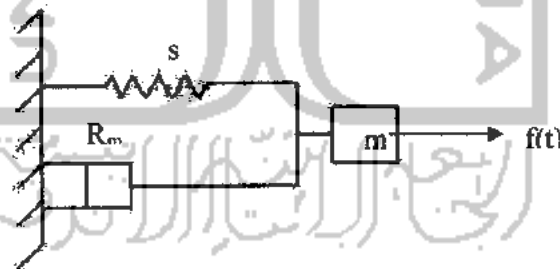
Persamaan umum nilai serapan bunyi adalah sebagai berikut (Kinsler, 1982):

$$\text{Koefisien Penyerapan } (\alpha) = \frac{(TTB_L - I_r)}{TTB_L} \quad (7)$$

TTB_L = Nilai tingkat tekanan bunyi datang (sumber suara).

I_r = Intensitas bunyi pantul.

Resonator Helmholtz dapat dianalogikan sebagai suatu sistem resonator seperti yang terlihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. *A damped, forced harmonic oscillator* (Kinsler, 1982)

Fluida pada leher resonator bergerak sebagai satu kesatuan dan berfungsi sebagai elemen massa (m), adanya tekanan akustik pada rongga resonator berfungsi sebagai elemen kekakuan (s), dan adanya resistansi pada lubang leher resonator berfungsi sebagai elemen resistansi (R_m).

barang kayu yang diletakkan dekat dengan sumber panas kadar air kayunya sekitar 9 %.

Nilai penyusutan kayu sengon pada umur 7-9 tahun dapat digolongkan sedang, yaitu sebesar 4,57% pada arah tangensial dan 2,715% pada arah radial. Penyusutan arah tangensial adalah penyusutan kayu searah dengan panjang batang sedangkan penyusutan arah radial adalah penyusutan kearah pusat batang dan memotong jari – jari batang seperti yang terlihat pada gambar 2.13a.



(a) Arah radial dan tangensial

(b) Lapisan bagian kayu

Gambar 2.13. Bagian Kayu sengon

BAB III METODE PERANCANGAN PRODUK

3.1. Bahan Produk

Bahan utama pada penelitian ini adalah kayu sengon laut (*Albizia falcataria*) yang mempunyai masa tebang 5-6 tahun dengan propertis bahan pada tabel 3.1 dan serat kenaf dengan berat jenis $1,5 \text{ gr/cm}^3$ sebagai bahan *acoustic fill* pada rongga resonator seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.2.

Tabel 3.1 Propertis kayu sengon laut
(Dumanauw J.F dan Virsarany Teddy,1981)

Nama dagang	Jeunjing
Nama lain	Sengon laut, Batai, Sengon Sabrang, Sawalaku
Nama botanik - <i>Species / jenis</i> - <i>Familia / suku</i>	<i>Albizzia falcata</i> Backer <i>Mimosaceae</i>
Berat jenis kering udara	Max : 0,49 ; Min : 0,24 ; Rata-rata : 0,33
Warna kayu teras kering udara	Putih kemerah - merahan
Sifat pengerjaan	Mudah
Kembang susut	Agak besar
Daya retak	Agak tinggi
Kekerasan	Lunak
Tekstur	Agak kasar
Serat	Lurus atau berpadu
Penyebaran	Jawa,maluku,Irian Jaya
Nama dagang	Jeunjing
Nama lain	Sengon laut, Batai, Sengon Sabrang, Sawalaku

Tabel 3.2 Propertis serat kenaf (Eichhorn, dkk.,2001)

Cellulose (%)	44-57
Lignin (%)	15-19
Pentosan (%)	22-23
Ash (%)	2-5
Silica (%)	-
Tensile strength (Mpa)	930
Young's Modulus (Gpa)	53.0
Elongation (%)	1.6
Density (gr/cm^3)	1.5
Diameter (μm)	200
Length (mm)	2-6



3.2. Peralatan Proses

a. Peralatan Pengujian

1. Ruang Anechoic (*anechoic chamber*)

Ruang ini berfungsi sebagai ruang sumber suara hal ini disebabkan gelombang suara yang datang dari speaker akan lebih banyak mengenai susunan partisi dan dimungkinkan tidak ada gelombang suara pantul dari ruang yang mengenai partisi, akibat sifat dinding ruangan yang berfungsi sebagai penyerap. Gelombang suara yang dipantulkan kembali oleh partisi kemungkinan akan diserap lebih banyak oleh dinding ruangan tersebut.

2. Loud Speaker

Alat ini berfungsi mengeluarkan suara yang dihasilkan oleh *random noise generator*.

3. Random Noise Generator

Alat ini berfungsi sebagai sumber penghasil suara dengan jangkauan frekuensi oktaf.

4. Mikrophone Akustik

Alat ini berfungsi sebagai alat untuk merespon frekuensi suara yang dihasilkan dari generator suara (*noise generator*). Alat ini juga merupakan salah satu bagian dari *sound level meter*.

5. Level Recorder

Alat ini berfungsi sebagai alat perekam tingkat tekanan suara (*Sound Pressure Level*) sesuai dengan besarnya frekuensi sumber yang akan ditunjukkan dalam bentuk spektrum suara.

6. Band Pass Filter

Alat ini berfungsi untuk menyaring frekuensi yang tidak diinginkan sehingga hanya pada frekuensi yang diinginkan saja akan diteruskan ke alat *FFT analyzer*.

7. FFT (*Fast Fourier Transform*) Analyzer

Alat ini berfungsi sebagai penghasil data yang telah disaring oleh band pass filter dalam bentuk tingkat tekanan suara yang dihasilkan oleh

ruang sumber dan ruang penerima. Hasil inilah yang akan dihitung sebagai nilai NR dalam pengujian ini. Alat ini juga dapat digunakan untuk menghitung berbagai nilai akustik seperti faktor redaman dan frekuensi alami bahan (material).

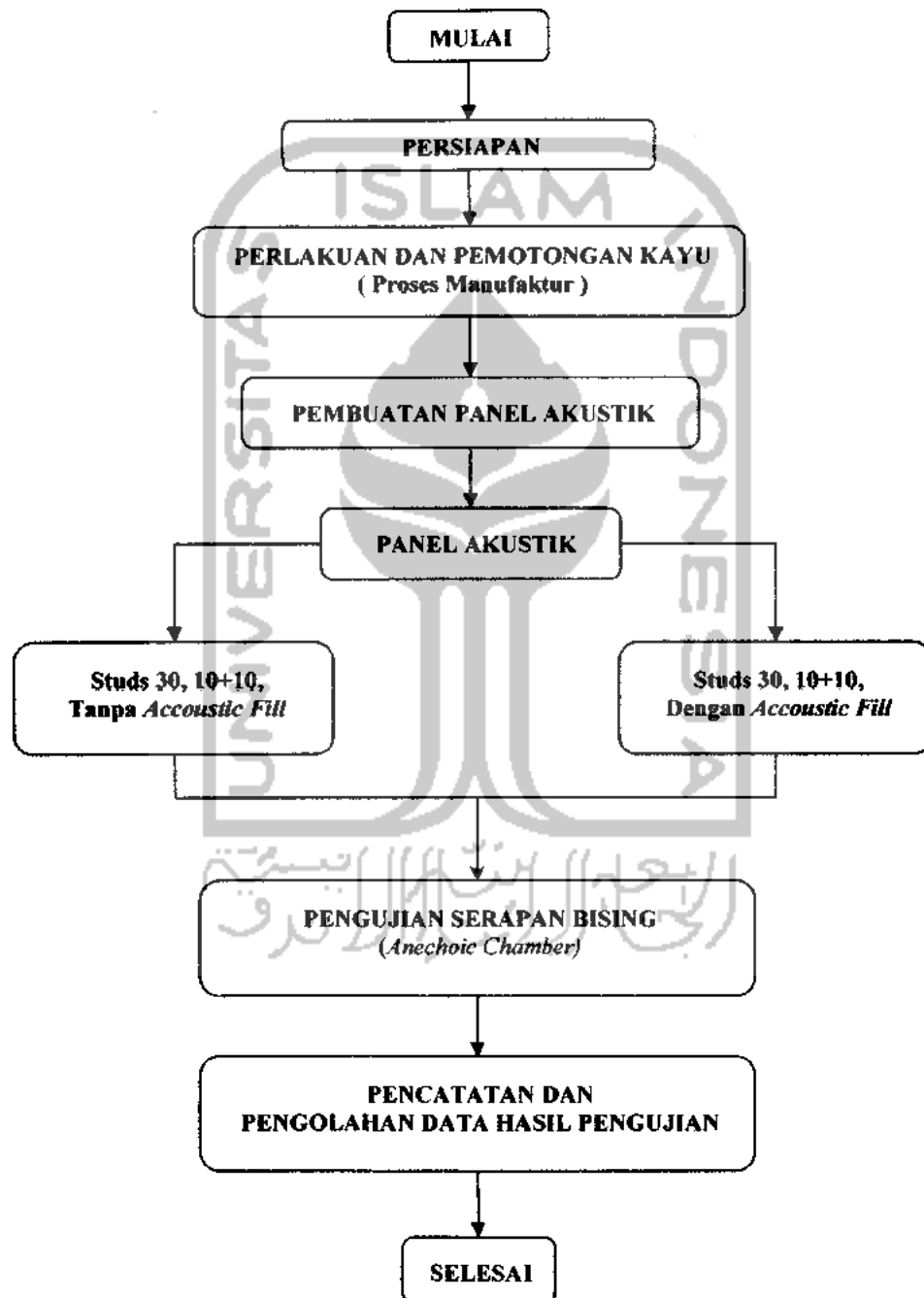
b. Peralatan Manufaktur

1. Borak.
2. Mesin gerinda tangan.
3. Lem Epoxy + Hardener.
4. Lem Kayu.
5. Peralatan ukur.
6. Gergaji mesin potong.
7. Paku.
8. Timbangan digital.
9. Mesin amplas.
10. Amplas.
11. Rumah fiber glass.
12. Alat press balok kayu.
13. Bak perendaman borak.



3.3. Alur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengikuti diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.

3.4. Pembuatan Panel Akustik

3.4.1. Persiapan dan Perlakuan Kayu Sengon Laut

Batang kayu sengon laut yang telah memiliki massa tebang 5-6 tahun dipotong membujur searah serat dengan gergaji potong mesin di lab pengolahan kayu UGM. Potongan-potongan kayu tersebut dikeringkan dalam suatu ruangan sehingga tidak terkena sinar matahari secara langsung (rumah *fiberglass*). Proses pengeringan dengan cara ini bertujuan untuk mencegah penyusutan kayu sengon secara cepat yang dapat mengakibatkan pecah atau retaknya kayu sengon. Kayu sengon laut yang telah dikeringkan selama kurang lebih dua minggu kemudian dipotong melintang dengan ketebalan 10, 15, 20, dan 25mm. Potongan-potongan kayu tersebut digunakan untuk pembuatan panel dan sekat rongga resonator dengan ukuran 50x50 cm² dan disatukan dengan cara direkatkan dengan lem kayu.

3.4.2. Desain dan Konfigurasi Panel Akustik

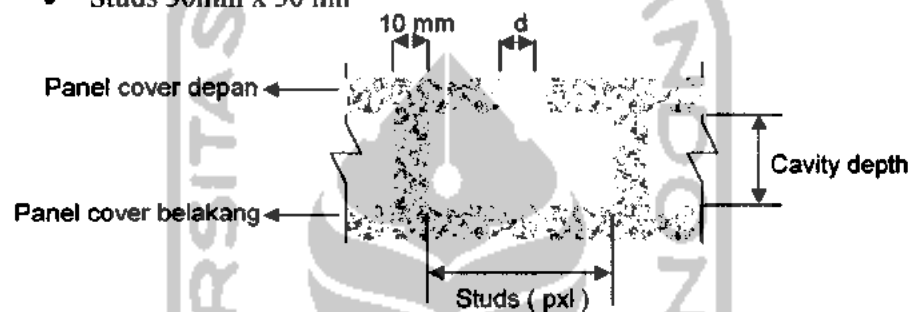
Pengukuran Koefisien Penyerapan (α), pada panel akustik kayu dilakukan dengan menggunakan berbagai konfigurasi partisi. Spesimen uji yang digunakan ketebalan 10 mm, dengan ukuran panel 50x50 cm². Panel uji akustik terdiri dari panel ganda dengan sekat resonator. Bagian panel terdiri dari bagian lapisan panel depan (*front layer*) dengan tebal 10 mm, bagian tengah yaitu sekat rongga resonator dan bagian lapisan panel belakang (*rear layer*) dengan ketebalan 10 mm. Variabel variasi yang dilakukan pada panel resonator yaitu diameter rongga leher resonator 6mm, 8mm, 10mm, kedalaman rongga (*cavity depth*) 15mm, 20mm 25mm, dan penambahan *acoustic fill* (10%vf serat kenaf) pada rongga resonator, dan *studs* (pxl) rongga resonator. Sehingga dengan adanya variasi tersebut diharapkan dapat melihat kinerja panel akustik kayu terhadap nilai α .

Kayu sengon laut sebagai bahan panel akustik kayu akan disusun dalam dua konfigurasi yaitu panel resonator tanpa *acoustic fill* pada gambar 3.2 dan panel rsonator dengan *acoustic fill* pada gambar 3.3 dengan variasi diameter lubang leher resonator dan kedalaman rongga resonator.

3.4.2.1. Panel Resonator Tanpa *Acoustic Fill*

Variasi desainnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2 yaitu :

- Kedalaman rongga (*Cavity depth*) dengan ketebalan sekat resonator (t) yaitu : 15, 20, dan 25 mm.
- Tanpa *Acoustic Fill* (serat kenaf 10 V_0).
- Dengan variasi lubang leher resonator (d) : 6, 8, dan 10 mm.
- Front layer 10mm dan rear layer 10mm.
- Studs 30mm x 30 mm

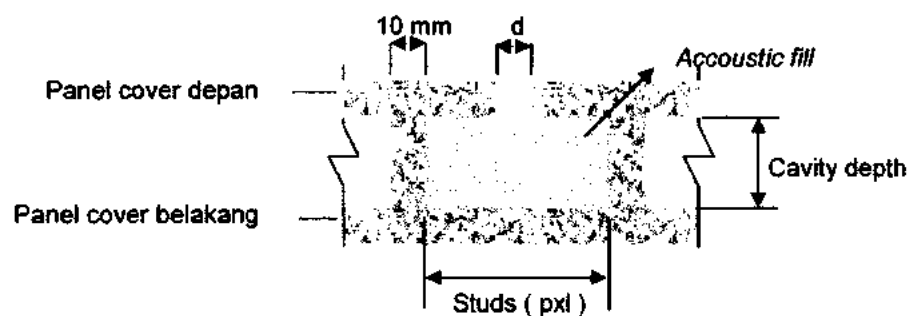


Gambar 3.2. Desain panel akustik tanpa *acoustic fill*

3.4.2.2. Panel Resonator Dengan *Acoustic Fill*

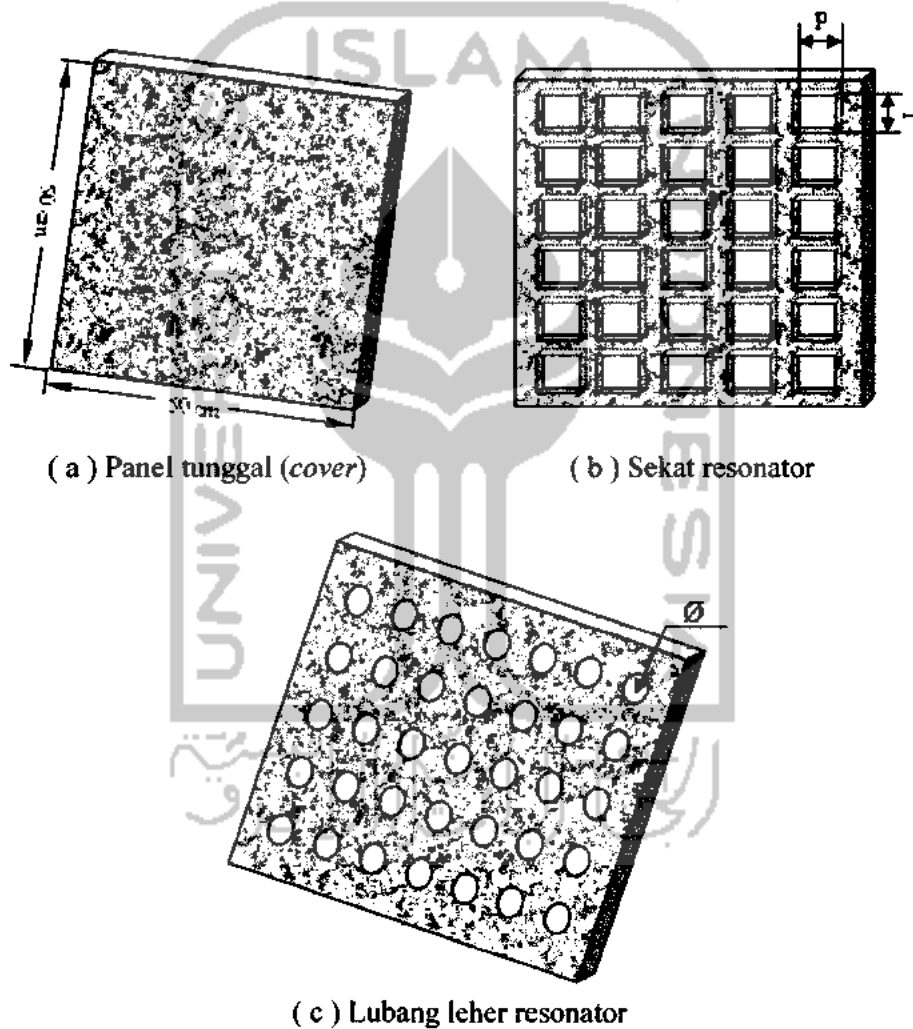
Variasi desainnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3 yaitu :

- Kedalaman rongga (*Cavity depth*) dengan ketebalan sekat resonator (t) yaitu : 15, 20, dan 25 mm.
- Dengan *Acoustic Fill* (serat kenaf 10 V_0).
- Dengan variasi lubang leher resonator (d) : 6, 8, dan 10 mm.
- Front layer 10mm dan rear layer 10mm.
- Studs 30mm x 30 mm.



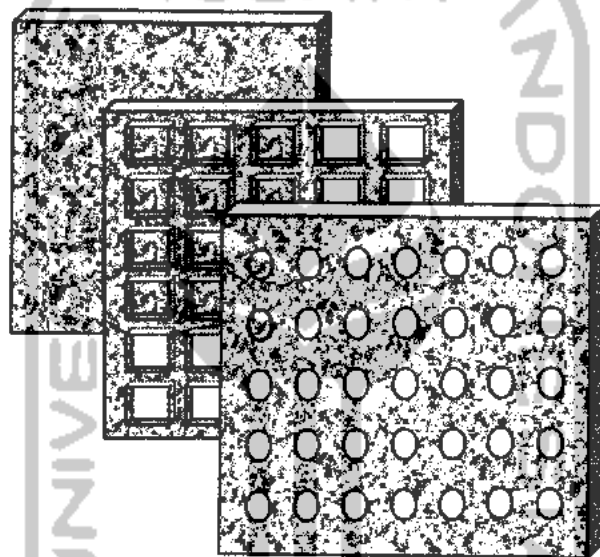
Gambar 3.3. Desain panel akustik dengan *acoustic fill*

Variabel yang digunakan pada panel akustik adalah panel cover depan dengan variasi diameter lubang leher resonator (gambar 3.4c), panel cover belakang (gambar 3.4a) dengan dimensi 50 cm x 50 cm, sekat rongga resonator dengan panjang (p), dan lebar (l) yang diistilahkan dengan *studs* seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.4b. *Studs* rongga resonator yang digunakan adalah 30 mm.

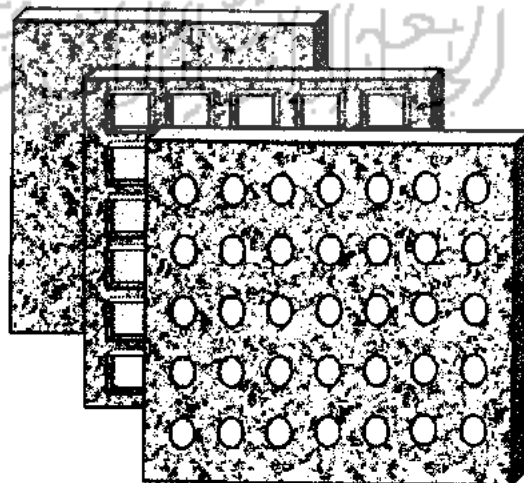


Gambar 3.4. Dimensi bagian panel akustik

Adapun proses urutan perakitan pada panel akustik tanpa kenaf yaitu panel cover belakang digabungkan dengan sekat rongga resonator hasilnya digabungkan dengan panel cover depan dengan variasi diameternya seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5a. Sedangkan pada panel akustik dengan kenaf hasil gabungan panel cover belakang dengan sekat rongga resonator diisi dengan *acoustic fill* kenaf 10 % dari volume rongga resonator dan ditutup dengan panel cover depan dengan variasi diameternya seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5b.



(a) Model panel resonator tanpa *acoustic fill*

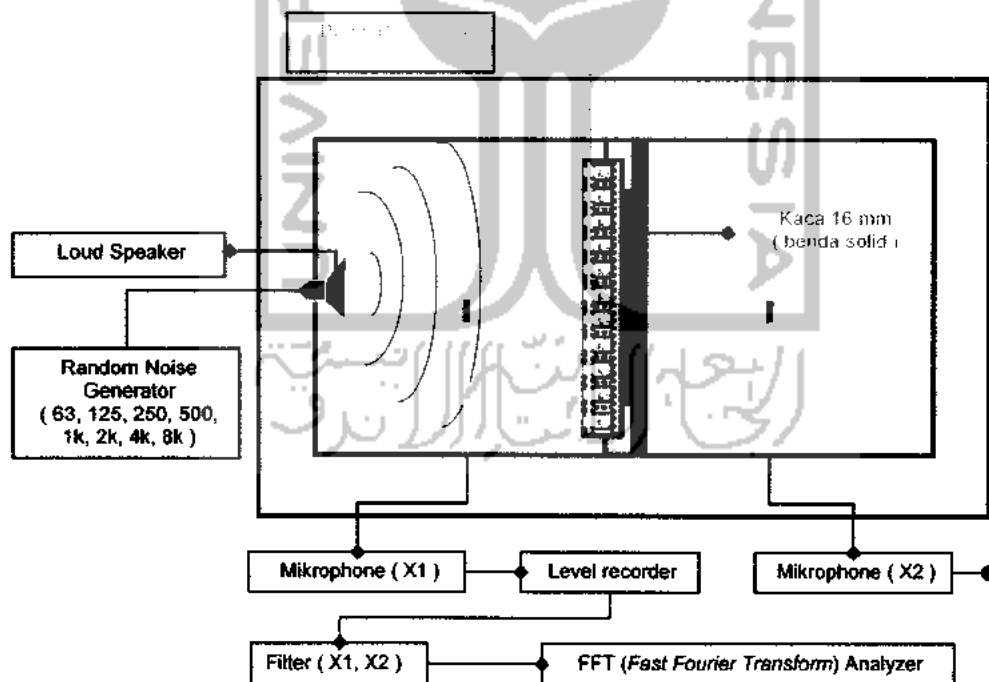


(b) Model panel resonator dengan *acoustic fill*

Gambar 3.5. Model panel akustik

3.5. Pengujian serapan Bunyi

Spesimen diletakkan pada *anechoic chamber* yang sebelumnya sebagai alat uji panel akustik untuk partisi dalam ruangan dimodifikasi untuk pengujian panel serapan bunyi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.6, dengan penambahan kaca ketebalan 16 mm, Posisi mikrophone dari panel berjarak 30 cm dengan ketinggian 25 cm (gambar 3.6). Sinus generator akan menghasilkan gelombang sinusoidal dengan frekuensi yang dapat diatur. Ketika gelombang bunyi mengenai spesimen maka gelombang bunyi dapat diserap ataupun dipantulkan. Pengukuran perbandingan antara jumlah suara yang diserap dengan total energi suara yang datang disebut dengan koefisien penyerapan (α). Pembuatan Ruang uji *anechoic chamber* mengacu standar pengujian ISO R140-150/III. Pengujian panel akustik dilakukan pada wakil jangkauan frekuensi dengan *range 1 octave band* yaitu (63 Hz sampai dengan 8 KHz).



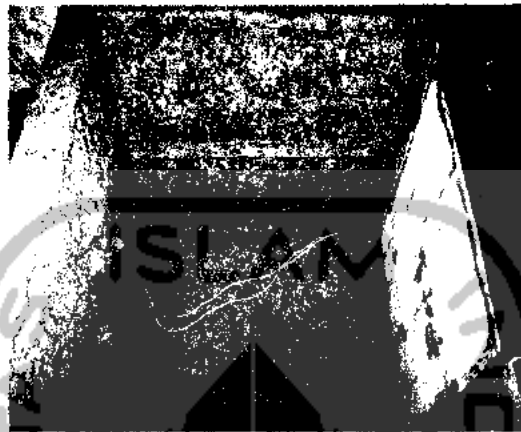
Gambar 3.6. Desain *Anechoic Chamber*

3.5.1. Proses Pengujian

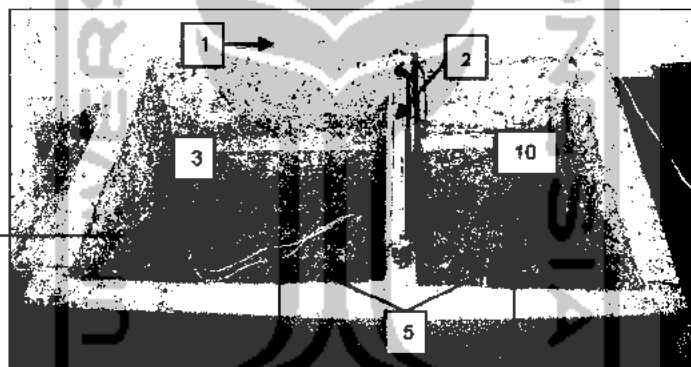
Pada proses pengujian akan dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Spesimen pengujian disiapkan yaitu panel resonator dengan dimensi 50cm x 50cm dengan 18 variasi yaitu :
 - Diameter : 6mm, 8mm, dan 10mm.
 - *Cavity depth* : 15mm, 20mm, dan 25mm.
 - *Acoustic fill* : tanpa dan dengan *acoustic fill* (serat kenaf 10%).
2. Peralatan uji dirangkai sesuai dengan gambar 3.7b yaitu :
 - *Random noise generator* dihubungkan dengan *loud speaker*.
 - Mikropon dihubungkan pada *level recorder*.
 - *Level recorder* dihubungkan pada *filter*.
 - *Filter* dihubungkan pada *fast fourier transform analyzer*.
3. Panel akustik yang akan diuji diletakkan pada ruang *anechoic chamber* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.7a.
4. Melakukan pengujian terhadap berbagai variasi :
 - Semua peralatan yang sudah terangkai dihidupkan.
 - Mengatur keluaran *random noise generator* yang terhubung dengan *loud speaker* pada frekuensi 63 – 125 – 250 – 500 – 1000 – 2000 – 4000 – 8000 secara bertahap pada variasi pengujian, dalam waktu yang sama frekuensi diatur pada peralatan *band pass filter*, FFT (*Fast Fourier Transform*) analyzer (pengulangan pengujian dilakukan pada variasi produk panel akustik secara bergantian).
 - Mengatur *level recorder* pada mix 1. Pada peringatan *low battery lamp*, apabila battery sudah lemah maka tidak boleh dipaksakan untuk terus digunakan karena akan mempengaruhi keakuratan hasil pengujian.
 - Pada tiap frekuensi dan pada tiap variasi panel akustik pengujian diambil 5 data hasil pada FFT analyzer untuk diambil nilai rata-ratanya seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8.
 - Print hasil pada FFT analyzer (bila diperlukan).

5. Data yang diambil adalah sebagai data X_1 pada persamaan pengolahan data.

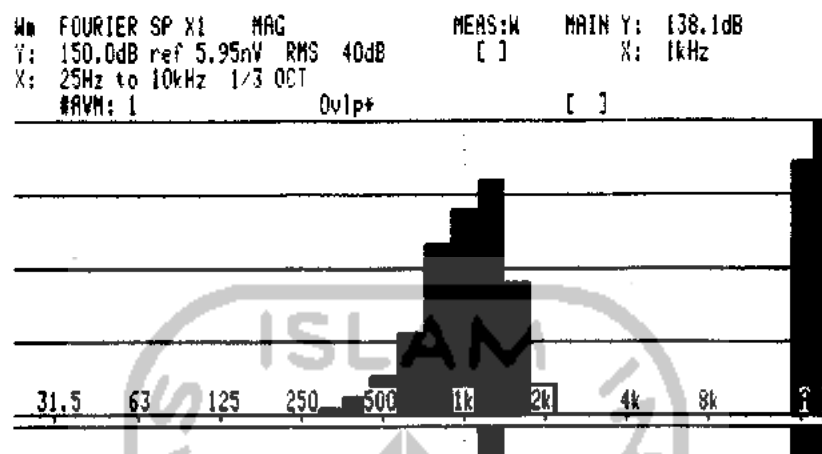


(a) Posisi panel pada ruang uji



(b) Bagian dan alur kerja alat uji

Gambar 3.7. Desain *Anechoic Chamber*



Gambar 3.8. Hasil tampilan pada FFT

Keterangan gambar :

1. *Anechoic chamber*.
2. Panel resonator berongga.
3. Loud Speaker.
4. Random Noise Generator (jangkauan frekuensi satu oktaf).
5. Mikrophone.
6. Level recorder.
7. Filter.
8. FFT (*Fast Fourier Transform*) Analyzer.
9. Printer.
10. Kaca dengan ketebalan 16mm.

Desain panel akustik terdiri dari 18 variasi desain dengan variasi tanpa dan dengan *acoustic fill* kenaf, diameter lubang leher rongga resonator, dan kedalaman/ tebal sekat rongga resonator seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Variasi Pemodelan Panel Akustik.

Panel Ganda dengan sekat resonator (Panel - resonator)	Tebal sekat (t) mm	Front layer (T ₁) mm	Rear Layer (T ₂) mm	T= T ₁ , T ₂ mm	Variasi lubang leher rongga resonator	Tanpa <i>acoustic fill</i> (serat kenaf)	Dengan <i>acoustic fill</i> (serat kenaf)
Studs 30, 10+10	15	10	10	25	6	Variasi 1	Variasi 10
					8	Variasi 2	Variasi 11
					10	Variasi 3	Variasi 12
	20	10	10	30	6	Variasi 4	Variasi 13
					8	Variasi 5	Variasi 14
					10	Variasi 6	Variasi 15
	25	10	10	35	6	Variasi 7	Variasi 16
					8	Variasi 8	Variasi 17
					10	Variasi 9	Variasi 18

Pada pengujian 18 variasi, masing – masing diuji pada 8 variasi titik frekuensi (dengan range 1 oktaf) dan diambil lima buah data pengujian koefisien serapan (α).

3.6. Analisis Pengujian

Dari hasil pengujian penyerapan bunyi pada panel akustik kayu dapat dilihat berbagai pengaruh variabel desain panel terhadap nilai α pada jangkauan frekuensi 63 Hz sampai dengan 8 KHz. Dari hasil pengujian ini diharapkan dapat ditemukan nilai serapan bising yang paling optimum pada panel akustik kayu dengan rentang frekuensi lebar.

Saat panjang gelombang jauh lebih besar dari panjang lubang *neck* maka udara di dalam lubang *neck* bertindak seperti sebuah massa. Saat panjang gelombang jauh lebih besar dari akar pangkat tiga dari volume rongga resonator maka tekanan akustik dalam rongga akan menciptakan sebuah kelembaman udara. Dan jika panjang gelombang lebih besar dari akar pangkat dua dari luas

permukaan melintang lubang *neck* maka resonator tersebut akan berfungsi sebagai sebuah hambatan bagi sumber bunyi dengan hambatan tambahan berasal dari *viscous loss* pada lubang *neck*. Dimana pada diameter lubang 1 cm atau lebih besar, *viscous loss* biasanya sangat kecil sehingga dapat diabaikan.

Besarnya nilai gelombang yang dipantulkan dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$I_r = X_1 - TTB_L \quad (12)$$

Dengan catatan :

I_r = Nilai gelombang pantul.

TTB_L = Nilai tingkat tekanan bunyi datang (sumber suara).

X_1 = Nilai gelombang pada mikrophone 1.

Sedangkan nilai NAC (*noise absorption coefisien*) dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$NAC = \frac{(TTB_L - I_r)}{TTB_L} \quad (13)$$

BAB IV PEMBUATAN PRODUK DAN PEMBAHASAN HASIL UJI

4.1. Persiapan Bahan

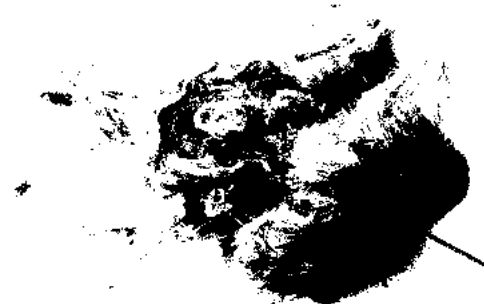
Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah kayu sengon laut (*Albizia falcataria*) dengan massa tebang 5 - 6 tahun dan serat kenaf dengan berat jenis $1,5 \text{ gr/cm}^3$ sebagai bahan *acoustic fill* pada rongga resonator (gambar 4.1d). Kayu sengon yang digunakan dan tersedia di pasaran jogja berbentuk kayu gelondongan (Panjang : 120cm, diameter : 30cm) seperti yang terlihat pada gambar 4.1b. Bagian batang pohon sengon yang digunakan adalah batang utama bagian tengah karena memiliki sifat kayu yang lebih baik dari pada bagian atas maupun bagian bawah seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1a.



(a) Bagian tengah pohon sengon (b) Kayu sengon bentuk gelondongan



(c) Pohon kenaf



(d) Serat kenaf

Gambar 4.1. Bahan Panel Akustik



Bahan tambahan yang digunakan adalah :

- Lem *epoxy* digunakan untuk merekatkan bagian – bagian pembentuk komponen panel akustik (gambar 4.2a).
- Lem kayu digunakan untuk perakitan komponen – komponen panel akustik (gambar 4.2b).
- Borak untuk melindungi kayu dari serangan hama kayu (gambar 4.2c).



(a) Lem *epoxy* + *hardener*



(b) Lem kayu



(c) Borak

Gambar 4.2. Bahan tambahan produk panel akustik

4.2. Perlakuan Bahan Kayu Sengon

4.2.1. Pemotongan Arah Membujur Kayu Bentuk Gelondongan

Batang kayu sengon laut yang telah memiliki massa tebang 5 - 6 tahun dibelah menjadi $\frac{1}{2}$ bagian arah membujur (gambar 4.4a). Hasil tersebut dipotong pinggirannya dengan arah membujur untuk di hilangkan lapisan terluar dari pohon dengan gergaji potong mesin di lab pengolahan kayu, hasilnya kayu berbentuk balok panjang (gambar 4.3a dan gambar 4.4b). Dan dilakukan pengepresan untuk mendapatkan permukaan yang halus dan bentuk siku (gambar 4.3b dan 4.4c). Balok kayu tersebut dikeringkan dalam suatu ruangan sehingga tidak terkena sinar matahari secara langsung selama dua minggu . Proses pengeringan dengan cara ini bertujuan untuk mencegah penyusutan kayu sengon secara cepat yang dapat mengakibatkan pecah atau retaknya kayu sengon.



(a) Pemotongan $\frac{1}{2}$ bagian dan bagian luar (b) Pengepressan kayu

Gambar 4.3. Proses pemotongan bagian kayu arah membujur (tangensial)



(a) Potongan $\frac{1}{2}$ bagian (b) Potongan bagian luar (c) Balok kayu

Gambar 4.4. Hasil Proses pemotongan bagian kayu arah membujur (tangensial)

4.2.2. Pemotongan Arah Melintang Kayu Bentuk Balok

Kayu sengon laut yang telah dikeringkan selama kurang lebih dua minggu kemudian dipotong melintang (radial) dengan ketebalan 10, 15, 20, dan 25 mm seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5a. Potongan-potongan kayu tersebut akan digunakan untuk pembuatan panel dan sekat rongga resonator dengan ukuran 50cm x 50cm, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5b.



(a) Pemotongan arah melintang

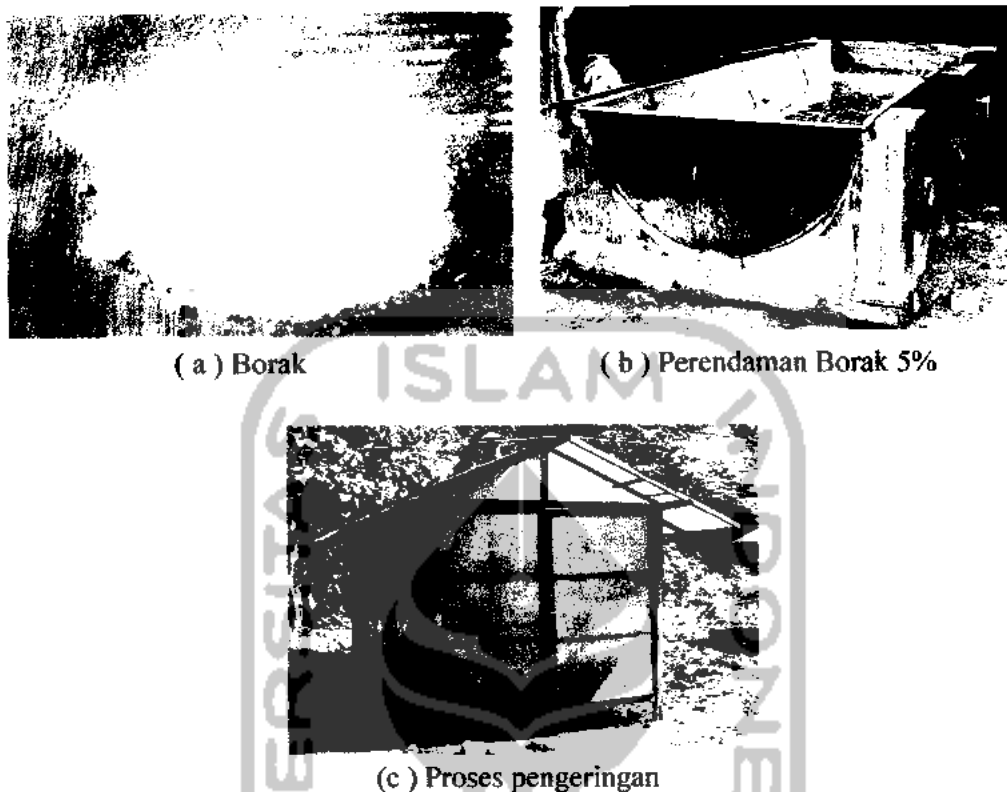


(b) Hasil pemotongan

Gambar 4.5. Pemotongan kayu dengan arah melintang

4.2.3 Proses Perendaman Borak

Untuk meningkatkan kualitas kayu terhadap hama kayu, maka kayu sengon laut yang telah dipotong – potong direndam dalam larutan borak 5 % kurang lebih 24 jam (gambar 4.6b) dan di keringkan dalam rumah *Fiber Glass* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6c.



Gambar 4.6. Perendaman dan pengeringan kayu dalam rumah *Fiber Glass*

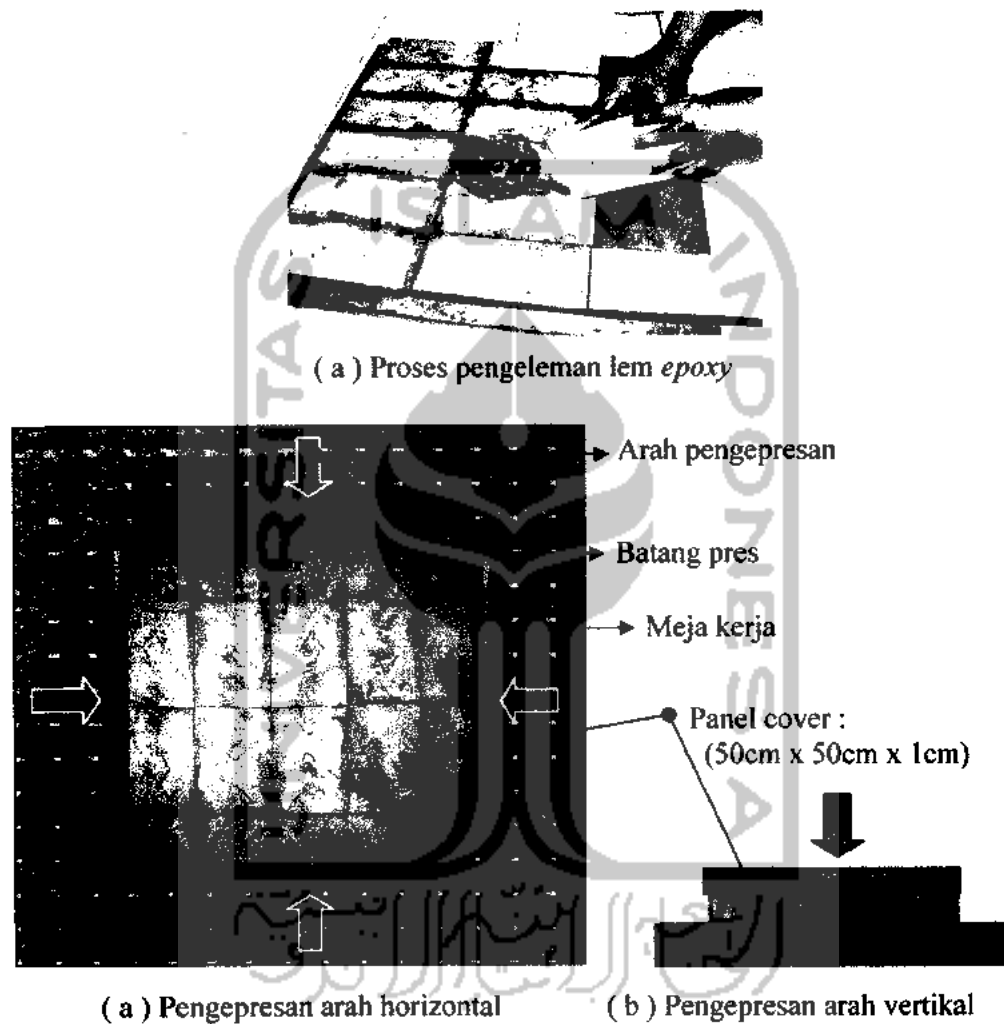
4.3. Proses Pembentukan Komponen Produk Panel Akustik

4.3.1 Pembuatan Panel Cover Depan dan Belakang

Potongan-potongan kayu yang telah direndam borak dan dikeringkan disatukan dengan cara direkatkan dengan lem *Epoxy* yang mempunyai daya rekat terhadap kayu tinggi dengan mencapai dimensi 50cm x 50 cm (gambar 4.7a).

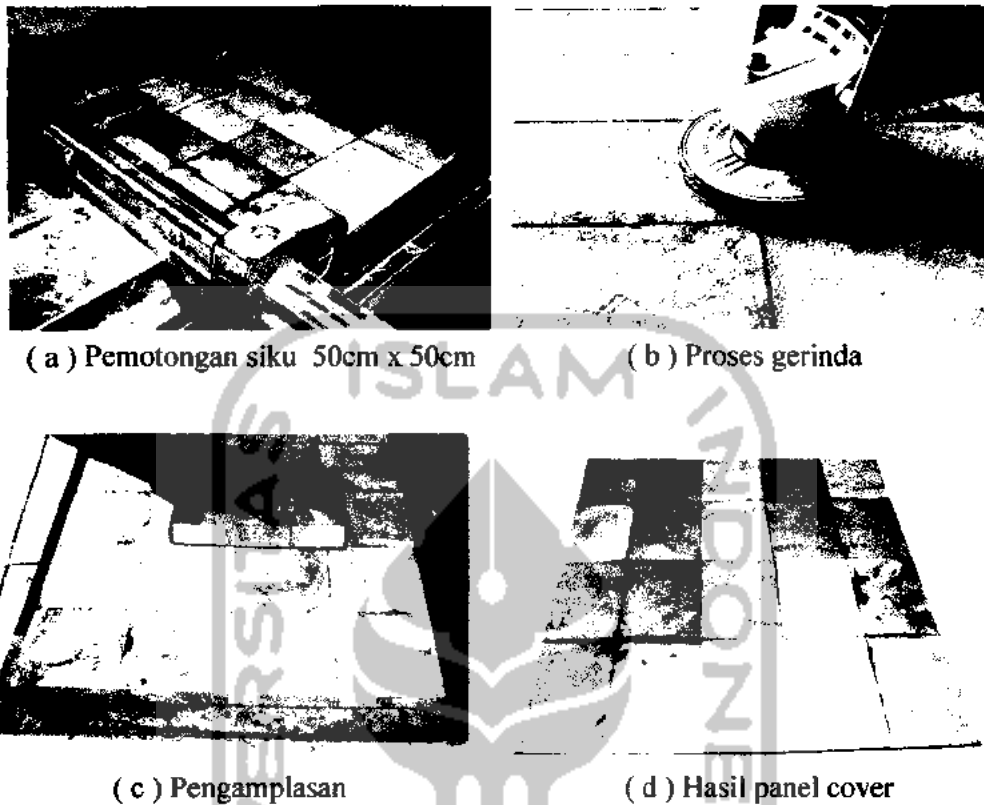
Metode pengepresan dilakukan untuk mendapatkan hasil pengeleman yang baik (daya rekat kuat dan tidak ada celah antar sambungan). Pengepresan dilakukan dari sisi horizontal sebesar 10 kg dengan pembebanan secara bertahap dari 5 kg (30 menit) dan 10 kg (3 jam) sedangkan dari sisi vertikal sebesar 15 kg(3¹/₂ jam). Pembebanan secara bertahap pada arah horizontal bertujuan untuk memberikan waktu lem epoxy masuk ke dalam pori-pori kayu. Lem epoxy memiliki nilai kekentalan yang cukup tinggi dan proses pengeringan 3-4 jam

(suhu ruang). Proses pengepresan mampu menghindarkan terjadinya defleksi atau penyimpangan dimensi pada saat proses pengeringan lem epoxy (gambar 4.7b).



Gambar 4.7. Proses perekatan panel cover

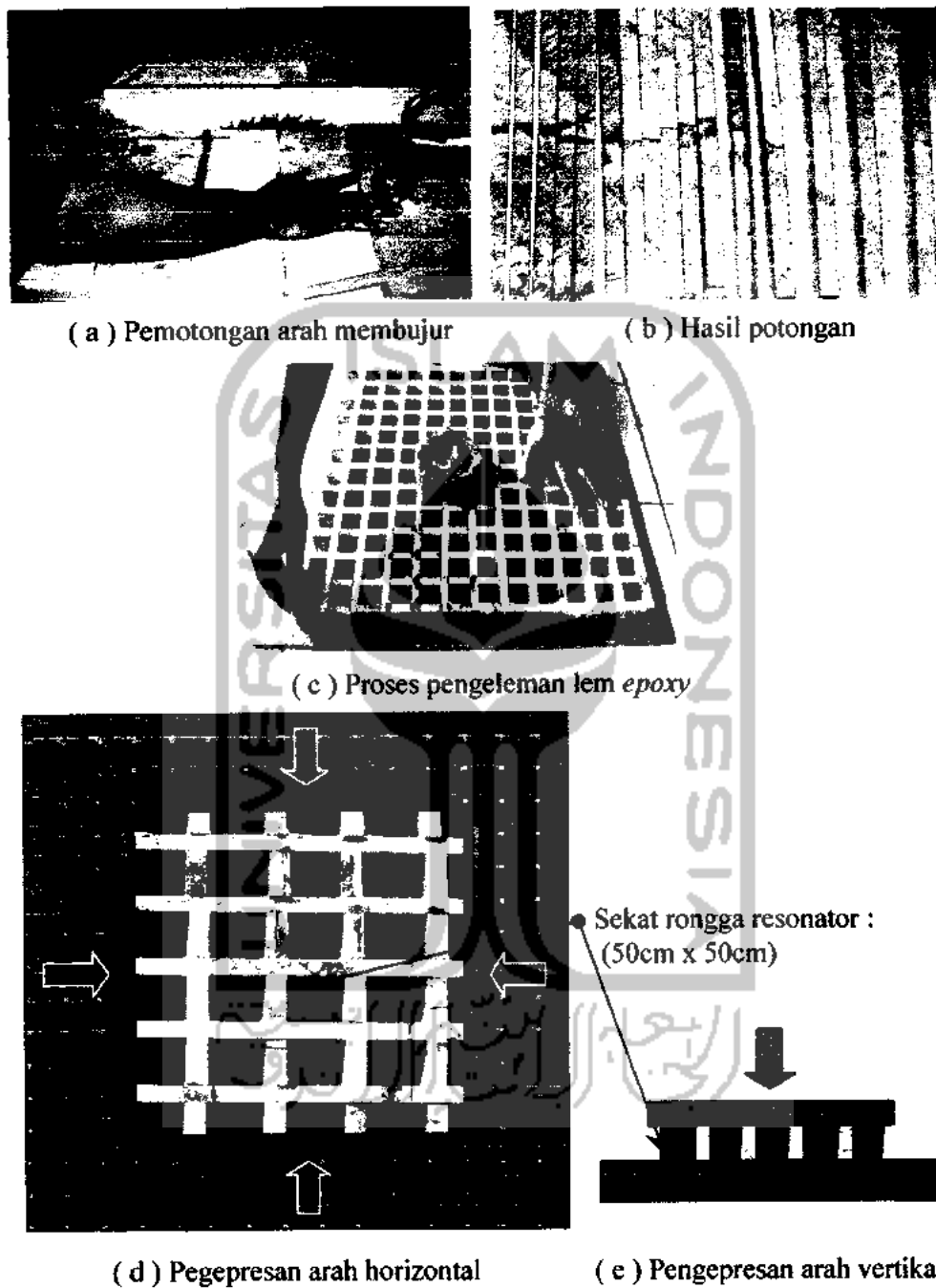
Dimensi hasil pengeleman belum sesuai pada ukuran $50 \times 50 \text{ cm}^2$ maka diperlukan pemotongan dengan mesin pemotong siku agar didapatkan dimensi $50 \times 50 \text{ cm}^2$ (gambar 4.8a). Penggrindaan dan pengamplasan dilakukan pada akhir proses untuk mendapatkan panel dengan permukaan yang halus (gambar 4.8b dan gambar 4.8c). Hasilnya digunakan sebagai panel cover pada panel akustik seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8d.



Gambar 4.8. Proses akhir pembuatan panel cover

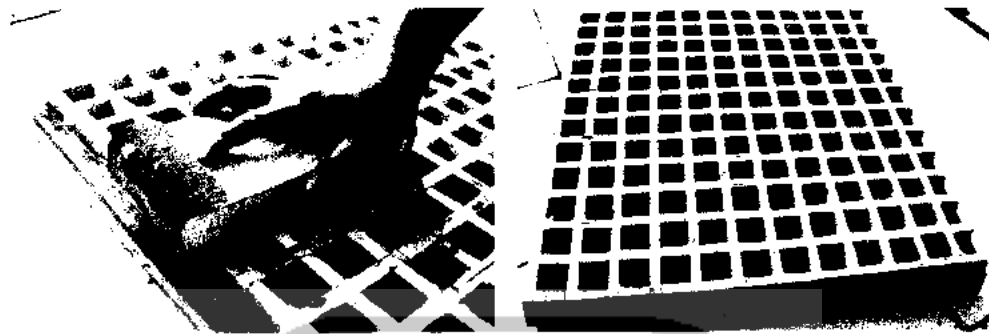
4.3.2 Pembuatan Sekat Rongga Resonator

Panel cover dengan dimensi $50 \times 50 \text{ cm}^2$ sebagian dipotong membujur menjadi potongan dengan dimensi $15\text{cm} \times 50 \text{ cm}$, $20\text{cm} \times 50\text{cm}$, $25\text{cm} \times 50 \text{ cm}$ (gambar 4.9a dan gambar 4.9b). Potongan tersebut dirangkai dan direkatkan dengan lem *epoxy* membentuk sekat rongga resonator (gambar 4.9c). Metode pengepresan dilakukan untuk mendapatkan hasil pengeleman yang baik (daya rekat kuat dan tidak ada celah antar sambungan). Pengepresan dilakukan dari sisi horizontal sebesar 10 kg dengan pembebanan secara bertahap dari 2 kg (15 menit), 5 kg (30 menit) dan 10 kg (3 jam) sedangkan dari sisi vertikal sebesar 15 kg ($3\frac{1}{2}$ jam). Pembebanan secara bertahap pada arah horizontal bertujuan untuk memberikan waktu lem epoxy masuk ke dalam pori-pori kayu. Proses pengepresan mampu menghindarkan terjadinya defleksi atau penyimpangan dimensi pada saat proses pengeringan lem epoxy (gambar 4.9d dan gambar 4.9e).



Gambar 4.9. Proses pemotongan dan perekatan sekat rongga resonator

Pengamplasan dilakukan pada akhir proses untuk mendapatkan permukaan yang halus (gambar 4.10a). Hasil tersebut akan di gunakan sebagai sekat rongga resonator pada panel akustik seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.10b.



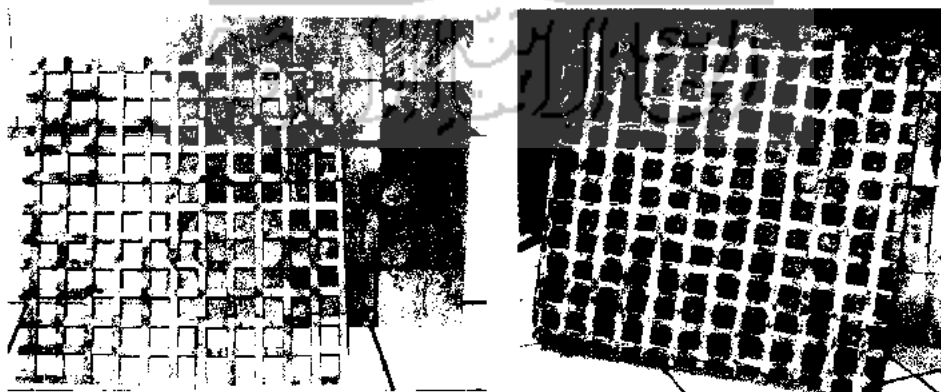
(a) Pengamplasan (b) Sekat rongga resonator

Gambar 4.10. Proses akhir pembuatan sekat rongga resonator

4.4. Proses Perakitan Komponen Penyusun Produk Panel Akustik

4.4.1. Perakitan Panel Cover Belakang dengan Sekat Rongga Resonator

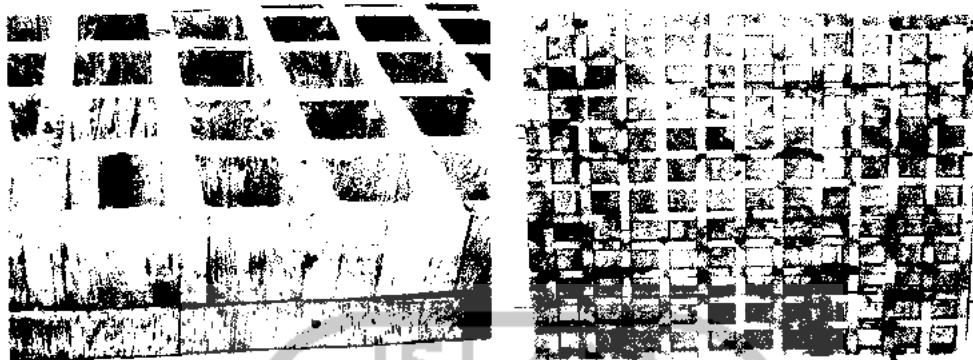
Bagian – bagian panel yang telah di buat yaitu panel cover belakang dan rongga resonator (gambar 4.11a), digabungkan menjadi satu dalam satu bagian dengan menggunakan lem kayu. Selain untuk merekatkan, lem kayu tersebut digunakan untuk menutup celah/ porous antar sambungan (gambar 4.11b). Panel diberikan pembebanan arah vertikal 15 kg untuk menghindari terjadinya defleksi (penyimpangan) pada waktu proses pengeringan lem. Hasil penggabungan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.12.



(a) Panel cover dan sekat resonator

(b) Proses Pengeleman

Gambar 4.11. Penggabungan panel cover belakang dengan rongga resonator



Gambar 4.12. Hasil penggabungan panel cover dengan rongga resonator

4.4.2. Proses Pengisian *Acoustic fill* (serat kenaf 10% Vf)

Untuk panel dengan variasi penambahan *Acoustic Fill*, sekat rongga resonator diisi dengan serat kenaf 10 % dari volume rongga resonator (gambar 4.13b), maka dilakukan penimbangan berat serat kenaf dengan menggunakan timbangan digital (gambar 4.13a). Pengabungan dengan panel cover depan dilakukan setelah sekat rongga terisi dengan kenaf secara keseluruhan. Adapun didapatkan satuan gram dari 10% volume rongga resonator yaitu dengan persamaan :

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (15)$$

Dengan catatan :

ρ = Berat Jenis (gr/cm^3).

M = Massa (gr).

V = Volume (cm^3).





Gambar 4.13. Proses pengisian *acoustic fill*

4.4.3. Perakitan pada Cover Depan

Produk yang terdapat penambahan *acoustic fill* maupun yang tidak, pada proses perakitan akhir produk tersebut ditutup panel cover depan dengan digabungkan menjadi satu dalam satu bagian dengan menggunakan lem kayu (gambar 4.14a). Selain untuk merekatkan, lem kayu tersebut digunakan untuk menutup celah/ porous antar sambungan bagian panel. Panel diberikan pembebanan arah vertikal 15 kg untuk mendapatkan hasil pengeleman yang baik (daya rekat kuat dan tidak ada celah antar sambungan). Bagian panel yang sudah tergabung ditunjukkan pada gambar 4.14b.



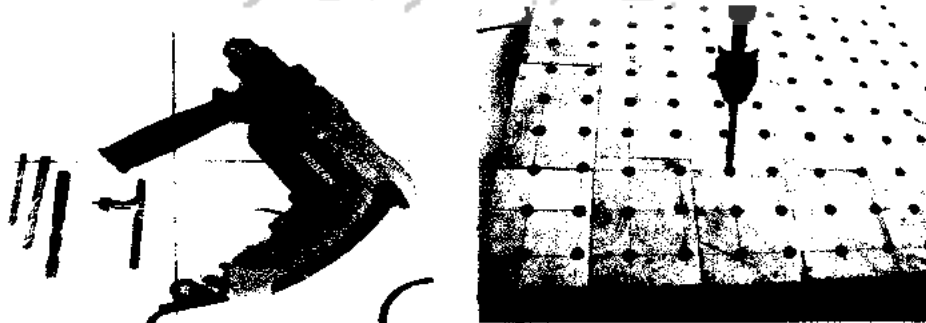
(a) Pengeleman

(b) Produk Panel Akustik

Gambar 4.14. Perakitan akhir dengan panel cover depan

4.4.4. Proses Pengeboran Lubang Leher Resonator pada Panel Cover Depan

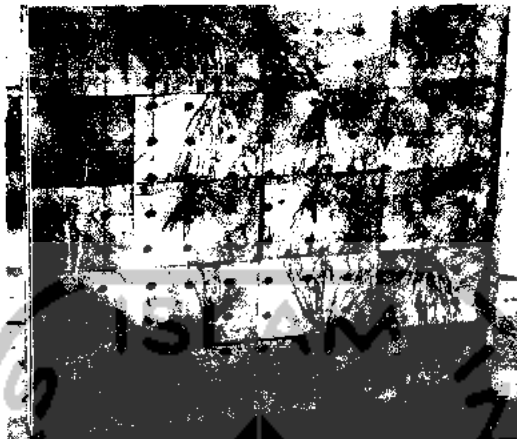
Panel yang terbentuk baik dengan maupun tanpa *acoustic fill* dilubangi dengan menggunakan mesin Bor (*drilling*) (gambar 4.15a) dengan posisi berada ditengah – tengah dimensi sekat resonator dan untuk mendapatkan lubang tepat pada tengah sekat rongga resonator maka ditarik garis lurus diantara titik tengah *studs* di daerah pinggir panel (gambar 4.15b). Lubang ini berfungsi sebagai lubang leher resonator dengan variasi lubangnya yaitu 6mm, 8mm, 10mm. Panel akustik siap untuk diuji seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.16. Panel yang akan diujikan terdiri dari panel tanpa dan dengan *acoustic fill* kenaf (gambar 4.17).



(a) Alat Bor Ø 6mm, 8mm, 10mm

(b) Proses pengeboran

Gambar 4.15. Proses pengeboran lubang leher resonator



Gambar 4.16. Produk panel akustik dengan lubang leher resonator



(a) Panel tanpa *acoustic fill*

(b) Panel dengan *acoustic fill*

Gambar 4.17. Panel akustik dengan dan tanpa *acoustic fill*

4.5. Analisa Pembuatan Produk Panel Akustik

4.5.1. Kendala Pembuatan Produk Panel Akustik

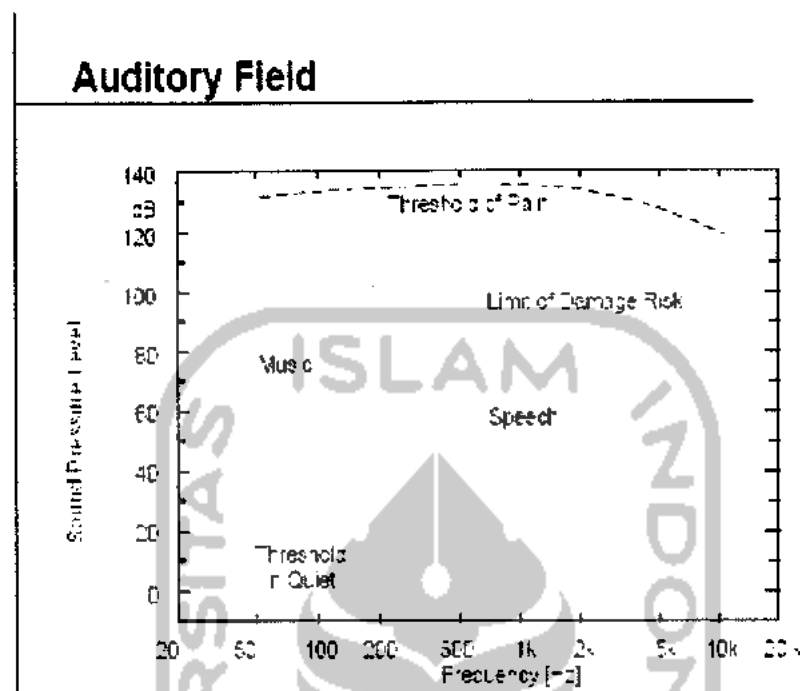
Pada proses pembuatan panel resonator terdapat beberapa kendala yang sedikit menghambat proses namun bisa diatasi, kendala tersebut diantaranya :

1. Alat pemotongan kayu arah membujur pada kayu bentuk gelondongan terbatas, di daerah Jogja terdapat di Lab. Kehutanan UGM.
2. Hasil pemotongan di Lab. Kehutanan UGM tidak siku, sehingga diperlukan perlakuan tambahan diantaranya :
 - Pengergajian secara manual dengan bantuan penggaris siku.
 - Penggerindaan pada permukaan kayu yang tidak halus.

3. Sifat homogenitas kayu sengon laut kurang seragam dikarenakan kayu sengon dalam bentuk gelondongan yang tersedia di pasar bervariasi sifatnya, diantaranya umur kayu, diameter, panjang, kadar kekeringan kayu sehingga diperlukan perlakuan tambahan diantaranya :
 - Kulit kayu dihilangkan dan kayu dikeringkan pada suhu ruangan selama 3 minggu agar hasil proses pemotongan kayu baik.
 - Bahan kayu yang memiliki hati yang besar tidak di gunakan.
 - Pemilihan diameter kayu diatas 35 cm dan panjang diatas 110 cm.
4. Panel cover dari bahan kayu sengon laut rentan terhadap perubahan suhu, dingin menyusut panas mengembang sehingga pada panel tunggal diusahakan selalu bertahan pada suhu ruangan.

4.5.2. Nilai Ergonomi Panel Akustik

Bunyi yang memberi rasa tidak nyaman bagi kegiatan sehari-hari baik di lingkungan kerja, perumahan ataupun perkantoran, dianggap sebagai kebisingan (*noise*). Kebisingan merupakan salah satu jenis pencemaran yang cukup penting yang berpengaruh terhadap kenyamanan dan terutama kesehatan. Bunyi yang menyebabkan gangguan pendengaran manusia (*hearing loss*) ada pada frekuensi rendah hingga tinggi tergantung pada kontur kekerasannya (*Loudness Contour*). Tingkat tekanan bunyi (*sound pressure level*) merupakan acuan terhadap respon telinga manusia terhadap perubahan kekerasan bunyi yang diukur dalam dB (decibel). Rentang tingkat suara yang masih dapat didengar oleh suara manusia normal adalah 0 dB (suara terlemah), yang disebut *threshold of hearing*, hingga 120 dB yaitu tingkat kebisingan suara di mana sistem pendengaran manusia mulai merasa kesakitan (*threshold of pain*) seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.18.



Gambar 4.18. Rentang tingkat nilai suara (Purwanto, 2007)

Sasaran pengendalian bising adalah menyediakan lingkungan yang secara akustik dapat diterima baik di dalam ataupun diluar bangunan, sehingga sesuai dengan fungsi ruangan tersebut. Bebas dari kebisingan merupakan kualitas lingkungan paling ideal bagi suatu ruangan terutama saat ini dengan kondisi kegiatan yang beragam dan sering dilakukan di dalam ruangan. Berbagai macam cara dapat dilakukan untuk mengurangi bising yang ditransmisikan melalui medium udara (*air borne*) ataupun yang merambat melalui struktur bangunan (*structure borne*) agar kebisingan dapat ditekan sampai batas yang diinginkan.

Semakin meningkatnya kebutuhan akan bahan yang mampu menyerap bunyi sejalan dengan semakin banyaknya penggunaan alat yang mengasilkan bunyi mengganggu (bising) dan kebutuhan akan privacy seseorang. Panel resonator dengan bahan kayu sengon laut mampu menjawabnya, dengan bahan yang berlimpah, proses produksi yang mudah, bahan kayu yang mempunyai alur garis permukaan yang indah dan merupakan bahan penyerap bunyi, diharapkan

mampu menekan biaya produksi, dengan tidak mengesampingkan nilai rekayasa teknologi maupun nilai seni arsitektur.

Tabel 4.1. Bahan Panel Resonator

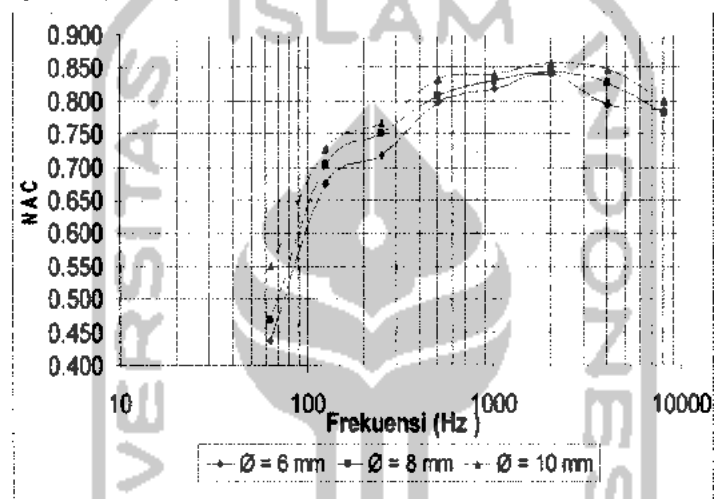
Bahan	Jumlah (Rp)
Kayu sengon untuk satu panel (50cm x 50cm x 1cm x 3) x @m3 Rp. 600.000	5.000
Serat Kenaf (CV=15) 0,245 kg x @kg Rp. 7000	1.800
Lem Epoxy 10 gr x @kg Rp. 75.000	7.500
Lem Kayu (Fox) 1kg x @Rp. 8.000	8.000
Borak ½ kg x @Rp. 10.000	10.000
Biaya Pemotongan Kayu	10.000
Amplas 1m x @Rp. 8.000	8.000
Jumlah Total Produksi 1 Panel akustik (50cm x 50cm)	50.300

4.6. Hasil dan Analisa Pengujian

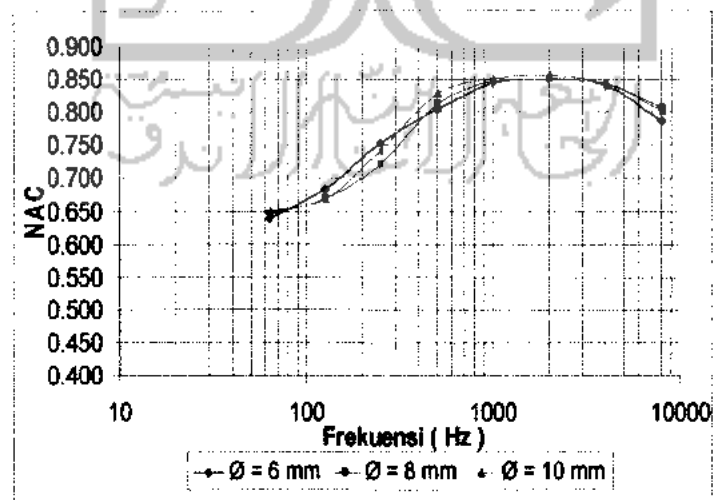
4.6.1. Hasil Pengujian

a. Hasil Pengukuran NAC Panel Resonator Tanpa *Acoustic Fill* dan Dengan *Acoustic Fill* pada Variasi Diameter terhadap *Cavity Depth*.

Panel Resonator tanpa dan dengan adanya penambahan *acoustic fill* pada rongga resonator (Studs 30) pada *Cavity Depth* 15 mm, 20 mm, 25 mm, dengan variabel pengujian yaitu perubahan variasi diameter 6 mm, 8 mm, 10 mm.

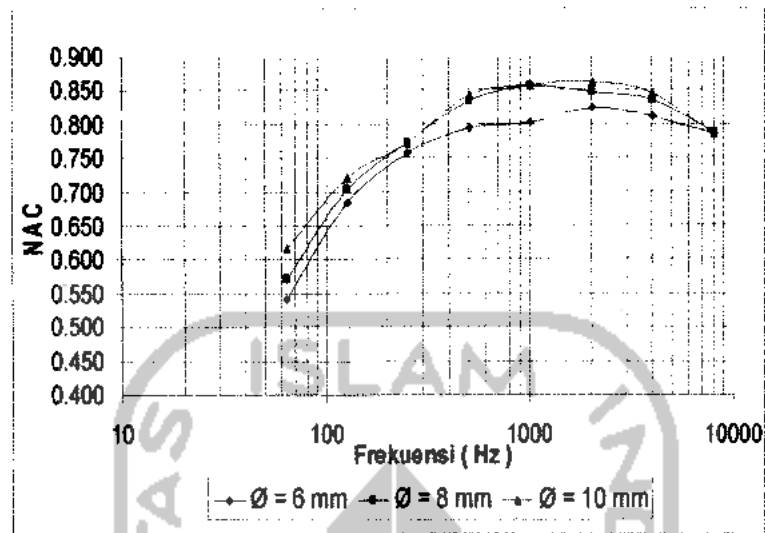


(a) Cavity Depth 15 mm
tanpa *Acoustic Fill*

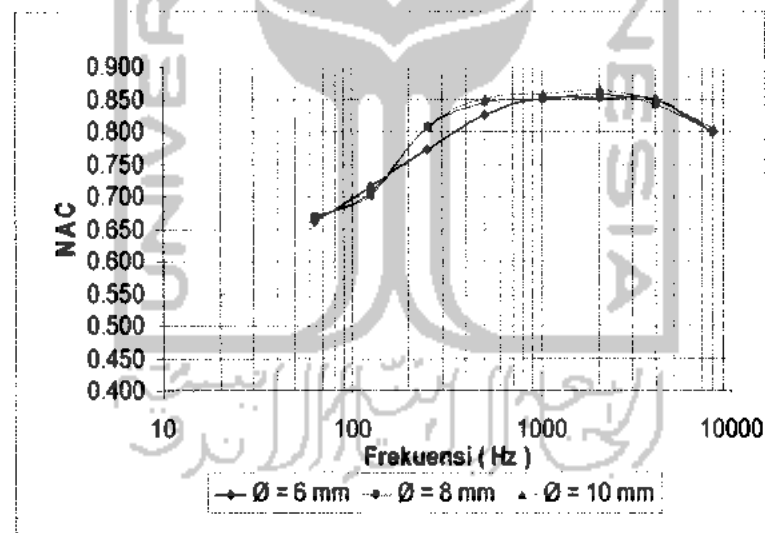


(b) Cavity Depth 15 mm
dengan *Acoustic Fill*

Gambar 4.19. Pengaruh variasi diameter pada panel akustik pada kedalaman rongga (*cavity depth*) 15 mm

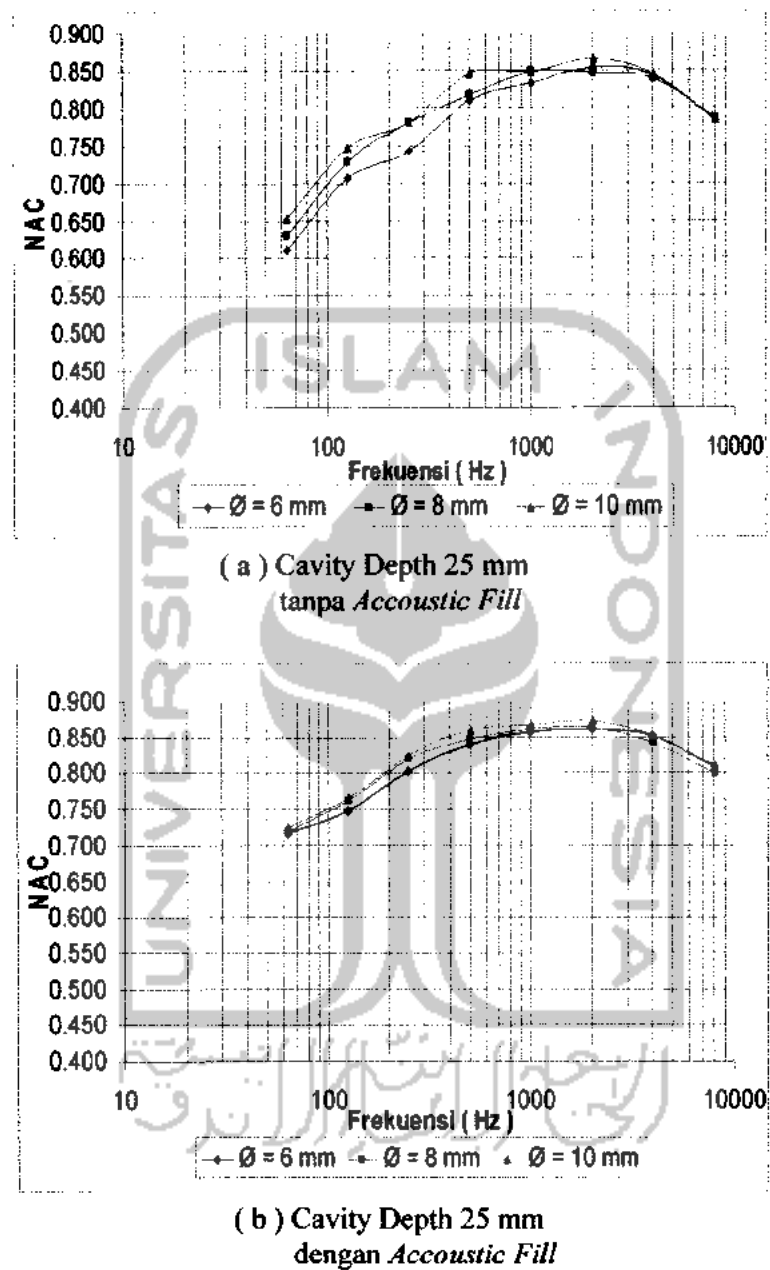


(a) Cavity Depth 20 mm
tanpa Accoustic Fill



(b) Cavity Depth 20 mm
dengan Accoustic Fill

Gambar 4.20. Pengaruh variasi diameter pada panel akustik pada kedalaman rongga (*cavity depth*) 20 mm



Gambar 4.21. Pengaruh variasi diameter pada panel akustik pada kedalaman rongga (*cavity depth*) 25mm

Hasil pengujian panel resonator dalam bentuk grafik dengan variasi diameter leher resonator tanpa dan dengan adanya penambahan *acoustic fill* terhadap kedalaman rongga resonator (*cavity depth*) 15 mm (gambar 4.19a dan

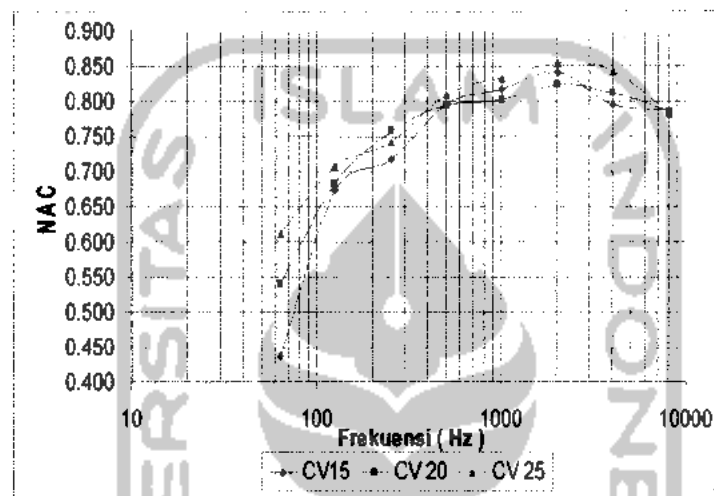
gambar 4.19b), *Cavity Depth* 20 mm (gambar 4.20a dan 4.21b), *Cavity Depth* 25 mm (gambar 4.21a dan 4.21b).

Pada grafik ditunjukkan bahwa kenaikan volume sekat rongga resonator yang disebabkan naiknya nilai kedalaman rongga resonator pada berbagai variasi diameter mampu menggeser nilai NAC ke frekuensi rendah. Penambahan volume rongga resonator akibat kedalaman rongga resonator berpengaruh dengan meningkatnya nilai serapan (NAC) pada frekuensi rendah (63 Hz-1000Hz). Pada variasi kedalaman rongga (*cavity depth*) 25 dengan *acoustic fill* dengan diameter 10 mm didapat kenaikan NAC pada frekuensi rendah yang relatif tinggi dengan nilai NAC 0,73 pada frekuensi 63 Hz sampai dengan 0,86 pada frekuensi 500 Hz.

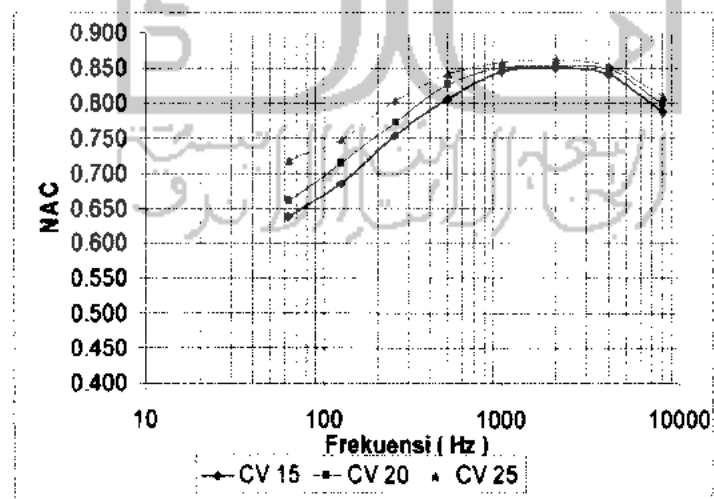


b. Hasil Pengukuran NAC Panel Resonator Tanpa dan dengan *Acoustic Fill* pada Variasi *Cavity Depth* terhadap Diameter.

Panel Resonator tanpa dan dengan adanya penambahan *acoustic fill* pada rongga resonator (Studs 30) pada diameter 6 mm, 8 mm, 10 mm, dengan variabel pengujian yaitu perubahan variasi *Cavity Depth* 15 mm, 20 mm, 25 mm.

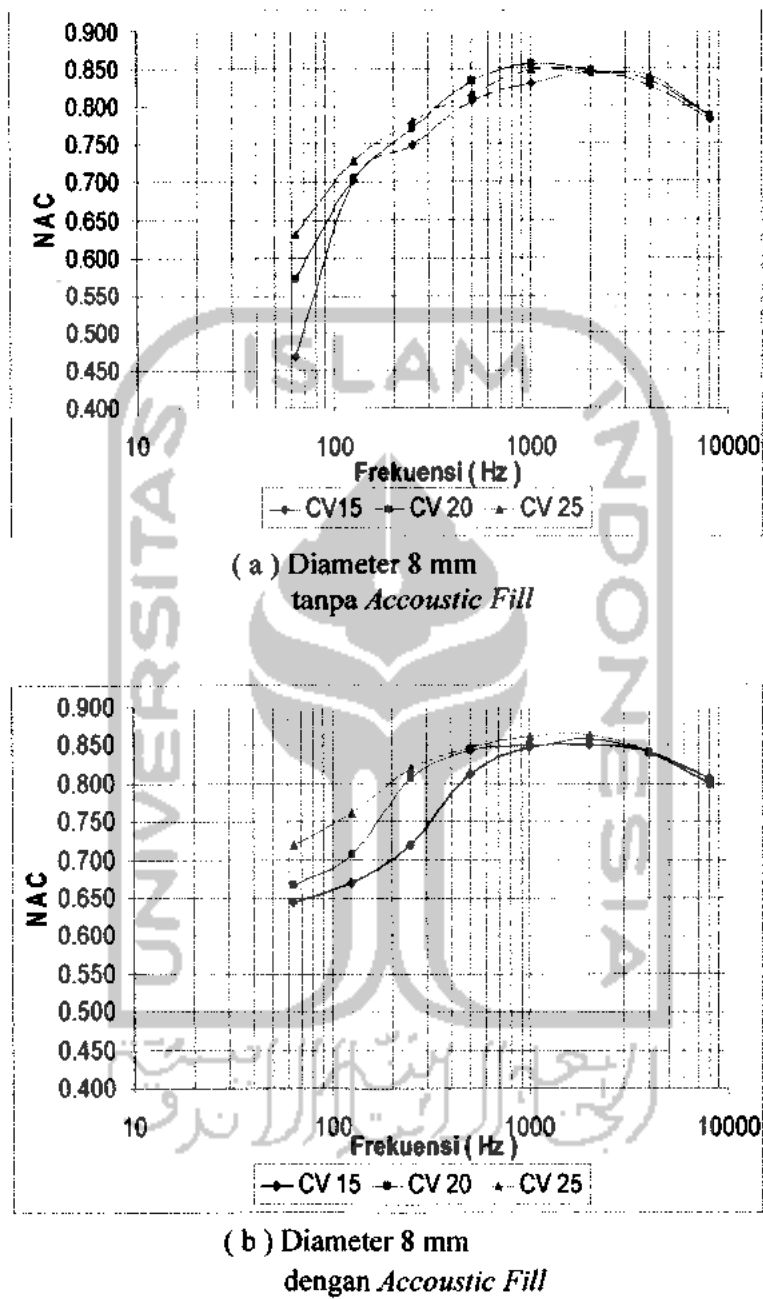


(a) Diameter 6 mm
tanpa *Acoustic Fill*

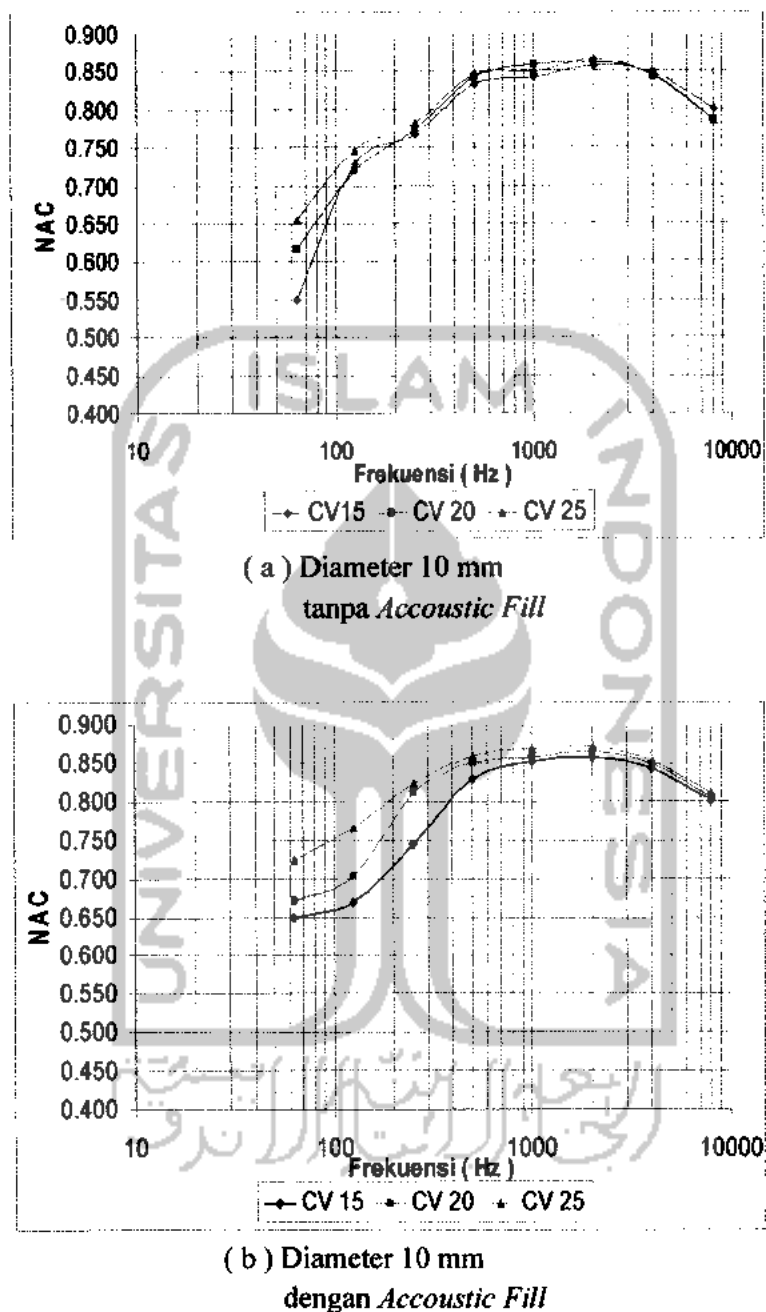


(b) Diameter 6 mm
dengan *Acoustic Fill*

Gambar 4.22. Pengaruh variasi *Cavity Depth* pada panel akustik terhadap diameter leher resonator 6 mm



Gambar 4.23. Pengaruh variasi *Cavity Depth* pada panel akustik terhadap diameter leher resonator 8 mm



Gambar 4.24. Pengaruh variasi *Cavity Depth* pada panel akustik terhadap diameter leher resonator 10 mm

Hasil pengujian panel resonator dalam bentuk grafik dengan variasi kedalaman rongga resonator (*cavity depth*) tanpa dan dengan adanya penambahan *acoustic fill* terhadap diameter leher resonator 6 mm (gambar 4.22a dan

gambar 4.22b), diameter 8 mm (gambar 4.23a dan 4.23b), diameter 10 mm (gambar 4.24a dan 4.24b).

Adanya variasi diameter resonator tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai NAC panel resonator dengan tambahan *acoustic fill* didalam rongga resonator. Dengan kata lain pada diameter kecilpun panel resonator dengan tambahan *acoustic fill* nilai serapan bunyinya mampu menyamai panel resonator dengan diameter 10 mm tanpa *acoustic fill*.

Penambahan *acoustic fill* dari bahan serat kenaf pada rongga resonator mampu memperlebar jangkauan frekuensi dan meningkatkan nilai NAC (*Noise Absorption Coefficient*) pada frekuensi rendah yaitu pada frekuensi dibawah 1000 Hz. Kenaikan diameter pada tiap variasi kedalaman rongga resonator juga meningkatkan nilai NAC pada frekuensi 1000 Hz, hal ini dapat dilihat pada resonator dengan *acoustic fill* pada kedalaman rongga 25 mm dengan nilai NAC 0,88 sedangkan pada kedalaman rongga 15 dan 20 mm memiliki nilai NAC yang mendekati yaitu 0,85 pada frekuensi 1000 Hz.

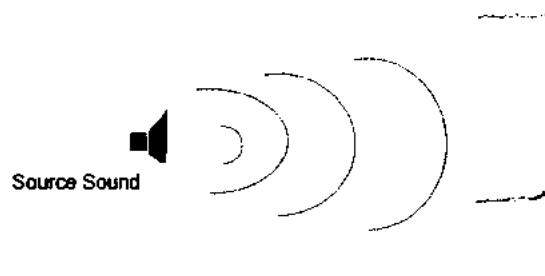
4.6.2. Analisa Hasil Pengujian

a. Kayu Sengon laut sebagai Bahan Utama Panel Akustik

Kayu sengon laut tergolong kayu yang mempunyai nilai serapan yang baik dikarenakan mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Mempunyai density yang lebih rendah dibandingkan dengan kayu lainnya (Atmosuseno, 1999)
- Mempunyai porous yang relatif lebih banyak.
- Arah pemotongan melintang (*radial*) pada proses pembuatan panel akustik menghasilkan serat kayu dengan arah *tangensial* mengakibatkan arah porous kayu menghadap ke sumber suara (*source sound*), sehingga menghasilkan serapan yang lebih baik . Sedangkan selama ini penggunaan kayu sebagai panel jarang memperhatikan arah porous yang mempengaruhi daya serap bahan terhadap suara seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.25.





Gambar 4.25. Porous kayu menghadap ke sumber suara (arah serat tengensial)

b. Fungsi Kenaf sebagai Material Penyerap

Pada panel dengan *acoustic fill* kenaf seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.26. Kenaf berfungsi efektif untuk melemahkan bunyi pada saat gelombang bunyi menumbuk panel akustik sehingga *impact sound* yang menyebabkan terjadinya getaran dapat diminimalkan. Kelebihan penggunaan *acoustic fill* kenaf diantaranya :

- Kenaf mempunyai density yang medium sehingga baik digunakan sebagai *acoustic fill* karena mampu menempati ruang dengan maksimal, semakin banyak jumlah serat maka makin banyak pula porous yang dihasilkan sehingga menaikkan nilai serapan bunyinya. Dan serapan bunyi tidak membutuhkan media dengan density yang tinggi.
- Density kenaf yang medium lebih stabil bila dikaitkan dengan umur panel dan perubahan dimensi akibat *impact sound* yang terjadi, dan lebih baik serta murah dibandingkn material lain seperti kapas maupun glasswool.
- Fungsi kenaf mampu memperlebar jangkauan frekuensi pada frekuensi rendah yaitu dibawah 500 Hz.



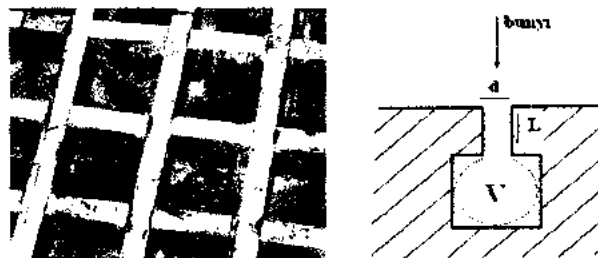
Gambar 4.26. Panel akustik dengan *acoustic fill* kenaf

c. Pengaruh Dimensi Sekat Rongga Resonator

Nilai serapan yang dihasilkan sekat rongga resonator (gambar 4.27) tidak terpengaruh oleh dimensi atau bentuknya melainkan oleh volume. Frekuensi resonansi (ω_0) dari resonator Helmholtz dapat dihitung dengan persamaan berikut (Kinsler, 1982) :

$$\omega_0 = c \sqrt{\frac{S}{LV}}$$

Dari persamaan di atas dapat dilihat bahwa frekuensi resonansi tidak dipengaruhi oleh bentuk dari rongga resonatornya. Frekuensi resonansi untuk luas leher resonator yang sama dipengaruhi oleh volume rongga resonator.

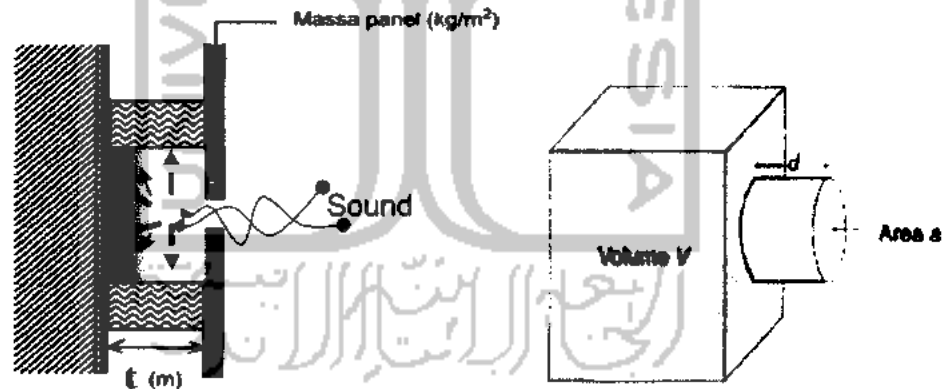


Gambar 4.27. Sekat rongga resonator

d. Lubang Leher Resonator

Saat suara berpindah melalui sebuah medium baik itu cair, padat maupun gas. Maka suara tersebut akan terserap (teredam) oleh partikel-partikel penyusun medium tersebut. Medium tersebut secara langsung mengubah sebagian dari energi dari suara tersebut menjadi panas. Hal ini terjadi karena gelombang suara yang melewati medium tersebut menggetarkan partikel-partikel penyusun medium dan akibat dari adanya getaran tersebut maka timbul panas pada medium tersebut. Akibatnya dari usaha untuk menggerakkan partikel-partikel inilah maka energi suara yang ada menjadi habis terserap menjadi panas.

Desain lubang leher resonator seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.28 berfungsi efektif sebagai jalan masuknya bunyi menuju bagian peredam bunyi terutama pada frekuensi rendah karena fungsi resonator helmoltz sendiri adalah menjebak bunyi dalam sebuah ruangan.

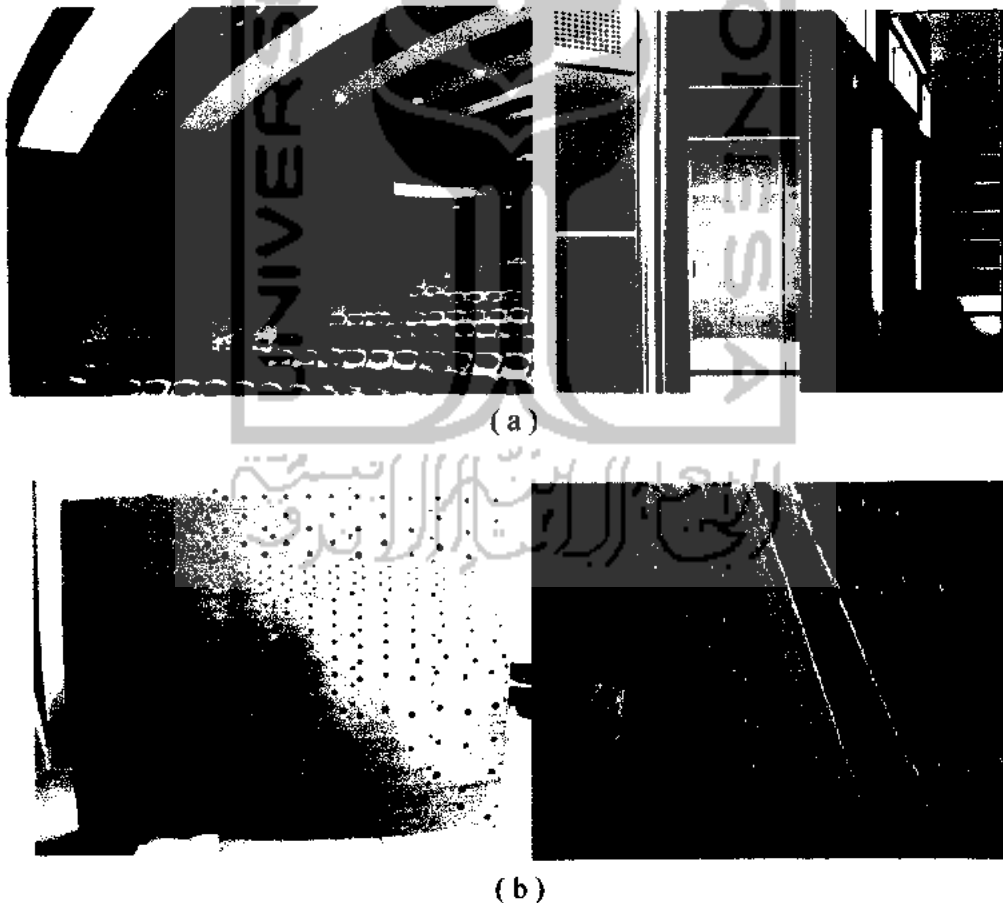


Gambar 4.28. Lubang leher resonator

4.7. Potensi Pemanfaatan Produk

Hasil produk berupa panel akustik dari bahan kayu sengon laut dapat digunakan dalam berbagai keperluan yang hubungannya dengan peredaman bunyi baik dalam ruangan seperti ditunjukkan pada gambar 4.29a maupun luar ruangan.

Dari segi fungsinya panel akustik dari bahan kayu sengon laut sudah dianggap mampu dalam meredam suara karena nilai NAC yang dihasilkan sudah mencapai lebih dari 0,8. Dengan bahan yang mudah didapat dan proses manufaktur yang lebih mudah, penggunaan bahan kayu sengon laut dapat berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan panel akustik dalam produksi skala perusahaan dan dapat lebih dikembangkan dalam hal rekayasa teknologinya sesuai dengan kebutuhan pasar seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.29b.



Gambar 4.29. Potensi pemanfaatan produk panel akustik
 (a) Panel akustik menempel pada dinding dalam ruangan.
 (b) Panel akustik yang sudah dimodifikasi sesuai keperluan.



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan bahan yang mudah didapat dan proses manufaktur yang lebih mudah, penggunaan bahan kayu sengon laut dan serat kenaf sebagai *acoustic fill* dapat menekan nilai produksi dengan tidak mengesampingkan kualitas dan seni dalam rekayasa teknologinya.
2. Panel akustik berbahan kayu sengon laut dengan arah serat membujur mampu mencegah terjadinya lengkungan yang berlebih. Pemilihan lem *epoxy* sebagai bahan perekat panel mampu merekatkan bagian antar panel dengan kuat.
3. Metode pengepresan pada arah vertikal dan horizontal di setiap proses penggabungan mampu merekatkan antar bagian dengan baik dan mencegah terjadinya defleksi pada proses pengeringan lem.
4. Untuk kemudahan dalam *loading* dan *unloading* penggunaan lem kayu sebagai perekat antara panel cover dengan sekat rongga resonator berfungsi dengan baik. Lem kayu juga berfungsi sebagai penutup celah antar sambungan sehingga kebocoran tidak terjadi.
5. Adanya variasi pembuatan panel akustik memberikan kesimpulan sebagai berikut :
 - Dari segi fungsinya produk panel akustik sudah dianggap mampu dalam meredam suara karena nilai NAC yang dihasilkan sudah mencapai lebih dari 0,8.
 - Penambahan volume rongga resonator akibat kedalaman rongga resonator berpengaruh dengan meningkatnya nilai serapan (NAC) pada frekuensi rendah (63 Hz-1000Hz).

- Adanya variasi diameter resonator tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai NAC panel resonator dengan tambahan *acoustic fill* didalam rongga resonator.
- Pada variasi kedalaman rongga (*cavity depth*) 25 dengan *acoustic fill* dengan diameter 10 mm didapat kenaikan NAC pada frekuensi rendah yang relatif tinggi dengan nilai NAC 0,88.
- Penambahan *acoustic fill* dari bahan serat kenaf pada rongga resonator mampu memperlebar jangkauan frekuensi dan meningkatkan nilai NAC (*Noise Absorption Coeficient*) pada frekuensi rendah (dibawah 1000 Hz).

5.2. Saran

Saran-saran berikut dapat digunakan untuk pemanfaatan panel akustik dan pengembangan rekayasa teknologinya:

1. Penggunaan bahan lebih disesuaikan dengan kebutuhan kondisi ruangan sehingga dihasilkan produk dengan biaya kompetitif tetapi mempunyai nilai serapan bunyi yang baik.
2. Tata letak panel akustik dalam sebuah ruangan perlu diperhatikan berkaitan dengan sumber suara atau bising.