

Rumpun Ilmu: Teknik (Rekayasa)

LAPORAN

PENELITIAN DOSEN PEMULA



**PENGARUH BENTUK GEOMETRI PANEL AKUSTIK BERBAHAN DASAR
SERBUK GERGAJI KAYU NANGKA TERHADAP NILAI SERAPAN BUNYI**

TIM PENGUSUL :

Muhammad Abdus Shomad , S.T.,M.Eng

NIDN: 0509038001

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
POLITEKNIK MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
MARET, 2016**

**HALAMAN PENGESAHAN
USULAN PENELITIAN**

1. Judul Penelitian : Pengaruh Bentuk Geometri Panel Akustik Berbahan Dasar Serbuk Gergaji Kayu Nangka Terhadap Nilai Serapan Bunyi
2. Bidang Penelitian : Rekayasa Material
3. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Muhammad Abdus Somad, S.T., M.Eng
 - b. NIDN : 0509038001
 - c. Jabatan Fungsional : Tenaga Pengajar
 - d. Program Studi : D3 Teknik Mesin
 - e. Institusi PT : Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta
 - f. Nomor HP : 085228092930
 - g. Alamat Surel (e-mail) : somach80@gmail.com
5. Dosen Pembimbing
- a. Nama Lengkap : Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T
 - b. NIDN : 0527078005
 - c. Program Studi : Teknik Mesin
 - d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - e. Institusi PT : Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta
6. Waktu : 6 (enam) bulan
7. Tempat Penelitian : Lab. Proses Produksi UII & Lab Akustik UNS
8. Biaya Penelitian : Rp. 5.000.000,- (Lima juta rupiah)
diusulkan KOPERTIS

Dosen Pembimbing


Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T
NIDN 0527078005

Yogyakarta, 18 Maret 2016
Peneliti,


M. Abdus Somad, S.T., M.Eng
NIDN 0509038001

Mengetahui,
Direktur Politeknik Muhammadiyah
Yogyakarta


H. H. H., S.T., M.T
NIDN 0502057002

Menyetujui,
Ketua LPPPM


M. Abdus Somad, S.T., M.Eng
NIDN 0509038001

PENGARUH BENTUK GEOMETRI PANEL AKUSTIK BERBAHAN DASAR SERBUK GERGAJI KAYU NANGKA TERHADAP NILAI SERAPAN BUNYI

ABSTRAKSI

Pemanfaatan limbah kayu sebagai salah satu inovasi produk komposit dapat dilakukan dengan cara menjadikan sebuah produk yang memiliki manfaat dan nilai jual yang tinggi. Komposit akustik merupakan salah satu produk komposit yang dapat dibuat dengan menggunakan bahan baku limbah kayu. Seperti bunyi / bising pada ruangan / bangunan dapat memanfaatkan limbah serbuk gergaji kayu untuk dijadikan komposit akustik sebagai peredam bunyinya.

Metode dalam penelitian ini yaitu dengan mendesain hasil produk komposit limbah gergaji dalam bentuk geometri, Pengujian NAC (*Noise Absorption Coefficient*) dan RC (*Reflection Coefficient*) menggunakan alat pengujian bernama *kundt's tube impedance* Pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui nilai koefisien serap (*absorption coefficient*) dan nilai koefisien pantul (*reflection coefficient*) spesimen panel akustik serbuk gergaji kayu nangka dari frekuensi rendah hingga ke frekuensi sedang (0 Hz – 1600 Hz).

Hasil pengujian pada spesimen menunjukkan bahwa desain bentuk geometri tabung pilar yang diberi rongga (*cavity*) ataupun yang tanpa rongga (*cavity*) lebih optimal dibandingkan desain bentuk geometri yang lainnya pada jangkauan frekuensi rendah 200 – 1000 Hz dan pada jangkauan frekuensi tengah 1000 – 1600 Hz. Pemberian rongga (*cavity*) pada spesimen uji sangat berpengaruh terhadap nilai NAC (*Noise Absorption Coefficient*) pada frekuensi rendah 200 – 1000 Hz. Pembentukan desain geometri pada spesimen uji sangat berpengaruh terhadap nilai NAC (*Noise Absorption Coefficient*) serta bisa menambah nilai estetika pada produk panel akustik.

Kata Kunci :NAC (Noise Absorption Coefficient), komposit limbah gergaji, panel akustik serbuk gergaji

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
BAB 1	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Bunyi dan Kebisingan.....	8
2.2.2 Gelombang bunyi	9
2.2.3 Akustik.....	10
2.2.4 Amplitudo	10
2.2.5 <i>Reverberation</i>	11
2.2.6 Absorpsi	11
2.2.7 Refleksi	13
2.2.8 Difraksi	13
2.2.9 Difusi	14
2.2.10 <i>Noise Absorption Coefficient (NAC)</i>	15
2.2.11 Kayu nangka (<i>artocarpus sp</i>).....	15
2.2.12 Perekat <i>urea formaldehid</i>	16
2.2.13 Papan partikel.....	17
BAB 3	18
3.1 Diagram Alir Penelitian	18
3.2 Peralatan dan Bahan	19
3.2.1 Alat Panel Akustik.....	19
3.2.2 Bahan	23

3.3	Alat Uji <i>Kundt's Tube Impedance 2 Microphone</i>	25
3.4	Disain Spesimen Akustik	26
3.4.1	Spesimen geometri kerucut	27
3.4.2	Spesimen geometri tabung	28
3.4.3	Spesimen geometri bentuk “corong”	29
3.4.4	Spesimen Geometri Tabung Berpilar	30
BAB 4	31
4.1	Proses Pembuatan Spesimen Uji	31
4.1.1	Proses Persiapan Alat - Alat	31
4.1.2	Proses Penimbangan Bahan – Bahan	33
4.1.3	Proses Pencampuran Bahan Spesimen Uji	35
4.1.4	Proses Tekan Panas (<i>hot press</i>)	36
4.2	Proses Pemotongan dan Pembentukan Geometri	37
4.3	Hasil Pengujian dan Pembahasan	38
4.3.1	Pengujian	38
4.3.2	Hasil Pengujian NAC (<i>Noise Absorption Coefficient</i>)	39
4.3.3	Hasil Pengujian Nilai RC (<i>Reflection Coefficient</i>)	41
4.4	Standarisasi Material Peredam Bunyi	42
4.5	Perbandingan Nilai NAC <i>Specimen Acoustic</i> Komposit Limbah Serbuk Gergaji kayu Nangka Perekat <i>Urea formaldehid</i> Dengan <i>Specimen Acoustic</i> Komposit Limbah Serbuk Bambu Perekat Tepung Sagu. Error! Bookmark not defined.	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan kayu sebagai salah satu inovasi produk komposit dapat dimanfaatkan dengan menggunakan limbahnya lalu diproduksi untuk menjadi sebuah produk yang memiliki manfaat dan nilai jual yang tinggi. Komposit akustik merupakan salah satu produk komposit yang dapat dibuat dengan menggunakan bahan baku limbah kayu, sehingga bahan limbah dapat digunakan kembali untuk membuat produk yang bermanfaat. Seperti bunyi / bising pada ruangan / bangunan dapat memanfaatkan limbah serbuk gergaji kayu untuk dijadikan komposit akustik sebagai peredam bunyinya.

Bahan – bahan bangunan yang berkarakter akustik biasanya tidak terlalu diperhatikan oleh masyarakat ketika merancang sebuah bangunan. Terutama bila bangunan hanya digunakan sebagai tempat tinggal. Pemikiran ini tidak sepenuhnya benar bila disesuaikan dengan kondisi saat ini. Ketika kebisingan disekitar bangunan terus meningkat, demikian juga dengan adanya peningkatan standar kehidupan masyarakat, berdampak meningkatnya kebutuhan ruang musik dan film di dalam rumah (*home-theatre*) (*setiyo eko, 2010*).

Bunyi terjadi karena adanya benda yang bergetar yang menimbulkan gesekan dengan benda disekitarnya. Bunyi yang memberi rasa tidak nyaman bagi kegiatan sehari – hari baik dilingkungan kerja, perumahan atau perkantoran dianggap sebagai kebisingan (*noise*). Kebisingan merupakan suara atau bunyi yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat – alat proses produksi yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan lingkungan (*Agung galih, 2015*).

Resin urea formaldehid merupakan salah satu *polimer* yang hasil kondensasi *urea* dengan *formaldehid*. *Polimer* jenis ini banyak digunakan pada industri untuk berbagai tujuan seperti bahan *adesif* (61%), papan *fiber* berdensitas *medium* (27%), *hardwood plywood* (5%) dan laminasi (7%) pada produk

furniture, panel dan lain – lain. *Urea formaldehid* adalah suatu *resin* atau plastik *thermosetting* yang terbuat dari *urea* dan *formaldehid* yang dipanaskan dalam suasana basa lembut, yang tidak dapat melarut atau meleleh.

Serbuk kayu nangka (partikel limbah kayu nangka) berfungsi sebagai penguat dari matriks. Pada komposit ini bahan utama yang digunakan adalah serbuk gergaji kayu nangka. Pada penelitian papan partikel tanpa perekat sintesis diperoleh data bahwa kayu nangka memiliki kualitas yang lebih baik dibanding jenis lain dalam hal daya serap air, pengembangan tebal dan *Internal Bond*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sifat fisis dan mekanis pada kayu nangka yaitu kerapatan sebesar $0,67 \text{ g/cm}^3$, kadar air 8,22%, daya serap air papan setelah perendaman selama 24 jam sebesar 55,05%, pengembangan tebal 4,45%, nilai MOE 632,46 kgf/cm^2 , nilai MOR 50,69 kgf/cm^2 dan *Internal Bond* sebesar 6,9 kgf/cm^2 (Puspita Riesya, 2008).

Komposit terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang memiliki sifat mekanik berbeda melalui pencampuran tidak homogen. Sifat mekanik dan karakteristik material komposit berbeda dari sifat material pembentuknya, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Komposit merupakan gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat. Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matriks (Kartikaratri dkk, 2012).

1.2 Rumusan Masalah

Untuk mendapatkan lingkungan yang sehat, nyaman serta bebas dari masalah kebisingan diperlukan peredam kebisingan. Dengan adanya ketersediaan limbah alam yang melimpah dan murah mampu menjadi alternatif pemakaian bahan. Diperlukan adanya penelitian untuk menghasilkan akustik berbahan dasar limbah serbuk kayu nangka dengan menggunakan *urea-formaldehid* sebagai perekat material serta membentuk *geometri* untuk mengetahui nilai serapan bunyi.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini agar tujuan yang diinginkan dapat tercapai secara maksimal. Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal – hal sebagai berikut :

- a. Bahan limbah kayu yang digunakan yaitu serbuk gergaji kayu nangka.
- b. Pembentukan geometri menggunakan software *solidworks 2014*.
- c. Bentuk geometri yang dibentuk pada spesimen yaitu kerucut, tabung, cekungan tabung ”corong”, tabung berpilar.
- d. Menggunakan perekat resin *urea-formaldehid*.
- e. Pembuatan material peredam bunyi menggunakan mesin *hot press* dan pembentukan geometri menggunakan mesin CNC *shopbot PRS alpha standard*.
- f. Pengujian *Specimen Composit* menggunakan alat uji *Kundt's Tube Impedance*.

1.4 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui serapan bising NAC (*Noise Absorption Coefficient*) dari material peredam bunyi komposit serbuk gergaji kayu nangka dengan perekat *urea-formaldehid*.
- b. Mengetahui pengaruh bentuk geometri pada spesimen peredam bunyi terhadap nilai NAC (*Noise Absorption Coefficient*).

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Menambah data akustik peredam bunyi dari material alam.
- b. Meningkatkan mutu kualitas limbah alam sehingga mempunyai nilai jual yang lebih tinggi.
- c. Pengembangan disain akustik dalam bentuk geometri atau pola tertentu sebagai dinding peredam bunyi yang memiliki nilai seni dan estetika yang baik.

1.6 Sistematika Penulisan

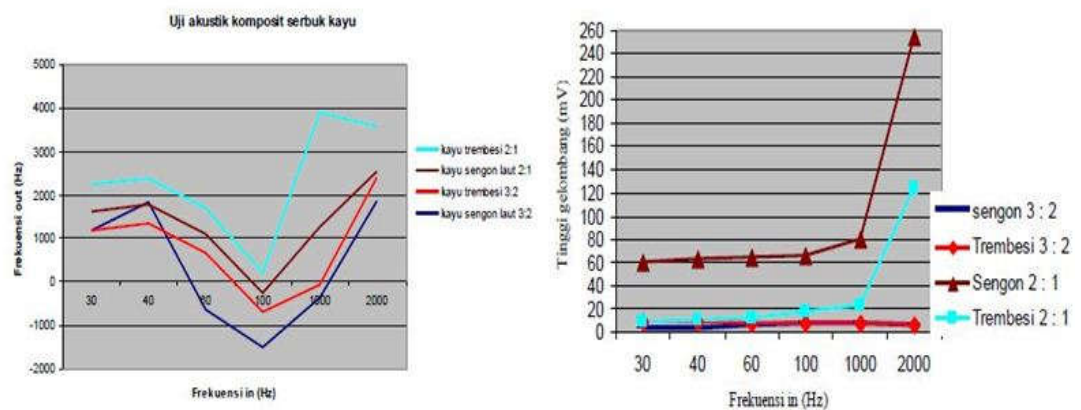
Pada penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian, yang bertujuan memudahkan dalam memahami laporan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab, yaitu:

- a. Bab 1 berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan laporan.
- b. Bab 2 berisikan kajian pustaka yang menerangkan tentang perkembangan terkini terkait topik perancangan dan landasan teori yang dipakai dalam perancangan ini.
- c. Bab 3 berisikan penjelasan tentang alur penelitian yang dilengkapi dengan diagram alir, alat dan bahan yang digunakan, konsep disain, metode pengujian produk dan analisa hasil pengujian.
- d. Bab 4 berisikan penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai dalam penelitian ini dan pembahasannya.
- e. Bab 5 merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan beserta saran yang didapat dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

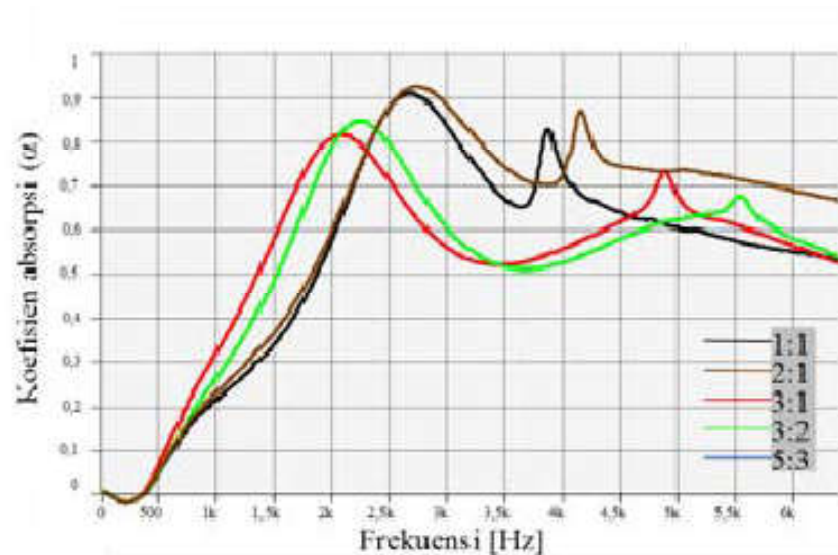
Slamet S (2013), menguji akustik komposit serbuk gergaji kayu trembesi (*Samanea Saman*) dengan serbuk kayu sengon laut (*Albazia Falcaria*). Pengujian yang dilakukan adalah komposit serbuk gergaji kayu dengan menggunakan perekat resin *urea-formaldehid*. Variabel penelitian yang diteliti adalah rapat massa bahan / *density* papan partikel, sifat mekanis dengan uji bending serta uji akustik. Spesimen produk dikerjakan dengan mesin *hot press* dengan perbandingan tekanan kompaksi 2 : 1 dan 3 : 2. Pada pengujian akustik diperoleh datapeningkatan amplitudo pada papan partikel baik kayu trembesi dan kayu sengon dengan tekanan kompaksi 2 : 1 menunjukkan peningkatan nilai yang signifikan dengan penambahan frekuensi. Peningkatan amplitudo dan frekuensi maksimal di capai pada nilai 1000 Hz. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan tekanan kompaksi dari 3 : 2 ke 2 : 1 akan meningkatkan densitas dan nilai akustik yang lebih baik.



Gambar 2.1 Pengujian akustik komposit serbuk kayu

Kartikaratri, Yohana Maya dkk (2012), melakukan penelitian dengan komposit serat serabut kelapa dan *resin fenolformaldehyde* sebagai material peredam

akustik. Pengujian yang dilakukan yaitu uji nilai koefisien absorpsi (α) / *Noise Absorption Coefficient* (NAC), menggunakan metode tabung impedansi dua mikrofon (ISO 10534 – 2 dan ASTM E1050 – 08). Hasil uji nilai koefisien absorpsi α semua sampel komposit sudah memenuhi syarat dengan mendapatkan nilai α maksimum di atas 0,15 dan semua sampel komposit memenuhi syarat pada frekuensi 752 Hz – 6400 Hz.

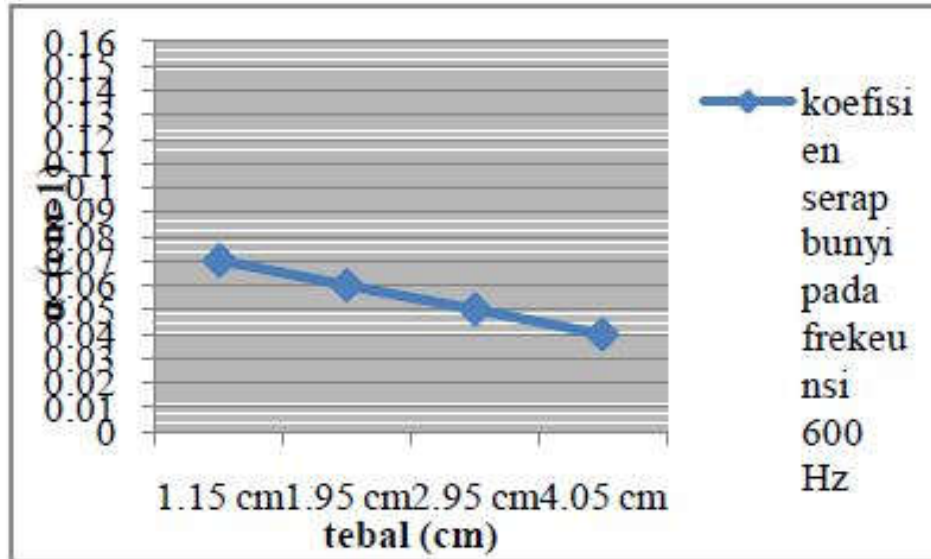


Gambar 2.2 Grafik hubungan koefisien absorpsi (α).

Thamrin Suhaemi dkk (2013), melakukan penelitian *Noise Absorption Coefficient* (NAC) pada papan partikel dari bahan dasar serbuk kayu kelapa dan menggunakan perekat tepung kanji. Bahan baku serbuk kayu kelapa diayak untuk mendapatkan butiran dengan ukuran yang sama dan pengayakan dilakukan dengan keadaan serbuk sudah kering. Proses perekatannya dilakukan dengan cara disemprotkan dengan air panas lalu dicetak menjadi papan partikel dengan ketebalan yang diinginkan. Papan partikel dibuat sampel membentuk silinder sebanyak 4 buah dengan ketebalan berbeda, yaitu ketebalan 1,15 cm, 1,95 cm, 2,95 cm dan 4,05 cm. Setelah dilakukan penelitian didapat hasil bahwa ketebalan sampel mempengaruhi nilai *Noise Absorption Coefficient* (NAC) pada frekuensi 600 Hz. Koefisien serap bunyi (α) semakin menurun dengan bertambahnya ketebalan papan partikel.

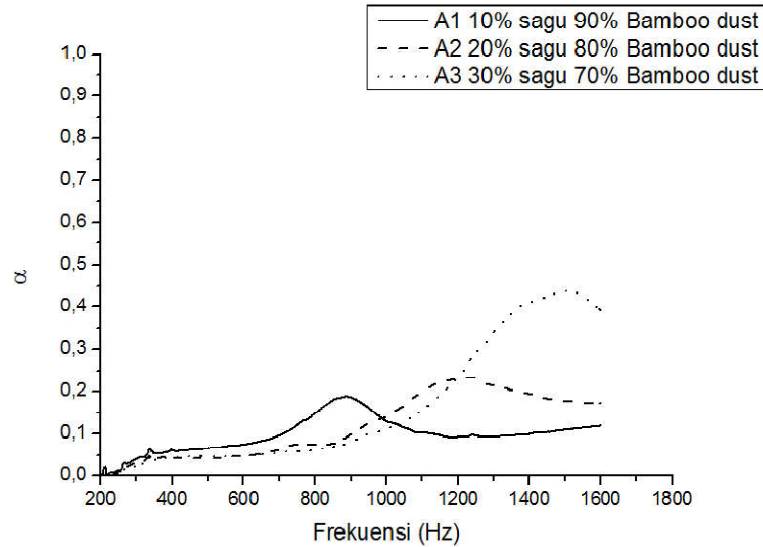
Tabel 2.1 Koefisien serap bunyi terhadap ketebalan untuk frekuensi 600 Hz

Frekuensi (Hz)	Koefisien Serapan Bunyi Pada Sampel			
	1,15 cm	1,95 cm	2,95 cm	4,05 cm
600	0,07	0,06	0,05	0,04



Gambar 2.3 grafik koefisien serap bunyipada frekuensi 600 Hz

Fitriani, M.C dkk (2014), melakukan pengujian kinerja serapan bunyi komposit serbuk bambu dengan bahan perekat tepung sagu yang dibentuk melalui mekanisme mesin *hot press* pada temperatur 80°C selama 30 menit dengan tekanan 2496 kN/m². Komposit dibentuk dengan tiga variasi fraksi perekat 10%, 20% dan 30% dibentuk menjadi *microperforated panel* (MPP) dan diuji koefisien serapannya dengan menggunakan tabung impedansi dua mikrofon sesuai standar ASTM E1050-98. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit serbuk bambu memiliki respon yang cukup baik di bentang frekuensi di atas 1000 Hz.



Gambar 2.4 Koefisien serapan pada tiga variasi fraksi serbuk bambu.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Bunyi dan Kebisingan

Tekanan yang dapat dideteksi oleh telinga atau gelombang longitudinal disebut dengan bunyi. Untuk mendengar bunyi dibutuhkan tiga hal, yaitu: sumber atau obyek yang bergetar, arah perambatan, serta indera pendengaran. Arah perambatan harus ada antara obyek dan indera pendengaran agar perambatan dapat terjadi. Rambat gelombang bunyi disebabkan oleh lapisan perapatan dan perenggangan partikel – partikel udara yang bergerak ke arah luar karena penyimpangan tekanan.

Suara biasanya merupakan gabungan berbagai sinyal tetapi suara murni secara teoritis dapat dijelaskan dengan kecepatan osilasi atau frekuensi yang diukur dengan *Hertz* (Hz) dan amplitudo atau kenyaringan bunyi dengan pengukuran dalam *decibell* (dB) yang secara umum ditulis desibel (dB). Rentang tingkat suara yang masih dapat didengar oleh suara manusia normal adalah 10-20 dB (suara terlemah), yang disebut *threshold of hearing*, hingga 130 dB yaitu tingkat kebisingan suara dimana sistem pendengaran manusia mulai terasa kesakitan, disebut *threshold of pain*. Tabel berikut adalah skala intensitas kebisingan yang dikelompokkan berdasarkan sumber kebisingan (*Agung Galih, 2015*).

Tabel 2.1 Intensitas sumber kebisingan

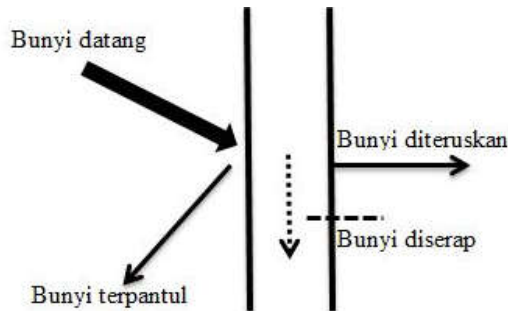
Skala	Intensitas (dB)	Sumber Kebisingan
Kerusakan pendengaran	140	Ambang batas atas pendengaran
	130	Pesawat terbang tinggal landas
Sangat hiruk	110 - 120	Diskotik yang gaduh
	100	Pabrik yang gaduh
	90	Kereta api berjalan
Kuat	80	Pojok perempatan jalan
	70	Mesin penyedot debu
Sedang	60	Percakapan dengan berteriak
	30 - 50	Percakapan normal
Sangat Tenang	20	Desa yang tenang
	0 - 10	Ambang batas pendengaran

(Sumber : *Mediastika*, 2005)

Kebisingan merupakan bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dan dapat mengganggu kesehatan dan kenyamanan lingkungan yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Kebisingan juga dapat didefinisikan sebagai bunyi yang tidak disukai, suara yang mengganggu atau bunyi yang menjengkelkan. Kebisingan bersumber dari alat-alat, proses produksi yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan kesehatan dan pendengaran (*Agung Galih, 2015*).

2.2.2 Gelombang bunyi

Gelombang bunyi dapat diukur dalam satuan panjang gelombang, frekuensi dan kecepatan rambat. Panjang gelombang dinotasikan sebagai tanda lamda (λ) adalah jarak antara dua titik pada posisi yang sama yang saling berurutan satuannya meter (m). Semakin panjang gelombangnya, semakin kuat pula bunyi tersebut, dalam arti semakin jauh bunyi merambat. Pada tingkat kecepatan rambat yang sama, bunyi dengan gelombang panjang identik dengan frekuensi rendah, dan demikian pula sebaliknya (*Mediastika*, 2005).



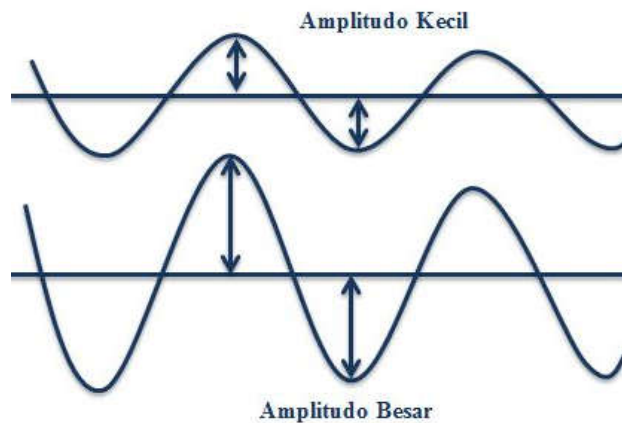
Gambar 2.5 Perambatan gelombang bunyi mengenai objek
(Sumber :*Mediastika*, 2005)

2.2.3 Akustik

Kata akustik berasal dari bahasa Yunani *akoustikos*, artinya segala sesuatu yang bersangkutan dengan pendengaran pada suatu kondisi ruang yang dapat mempengaruhi mutu bunyi dan suara. Akustik kayu berhubungan langsung dengan segala aspek yang berkaitan dengan suara dari dinding suara yang diproduksi oleh pohon dan hutan, penggunaan kayu sebagai panel akustik, karakteristik emisi akustik dari jenis kayu yang berbeda, pengaruh pertumbuhan, kelembaban, modulus elastik pada kayu, dan kandungan bahan kimia pada kayu yang mempengaruhi sifat akustik (*Lucky, Iedo Khrisna2011*).

2.2.4 Amplitudo

Ketika frekuensi dan panjang gelombang tidak menunjukkan keras atau pelannya bunyi, maka yang berpengaruh terhadap hal ini adalah amplitudo atau simpangan gelombang yang dinotasikan dengan (A). Amplitudo tidak bergantung pada panjang gelombang. Gelombang pendek atau panjang dapat menghasilkan simpangan besar dan kecil. Semakin besar simpangannya maka semakin keraslah bunyi yang muncul dari getaran dan begitu sebaliknya (*Mediastika,2005*).



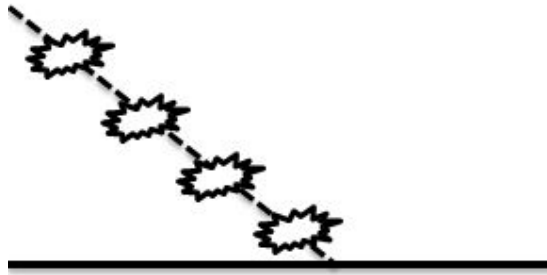
Gambar 2.6 Amplitudo menunjukkan keras lemahnya suara
(Sumber : *Mediastika*, 2005)

2.2.5 Reverberation

Terjadinya perpanjangan bunyi disebut dengan *reverberation*. Pada *reverberation* pemantulannya terjadi sangat cepat sehingga sulit dibedakan mana bunyi asli dan mana bunyi yang pantulan. Pengukuran tingkat *reverberation* dalam sebuah ruangan dilakukan dengan menggunakan *reverberation time*. *Reverberation time* adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu sumber bunyi yang dihentikan seketika untuk turun intensitasnya sebanyak 60 dB dari intensitas awal. Melalui *reverberation time* kualitas akustik suatu ruangan dapat ditentukan (*Mediastika*,2005).

2.2.6 Absorpsi

Tingkat penyerapan suatu material ditentukan oleh koefisien serap / 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. Nilai maksimum (a) adalah 1 untuk permukaan yang menyerap (mengabsorpsi) sempurna, dan minimum adalah 0 untuk permukaan yang memantulkan (merefleksi) sempurna (*Mediastika*,2005).



Gambar 2.7 Absorpsi / Penyerapan bunyi
(Sumber : *Mediastika*, 2005)

Tingkat penyerapan suatu material ditentukan oleh koefisien serap / 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. Nilai maksimum (a) adalah 1 untuk permukaan yang menyerap (mengabsorpsi) sempurna, dan minimum adalah 0 untuk permukaan yang memantulkan (merefleksi) 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:

a. 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 yang banyak digunakan adalah *soft-board*, selimut akustik, dan *acoustic tiles*.

b. Panel Penyerap

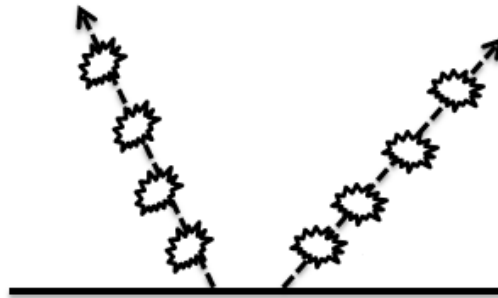
Penyerap ini terbuat dari lembaran-lembaran atau papan tipis yang mungkin saja tidak memiliki permukaan berpori. Panel semacam ini cocok untuk menyerap bunyi yang berfrekuensi rendah. Panel dipasang pada dinding dengan diberi *space* udara dibelakang panel. Saat gelombang bunyi datang, panel akan ikut bergetar selanjutnya meneruskan getaran tersebut pada ruang berisi udara dibelakangnya. Penyerapan maksimum terjadi apabila panel beresonansi.

c. Rongga Penyerap

Penyerap semacam ini disebut *Helmholtz Resonator* sesuai dengan nama penemunya. Rongga penyerap bermanfaat untuk menyerap bunyi pada frekuensi khusus yang telah diketahui sebelumnya.

2.2.7 Refleksi

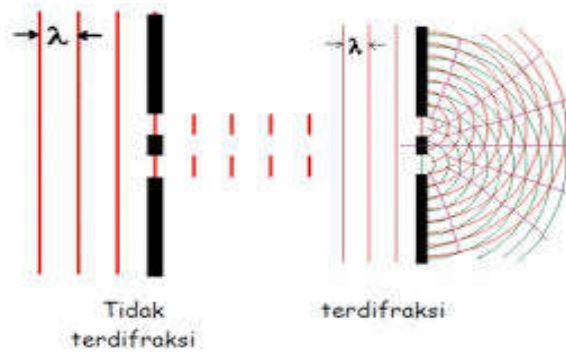
Refleksi atau pemantulan bunyi oleh suatu objek penghalang atau bidang batas disebabkan oleh karakteristik penghalang yang memungkinkan terjadinya pemantulan. Secara umum, persamaan sudut datang = sudut pantul (terhadap garis normal). Persamaan ini hanya berlaku ketika bunyi mengenai penghalang yang mempunyai permukaan licin sempurna dengan luas permukaan yang jauh lebih besar daripada panjang gelombang bunyi yang datang. Semakin keras, licin dan homogen suatu bidang batas, semakin besarlah tingkat pemantulan yang dihasilkan (*Mediastika, 2005*).



Gambar 2.8 Pemantulan bunyi
(Sumber : *Mediastika, 2005*)

2.2.8 Difraksi

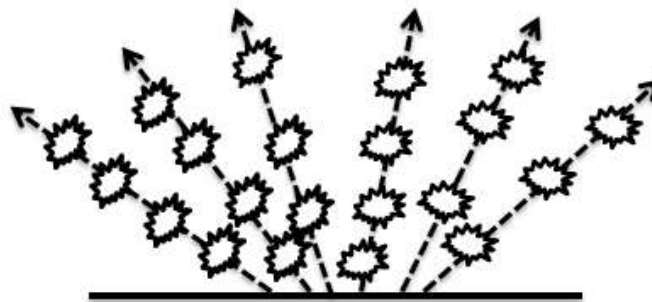
Difraksi adalah peristiwa menerusnya atau membeloknya perambatan gelombang bunyi akibat ketidakmampuan penghalang berdimensi kecil untuk menahannya. Selain diakibatkan oleh dimensi penghalang yang kecil, difraksi gelombang bunyi dapat terjadi ketika bidang batas atau penghalang memiliki celah atau lubang untuk dilalui (*Mediastika, 2005*).



Gambar 2.9 Proses difraksi
(Sumber : *Mediastika*, 2005)

2.2.9 Difusi

Difusi atau difus adalah gejala terjadinya pemantulan yang menyebar, karena gelombang bunyi menerpa permukaan yang tidak rata. Gejala ini dipakai untuk menghilangkan terjadinya *flutter-echoes* atau pemantulan berulang – ulang ketika bunyi memantul mengikuti hukum sudut pantul sama dengan sudut datang (*Mediastika*, 2005).



Gambar 2.10 Pemantulan bunyi yang menyebar
(Sumber : *Mediastika*, 2005)

2.2.10 Noise Absorption Coefficient (NAC)

Tingkat penyerapan suatu material ditentukan oleh koefisien serap / *NAC* (*Noise Absorption Coefficient*) material tersebut. Meskipun karakteristik material tidak berubah, koefisien absorpsi suatu material dapat merubah menyesuaikan dengan frekuensi bunyi yang datang.

$$\text{Koefisien absorpsi / NAC } (a) = \frac{\text{jumlah suara yang diserap}}{\text{total energi suara datang}}$$

Nilai maksimum (*a*) adalah 1 untuk permukaan yang mengarsopsi / menyerap sempurna dan minimum adalah 0 untuk permukaan yang merefleksikan atau sama sekali tidak diserap. Ketika gelombang bunyi mengenai suatu material maka sebagian dari energi gelombang bunyi akan diserap dan sebagian lagi akan dipantulkan kembali (Mediastika, 2005).

2.2.11 Kayu nangka (*artocarpus sp*)

Di Indonesia pohon ini memiliki berbagai macam sebutan yaitu nangka (Sunda dan Madura), *binaso*, *lanara*, atau *malasa* (Lampung), *baduh* atau *enaduh* (Dayak), *pinasa*, *sibodak*, nangka, atau *naka* (Batak), *panah* (Aceh), *Naa* (Nias), dan *Kualaoh* di Timor. Tanaman pohon nangka merupakan jenis tanaman tahunan. Menurut Jones dan Luchsinger (1986) tanaman pohon nangka memiliki sistematika sebagai berikut : *kingdom plantae*, *diviso spermatophyta*, *classis dicotyledoneae*, *ordo urticales*, *family moraceae*, *genus artocarpus*, *species artocarpus sp*. Di Indonesia terdapat lebih dari (30) tiga puluh kultivar pohon nangka dan di Jawa tengah terdapat lebih dari (20) dua puluh kultivar pohon nangka. Pohon nangka dapat tumbuh dari mulai dataran rendah sampai ketinggian tempat 1300 mdpl. Kayu nangka memiliki berat jenis maksimum 0,71 dan berat jenis minimum 0,55 dengan berat jenis rata – rata 0,61 (PIKA: 22). Pernyataan ini sesuai dengan Oey (1964) yang mengatakan kayu nangka memiliki berat jenis 0,56 – 0,84 dan termasuk dalam kelas awet (1 – 2) satu sampai dua serta masuk dalam kelas kuat (2) dua. Kekerasannya sedang, tahan terhadap serangan rayap, tahan terhadap jamur dan cendawan, mudah diawetkan, dipoles atau dipelitur (Novita Windasari, 2008).

2.2.12 Perekat urea formaldehid

Perekat merupakan salah satu jenis variabel bebas dalam pembuatan produk papan partikel yang juga mempengaruhi sifat papan partikel yang dihasilkan. Menurut Maloney (1997 : 367), perekat yang biasa digunakan dalam industri panel kayu ada (3) tiga jenis perekat yaitu *urea formaldehid*, *phenol formaldehid*, dan *melamin formaldehid*. Penggunaan ketiga perekat ini berbeda – beda, *urea formaldehid* digunakan untuk membuat papan partikel dalam ruangan (*interior*) yang tidak memerlukan ketahanan yang kuat terhadap pengaruh cuaca luar, *phenol formaldehid* digunakan untuk papan partikel tipe luar ruangan (*eksterior*) yang tahan terhadap pengaruh cuaca luar, sedangkan *melamin formaldehid* dipakai untuk papan partikel tipe diluar ruangan (*eksterior*) namun kekuatannya tidak sebaik *phenol formaldehid* (Novita Windasari, 2008).

Perekat *urea formaldehid* merupakan penggabungan antara *urea* dan *formaldehid* melalui reaksi penggabungan tiga tingkat. Perekat *urea formaldehid* merupakan jenis perekat *thermosetting* yang berarti akan mengeras dan matang setelah dekenai panas. Perekat jenis ini umumnya digunakan untuk membuat papan interior yang tidak tahan terhadap cuaca. Keuntungan penggunaan perekat jenis *urea formaldehid* ini adalah lebih murah, tidak menimbulkan warna, reaksi cepat dan mudah digunakan. Akan tetapi penggunaan perekat *urea formaldehid* juga memiliki efek samping dari segi kesehatan karena emisi yang ditimbulkan sangat besar. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Sugitno (1994 : 3), bahwa perekat *urea formaldehid* dengan kandungan *formaldehid* yang tinggi akan menghasilkan papan partikel dengan keteguhan lentur dan keteguhan rekat internalnya lebih baik, tetapi emisi *formaldehid* nya tidak terlalu baik (Novita Windasari, 2008).

Pematangan perekat *urea formaldehid* melalui (2) dua cara yaitu melalui pemanasan dan penambahan *katalis*. Dalam pemakaiannya perekat jenis ini pada umumnya dicampur dengan bahan pengeras. Menurut Prayitno (1997 :10), bahan pengeras (*hardener*) yaitu bahan atau campuran bahan yang ditambahkan kedalam perekat untuk membantu mengendalikan reaksi pengerasan dengan cara ikut terlibat didalamnya. Kelebihan pemakaian pengeras (*hardener*) dalam pembuatan les menyebabkan waktu pengerasan menjadi semakin cepat walaupun pada suhu yang rendah. Meskipun demikian penambahan pengeras (*hardener*) tidak akan mempengaruhi sifat ketahanan terhadap pengaruh cuaca. Prayitno (2004 : 59), mengatakan bahwa perekat *urea formaldehid* jika digunakan dengan benar serta mengikuti petunjuk pemakaian maka akan mempunyai sifat kemampuan untuk membentuk garis perekat yang bersifat hanya tahan terhadap pengaruh cuaca didalam ruangan (*interior*), tidak tahan terhadap suhu dan kelembaban yang tinggi, serta tidak bersifat meracun dan tidak mudah terbakar (Novita Windasari, 2008).

2.2.13 Papan partikel

Papan partikel merupakan produk panil yang dihasilkan dengan memampatkan partikel – partikel kayu dan sekaligus mengikatnya dengan suatu perekat (Haygen dan Bowyer 1996: 528). Menurut Maloney (1997: 26), papan partikel adalah istilah umum untuk panil yang dibuat dari bahan – bahan kayu (*lignoselulosa*) dalam bentuk potongan – potongan atau butiran – butiran partikel yang direkatkan dengan perekat sintetis atau bahan pengikat lain yang sesuai dibawah kondisi panas dan tekanan dalam suatu pengempa panas. Papan partikel dapat diklasifikasikan berdasar ukuran dan geometri partikel, perbedaan ukuran partikel, kerapatan papan partikel, tipe perekat papan partikel, atau cara pembuatannya (Haygen dan Bowyer, 1996: 535-539)(Novita Windasari,2008).

Berdasarkan kerapatannya FAO (1996) mengklasifikasikan papan partikel menjadi (3) tiga golongan yaitu

- Papan partikel berkerapatan rendah (*Low Density Particleboard*), yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan kurang dari 0,4 g/cm³.
- Papan partikel berkerapatan sedang (*Medium Density Particleboard*), yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan antara 0,4 – 0,8 g/cm³.
- Papan partikel berkerapatan tinggi (*High Density Particleboard*), yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan lebih dari 0,8 g/cm³.

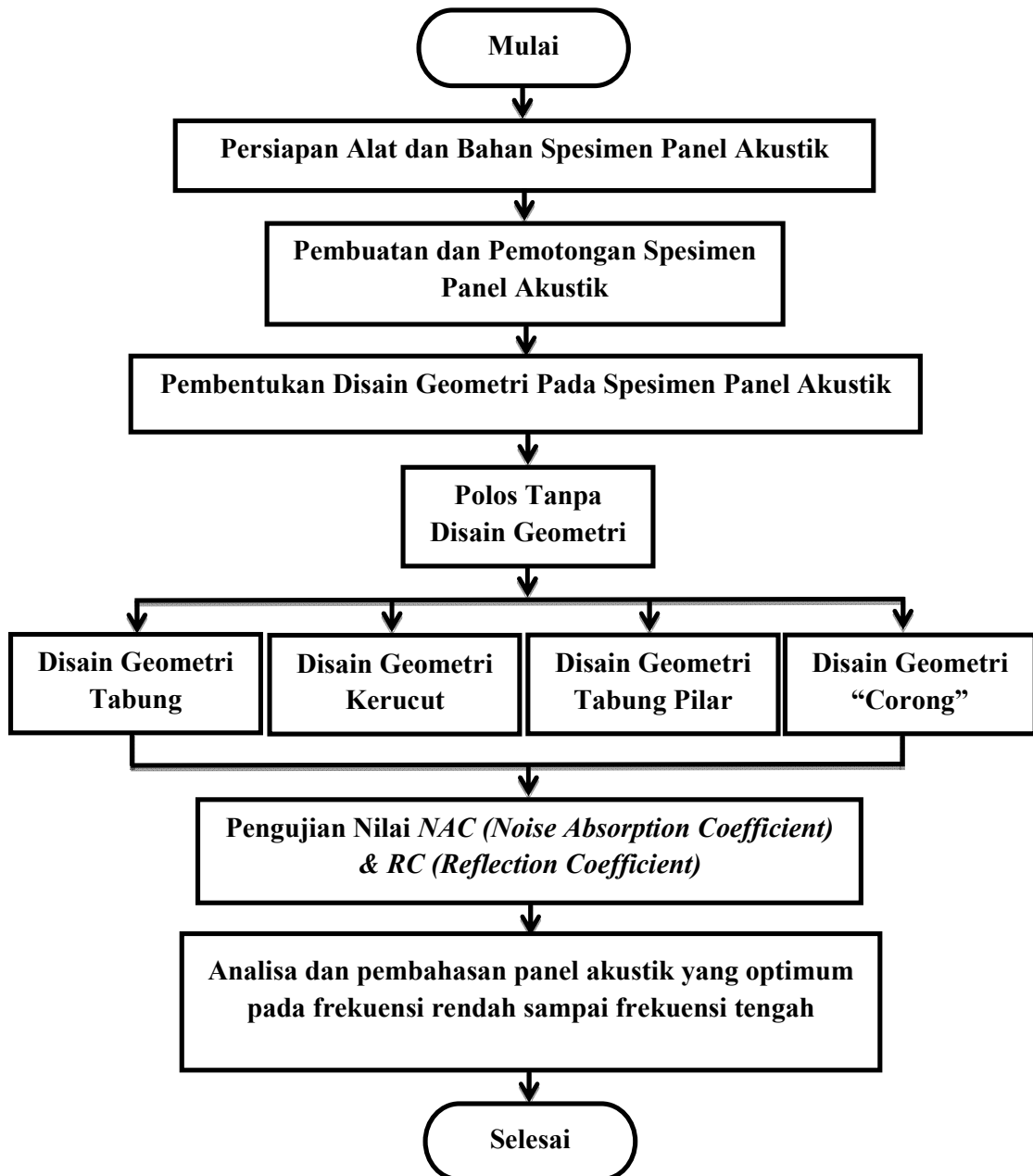
Tabel 2.2 Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel secara *Flat-platen Pressed* dengan Perekat *Urea Formaldehid*

Sifat Papan Partikel	Nilai	Satuan
Kerapatan	0,4 – 0,8	g/cm ³
Modulus elastisitas	10.000 – 50.000	Kg/cm ²
Modulus Patah	100 – 500	Kg/cm ²
Keteguhan Tarik Sejajar Permukaan	250 – 500	Kg/cm ²
Keteguhan Tarik Tegak Lurus Permukaan	2 – 12	Kg/cm ²
Keteguhan Tekan Sejajar Permukaan	100 – 200	Kg/cm ²
Penyerapan Air Setelah Perendaman 24 jam	20 – 75	%
Ekspansi Linier Maksimum	0,2 – 0,6	%
Koefisien Konduktifitas Panas	0,05 – 0,12	Kcal/hr/cm ² /C/tebal

(Sumber : FAO,1958 dalam Novita Windasari,2008)

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Desain diagram alir penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

3.2.1 Alat Panel Akustik

a. Mesin *hot press*

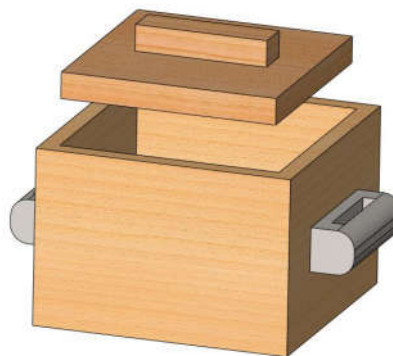
Digunakan untuk membuat papan akustik komposit serbuk gergaji kayu nagka dan menggunakan mesin *hot press* di Laboratorium Perteksilan Jurusan Kimia Fakultas Teknnologi Industri Universitas Islam Indonesia



Gambar 3.2 mesin *hot press*
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

b. Cetakan kayu (*mat*).

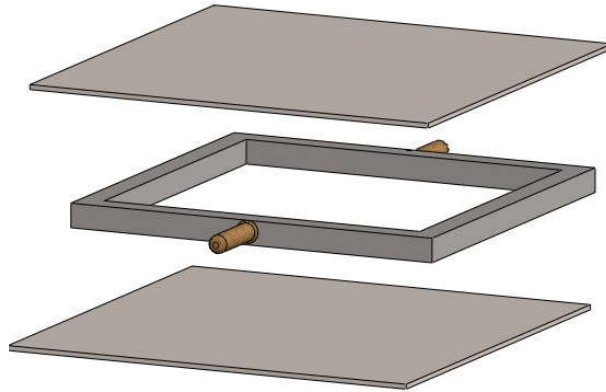
Digunakaan untuk mencetak bahan papan komposit serbuk gergaji kayu nagka.



Gambar 3.3mat
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

c. Plat baja dan *Thickness bar*

Plat baja berfungsi sebagai alas spesimen, sedangkan *thickness bar* digunakan untuk menahan ketebalan sesuai yang diinginkan.



Gambar 3.4 plat baja dan pembatas ketebalan
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

d. Timbangan digital

Menggunakan timbangan digital merk *Acis* kapasitas 500 gr. Digunakan untuk menimbang komposisi bahan.



Gambar 3.5 Timbangan digital
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

e. Sarung tangan

Menggunakan sarung tangan Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Digunakan untuk mengambil spesimen dari mesin *hot press*.



Gambar 3.6 sarung tangan
(Sumber : <http://haristeknik.com/>, 2016)

f. Penggaris

Menggunakan penggaris merk *butterfly* kapasitas 30 cm. Digunakan untuk mengukur ketebalan dan untuk mengukur ukuran spesimen.



Gambar 3.7 penggaris
(Sumber : Dokumentasi penulis, 2016)

g. *Alumunium foil*

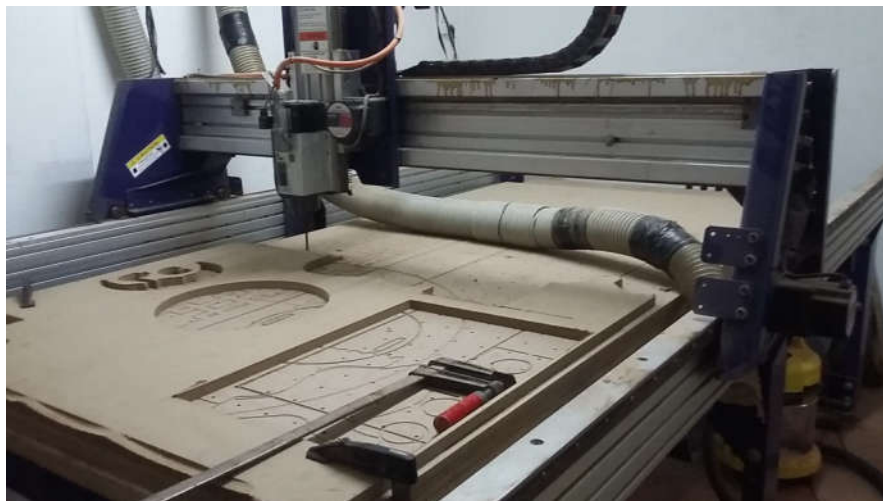
Menggunakan *alumunium foil* merk *Klin Pak* Ukuran 8 m x 45 cm. Digunakan untuk melapisi plat baja.



Gambar 3.8 alumunium foil
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

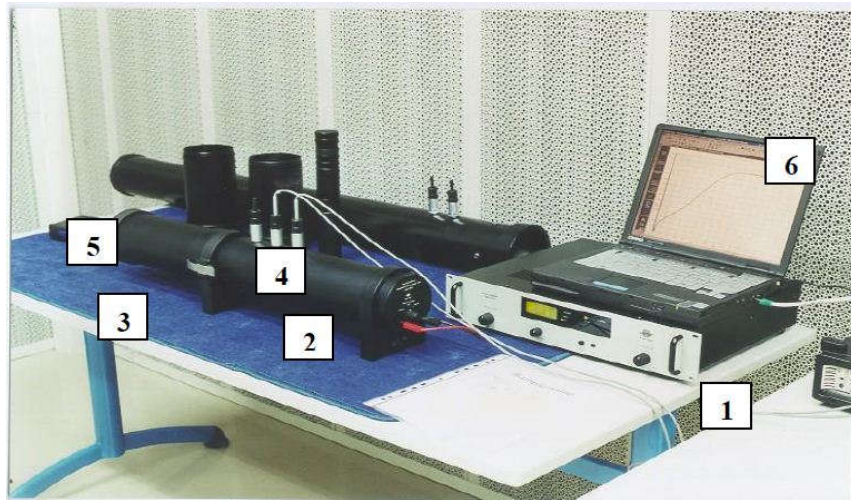
h. *Mesin CNC shopbot PRS alpha standar*

menggunakan mesin CNC *shopbot PRS alpha Standard* milik *HON Fablab* Yogyakarta. Digunakan untuk memotong spesimen dan membentuk geometri pada spesimen *composite*.



Gambar 3.9 mesin CNC *shopbot PRS alpha standard*
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

- i. Alat Uji *Kundt's Tube Impedance 2 Microphone* Laboratorium Akustika Fisika Universitas Sebelas Maret Solo.



Gambar 3.10 alat uji *Kundt's Tube Impedance 2 Microphone*
(Sumber : Skripsi Agung Galih, 2015)

3.2.2 Bahan

- a. Serbuk gergaji kayu angka

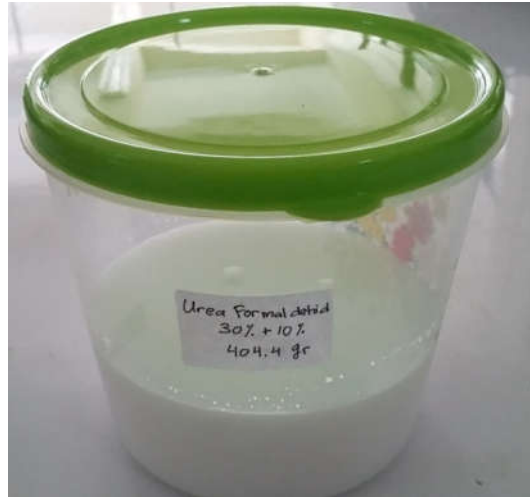
Mengambil limbah serbuk gergaji kayu angka dari tukang kayu di daerah Wedomartani Sleman Yogyakarta.



Gambar 3.11 Serbuk gergaji kayu angka
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

b. Perekat Resin *Urea Formaldehid*

Menggunakan perekat resin *urea formaldehid* jenis UA-125 dari PT. Pamolite *Adhesive Industry* Probolinggo.



Gambar 3.12 Perekat *ureaformaldehid*
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

c. Katalis

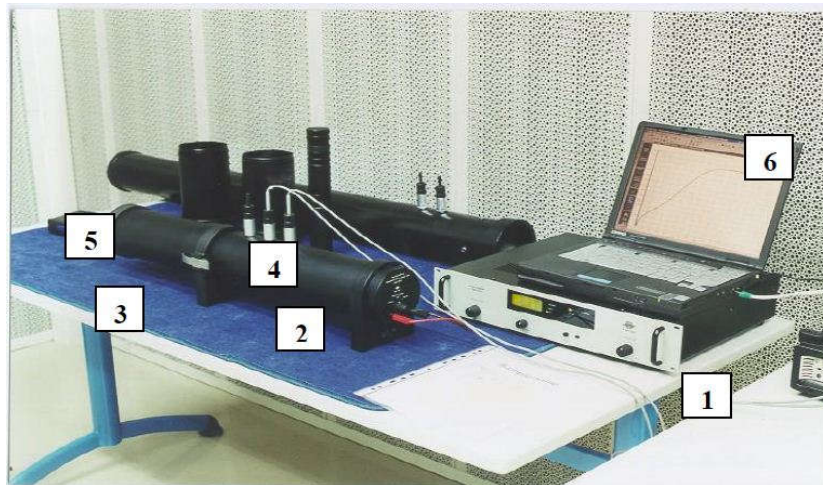
Menggunakan katalis dari PT. Pamolite *Adhesive Industry* Probolinggo.



Gambar 3.13 katalis
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

3.3 Alat Uji *Kundt's Tube Impedance 2 Microphone*

Alat pengujian ini berada di iARG jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret, Solo, Jawa Tengah dengan menggunakan tabung impedansi B&K 4206. Dengan menggunakan *software* dari B&K sesuai dengan standar ASTM E-1050-98 hasil nilai *NAC* atau nilai α dapat ditampilkan tiap kenaikan frekuensi 1 Hz. Alat-alat pada *Kundt's Tube Impedance 2 Microphone* yang digunakan yaitu, tabung yang digunakan adalah tipe 4206, mikrofon tipe 4718, komputer dengan *Software Pulse System* tipe 7700 versi 16 *Sound and Vibration and Material Testing Measurement*, generator tipe 3160, dan *amplifier* tipe 2716 C. (*Brüel & Kjaer*).



Gambar 3.11 Alat uji *Kundt's Tube Impedance 2 Microphone*
(Sumber : Agung Galih, 2015)

Keterangan:

1. *Sine Generator*

Alat ini berfungsi untuk menghasilkan gelombang sinusoidal dengan frekuensi yang dapat diatur.

2. *Impedance Tube*

Alat ini berfungsi untuk pengisolasi suara yang dihasilkan oleh *microphone* dan sebagai jalur untuk *microphone 1* dan *microphone 2*.

3. *Specimen Holder*

Specimen Holder berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan spesimen uji.

4. *Microphone*

Microphone berfungsi untuk mengubah gelombang sinusoidal menjadi bunyi.

5. *Measuring Amplifier*

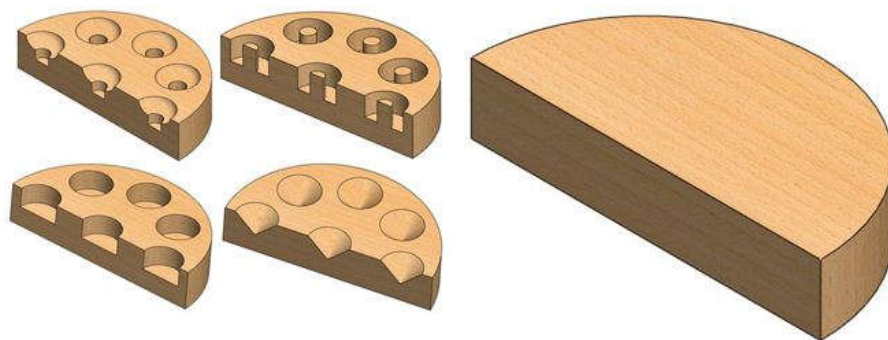
Alat ini berfungsi untuk menampilkan tekanan maksimal dan tekanan minimal gelombang bunyi dari material peredam bunyi.

6. Perangkat Komputer

Di komputer tersebut akan menampilkan data dari hasil pengujian berupa nilai *NAC* (*Noise Absorption Coefficient*) dan *RC* (*Reflection Coefficient*).

3.4 Disain Spesimen Akustik

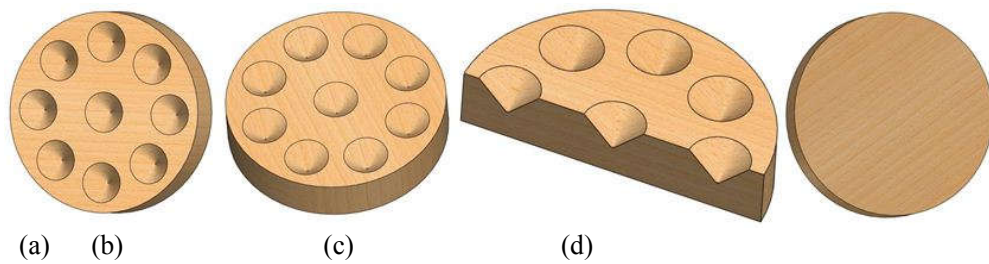
Spesimen uji dibuat dengan bahan serbuk gergaji kayu nangka yang memiliki bentuk persegi empat dengan panjang 250 mm, lebar 250 mm dan tinggi 20 mm lalu di bentuk lingkaran sesuai ukuran alat ujidengan diameter spesimen uji 100 mm. Variabel yang digunakan pada *spesimen composite geometry* ini dengan ketebalan spesimen 20 mm. Bentuk geometri pada spesimen yaitu geometri tabung, geometri kerucut, geometri bentuk “corong” dan geometri tabung berpilar dengan diameter geometri 20 mm serta kedalaman geometri 10 mm. Serta terdapat spesimen polos tanpa geometri untuk mengetahui perbandingan nilai serapan bunyi antara yang memiliki geometri dan tanpa geometri.



Gambar 3.12 Potongan spesimen *composite geometry* dan spesimen *composite* tidak memiliki geometri “polos”
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

3.4.1 Spesimen geometri kerucut

Pada spesimen ini dibentuk geometri membentuk kerucut ke arah dalam seperti “*cone ice cream*” dengan tebal spesimen 20 mm dan kedalaman geometri 10 mm serta jumlah geometri pada spesimen akustik komposit ada 9 geometri dan berdiameter 20 mm pada setiap geometrinya.

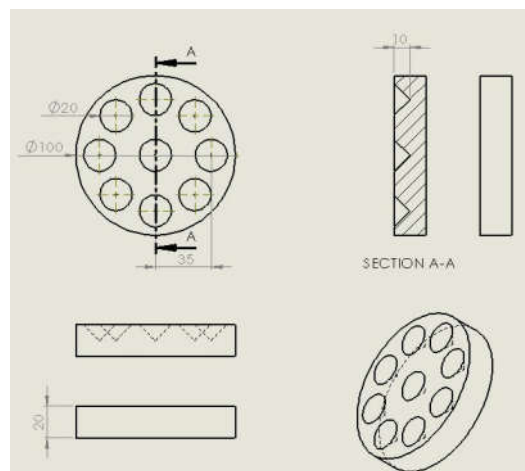


Gambar 3.13 spesimen kerucut.

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

Keterangan :

- 3D spesimen akustik geometrikerucut.
- Bagian atas spesimen akustik geometri kerucut.
- Bagian potongan spesimen akustik kerucut.
- Bagian belakang spesimen akustik kerucut.

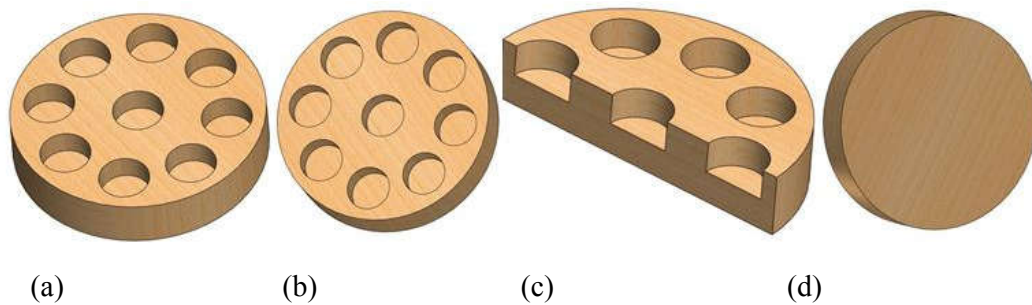


Gambar 3.14 gambar teknik spesimen geometrikerucut.

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

3.4.2 Spesimen geometri tabung

Pada spesimen ini dibentuk geometri membentuk cekungan ke arah dalam seperti tempat untuk mnaruh telur dengan tebal spesimen 20 mm dan kedalaman geometri 10 mm serta jumlah geometri pada spesimen akustik komposit ada 9 geometri dan berdiameter 20 mm pada setiap geometrinya.

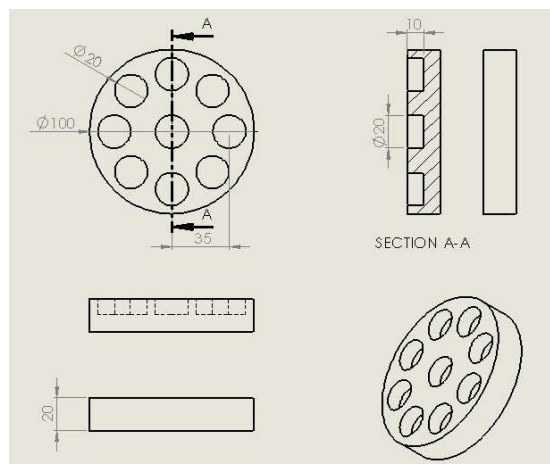


Gambar 3.15 spesimen tabung

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

Keterangan :

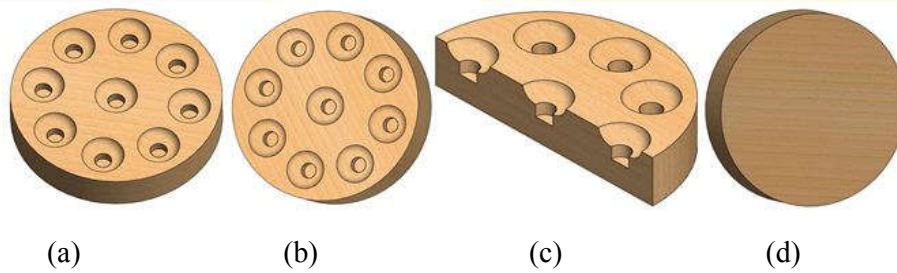
- a. 3D spesimen akustik geometri tabung.
- b. Bagian atas spesimen akustik geometri tabung.
- c. Bagian potongan spesimen akustik tabung.
- d. Bagian belakang spesimen akustik tabung.



Gambar 3.16 gambar teknik spesimen geometri tabung
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

3.4.3 Spesimen geometri bentuk “corong”

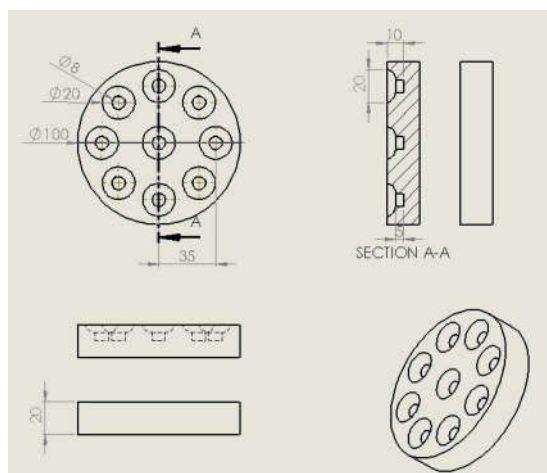
Pada spesimen ini dibentuk geometri membentuk gabungan antara kerucut ke arah dalam dan kearah luar seperti huruf “W” dengan tebal spesimen 20 mm dan kedalaman geometri 10 mm serta jumlah geometri pada spesimen akustik komposit ada 9 geometri dan berdiameter 20 mm pada setiap geometrinya.



Gambar 3.17 spesimen bentuk corong
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

Keterangan :

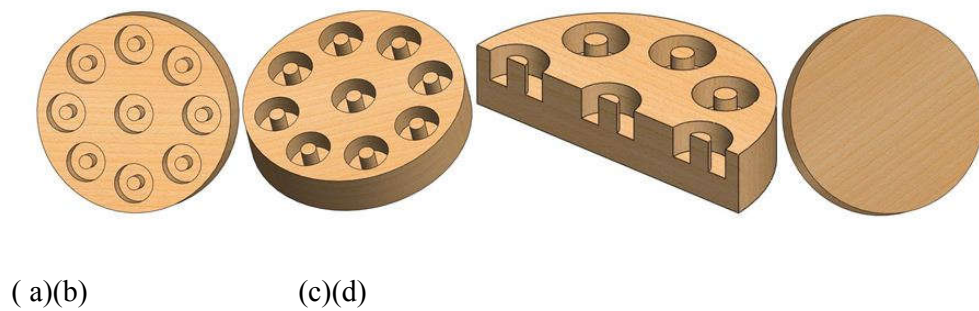
- 3D spesimen akustik geometri bentuk corong.
- Bagian atas spesimen akustik bentuk corong.
- Bagian potongan spesimen akustik bentuk corong.
- Bagian belakang spesimen akustik bentuk corong.



Gambar 3.18 gambar teknik spesimen bentuk corong
 (Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

3.4.4 Spesimen Geometri Tabung Berpilar

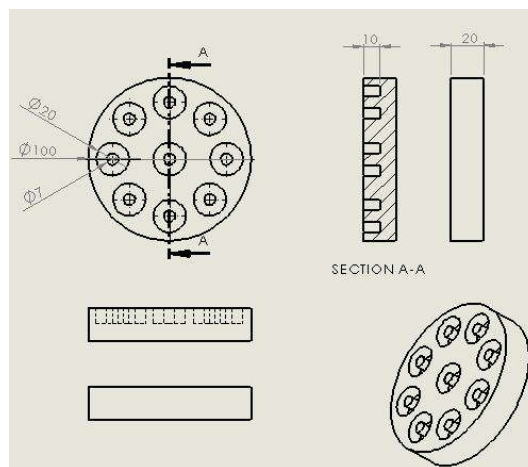
Pada spesimen ini dibentuk geometri membentuk tabung ke arah dalam dan diberi pilar berbentuk tabung ke arah luar dengan tebal spesimen 20 mm dan kedalaman geometri 10 mm serta jumlah geometri pada spesimen akustik komposit ada 9 geometri dan berdiameter 20 mm pada setiap geometrinya.



Gambar 3.19 spesimen tabung berpilar
 (Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

Keterangan :

- a. Bagian atas spesimen geometri tabung berpilar
- b. 3D spesimen akustik geometri tabung berpilar
- c. Bagian potongan spesimen tabung berpilar
- d. Bagian belakang spesimen akustik tabung berpilar



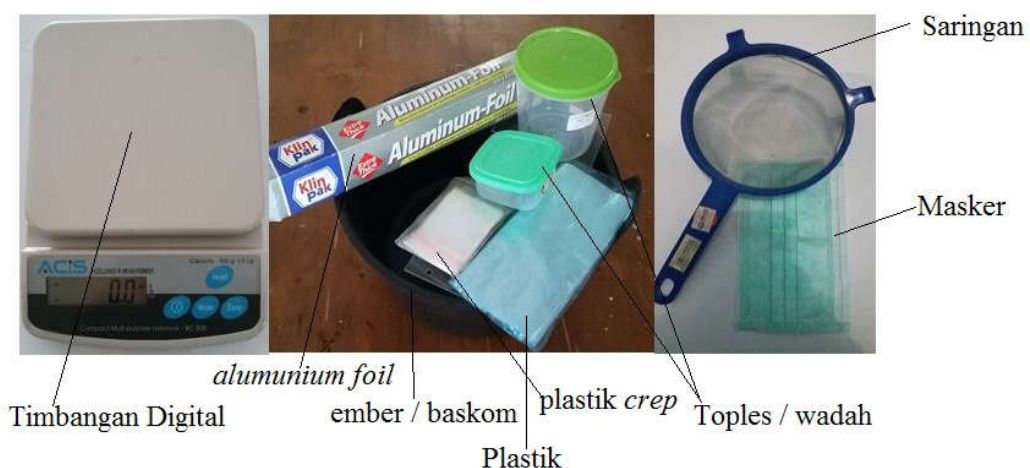
Gambar 3.20 gambar teknik spesimen tabung berpilar
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Spesimen Uji

4.1.1 Proses Persiapan Alat – Alat

Spesimen panel akustik berbahan dasar serbuk gergaji kayu nangka terdiri dari (5) lima spesimen dengan variasi bentuk geometri yang berbeda – beda yaitu disain tanpa geometri atau polos, disain geometri tabung, disain geometri kerucut, disain geometri bentuk “corong”, dan disain geometri tabung pilar. Proses pembuatan spesimen diawali dengan persiapan alat – alat pendukung yaitu timbangan digital, plastik, wadah (toples), ayakan (saringan), ember, masker, *aluminium foil*. Alat – alat tersebut memiliki fungsinya masing – masing yang pertama timbangan digital berfungsi untuk menimbang massa dari bahan – bahan spesimen panel akustik, plastik berfungsi sebagai wadah atau tempat untuk menyimpan bahan – bahan yang sudah ditimbang massa nya maupun belum ditimbang massa nya, wadah (toples) berfungsi sebagai tempat menyimpan perekat *ureaformaldehyd* yang sudah ditimbang massanya, ayakan (saringan) memiliki fungsi untuk mengayak atau menyaring limbah serbuk gergaji kayu nangka menjadi lebih halus, ember berfungsi sebagai wadah atau tempat untuk pencampuran bahan – bahan spesimen panel akustik. Masker memiliki fungsi untuk melindungi pernafasan agar tidak menghirup serbuk gergaji kayu nangka. *Aluminium foil* berfungsi sebagai pelapis pada plat baja dan *thickness bar* agar tidak lengket pada spesimen.



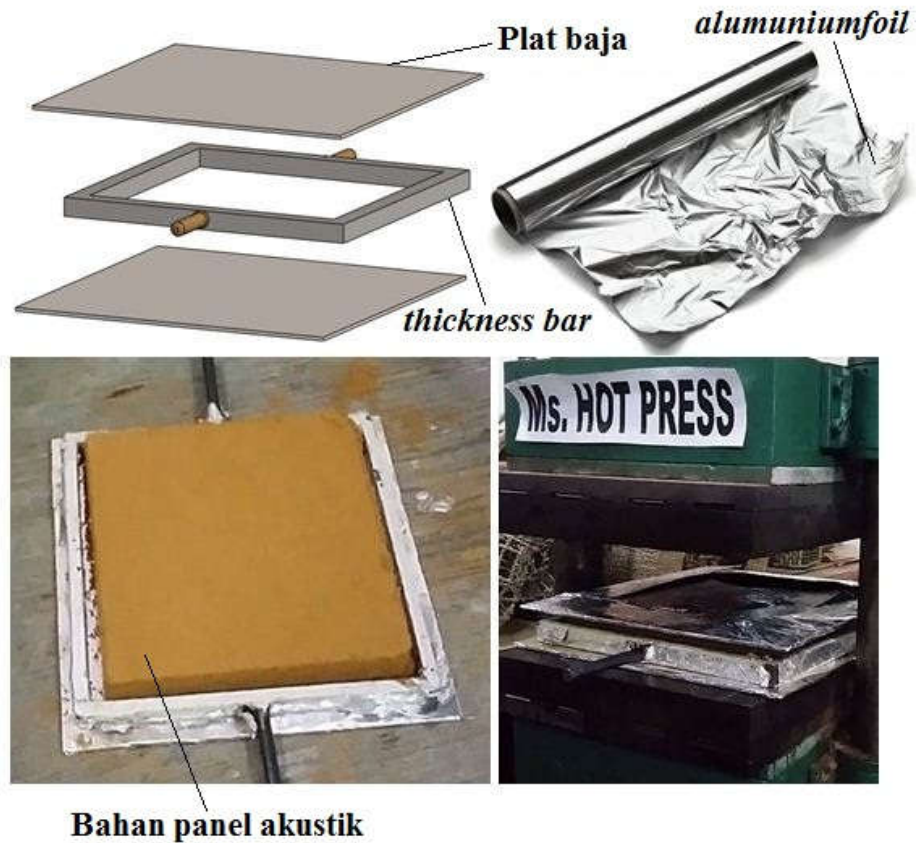
Gambar 4.1 alat – alat pendukung
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

Persiapan alat cetaknya (*mal*) yaitu pembuatan cetakan dari kayuberbentuk persegi (4) empat dengan ukuran panjang 250 mm lebar 250 mm tinggi 150 mm, lalu membuat tutup untuk cetakan kayu tersebut. Tutup dan cetakan kayu (*mat*) berfungsi untuk membentuk persegi (4) empat pada bahan panel akustik yang akan dicetak setelah bahan masuk pada cetakan kayu (*mal*) maka cetakan tersebut ditutup dan di tekan tutupnya agar bahan panel yang ada di dalam cetakan kayu tersebut padat.



Gambar 4.2 cetakan kayu (*mat*)
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

Setelah itu pembuatan besi cetak untuk menahan ketebalan (*thickness bar*) yang terbuat dari bahan besi nako dengan bentuk persegi (4) empat yang memiliki ukuran panjang 250 mm, lebar 250 mm dan tinggi 20 mm, *thickness bar* berfungsi untuk menjaga ukuran spesimen sesuai yang diinginkan ketika bahan spesimen memasuki mesin tekan panas (*hot press*). Setelah itu pemotongan plat baja berbentuk persegi (4) empat dengan ukuran panjang 300 mm, lebar 300 mm dan tinggi 3 mm, berfungsi sebagai alas untuk spesimen ketika memasuki mesin tekan panas (*hot press*). Serta plat baja dan besi penahan ketebalan (*thickness bar*) dilapisi *aluminium foil* agar spesimen ketika dalam masuk kedalam mesin tekan panas (*hot press*) tidak lengket atau menempel pada plat baja ataupun *thickness bar*.



Gambar 4.3 plat baja dan *thickness bar*
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

4.1.2 Proses Penimbangan Bahan – Bahan

Dalam menentukan komposisi atau takaran yang pas untuk pembuatan spesimen uji panel akustik serbuk gergaji kayu angka terdapat perhitungan penimbangan untuk menentukan komposisinya. Perhitungan penimbangan jumlah partikel diperoleh dari volume papan yang akan dikalikan dengan kerapatan yang dikehendaki yaitu ukuran papan yang dikehendaki : panjang 250 mm, lebar 250 mm, tinggi 20 mm dan kerapatan yang dikehendaki 0,5 gr/cm³. Lalu menggunakan perekat *ureaformaldehyd* jenis UA-125 yang memiliki nilai resin solid / resin conten 51% yang sudah ditetapkan pada katalog PT. Pamolite *Adhesive Industry* Probolinggo, serta perekat yang dikehendaki yaitu sebanyak 30% dari berat partikel lalu hasil perhitungan yang didapat dari berat perekat dikalikan 10% untuk menambah jumlah perekat yang hilang menempel pada wadah dan menggunakan katalis yang dikehendaki yaitu 1% dari berat perekat *ureaformaldehyd*.

a. Volume balok

$$V = p \times l \times t$$

Keterangan :
v = volume (cm³)
p = panjang (cm)
l = lebar (cm)
t = tinggi (cm)

$$v = p \times l \times t$$

$$v = 250 \text{ mm} \times 250 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$$

$$v = 125000 \text{ mm}^3$$

$$v = 1250 \text{ cm}^3$$

b. Menghitung jumlah kebutuhan partikel

$$W_o = V \times \text{Kerapatan}$$

Keterangan :
W_o = berat partikel (gr)
Kerapatan = kerapatan (gr/cm³)
V = Volume (cm³)

$$W_o = V \times \text{Kerapatan}$$

$$W_o = 1250 \text{ cm}^3 \times 0,5 \text{ gr/cm}^3$$

$$W_o = 625 \text{ gr}$$

c. Menghitung kebutuhan perekat *urea formaldehida*

$$\text{Kebutuhan perekat UF} = \frac{\text{Persentase jumlah perekat} \times \text{berat partikel}}{\text{resin solid}}$$

$$\text{Perekat UF} = \text{Kebutuhan perekat UF} \times \text{Persentase jumlah penambahan perekat}$$

$$UF = \text{Kebutuhan perekat UF} + \text{Perekat UF}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan perekat UF} &= \frac{30\% \times 625 \text{ gr}}{51\%} \\ &= 367,64 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Perekat UF} = 367,64 \text{ gr} \times 10\% = 36,76 \text{ gr}$$

$$\text{UF} = 367,64 \text{ gr} + 36,76 \text{ gr} = 404,4 \text{ gr}$$

d. Menghitung kebutuhan katalis

$$\text{Kebutuhan katalis} = \text{persentase jumlah katalis} \times \text{berat perekat UF}$$

$$\text{Kebutuhan katalis} = 1\% \times 404,4 \text{ gr} = 4,04 \text{ gr}$$

4.1.3 Proses Pencampuran Bahan Spesimen Uji

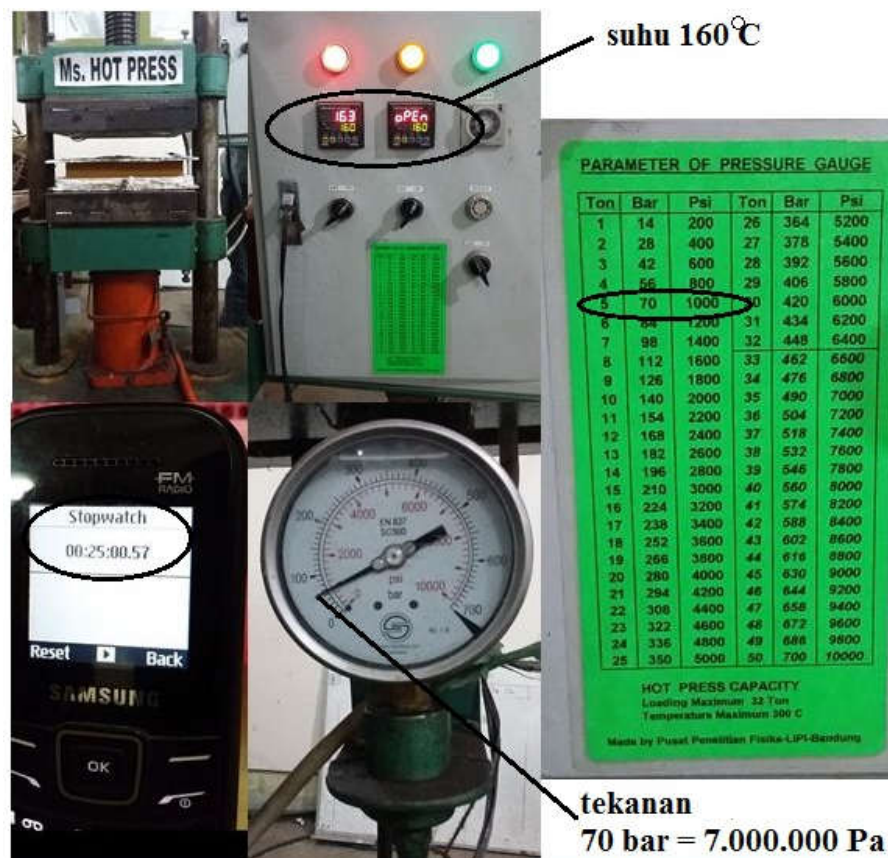
Material yang digunakan untuk membuat panel akustik yaitu limbah serbuk gergaji kayu nangka, *ureaformaldehyd*, dan katalis. Variabel utama dari panel akustik ini adalah serbuk gergaji kayu nangka yang sudah disaring menjadi bubuk halus, lalu *ureaformaldehyd* sebagai perekat dari serbuk gergaji kayu nangka dan katalis sebagai campuran untuk perekat *ureaformaldehyd*. Fungsi katalis terhadap perekat *ureaformaldehyd* untuk mempercepat proses perekatan pada variabel utama. Takaran untuk membuat spesimen panel akustik persegi (4) empat dengan ukuran panjang 250 mm, lebar 250 mm dan tinggi 20 mm yaitu diperlukan massa serbuk gergaji kayu nangka 625 gr, *ureaformaldehyd* 404,4 gr dan katalis 4 gr. Pencampuran bahan – bahan tersebut dilakukan secara manual.



Gambar 4.4 Material spesimen panel akustik dan proses pencampuran material
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

4.1.4 Proses Tekan Panas (*hot press*)

Proses tekan panas (*hot press*) memerlukan mesin tekan panas (mesin *hot press*). Pada proses tekan panas (*hot press*) yang perlu diperhatikan yaitu suhu dan tekanannya. Mesin tekan panas yang berada di Laboratorium Pertekstilan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia memiliki kapasitas tekanan minimum 1.400.000 Pa, tekanan maksimum 44.800.000 Pa dan suhu minimum 0 °C suhu maksimum 300 °C. Tekanan yang dipakai dalam pembuatan spesimen akustik serbuk gergaji kayu nangka ini memakai tekanan 7.000.000 Pa dan suhu 160 °C. Serta waktu yang digunakan dalam proses tekan panas (*hot press*) spesimen panel akustik ini selama 25 menit. Alat ukur waktu (*stop watch*) yang dipakai dalam hal ini yaitu HP (*Hand Phone*) yang memiliki fitur alat ukur waktu (*stopwatch*).



Gambar 4.5 proses pada mesin tekan panas (*hot press*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

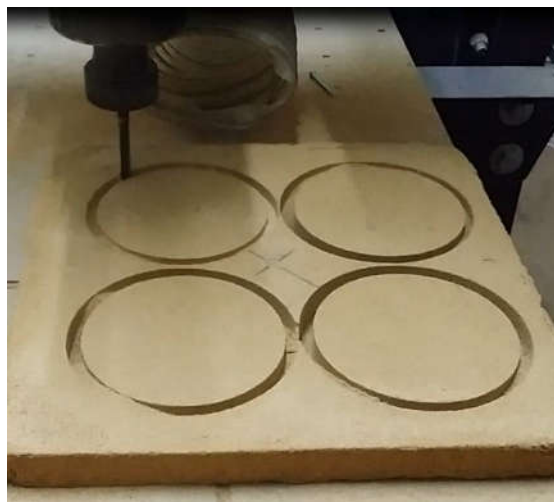


Hasil Panel Akustik setelah proses tekan panas (*hot press*)

Gambar 4.6 Hasil proses tekan panas (*hot press*)
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

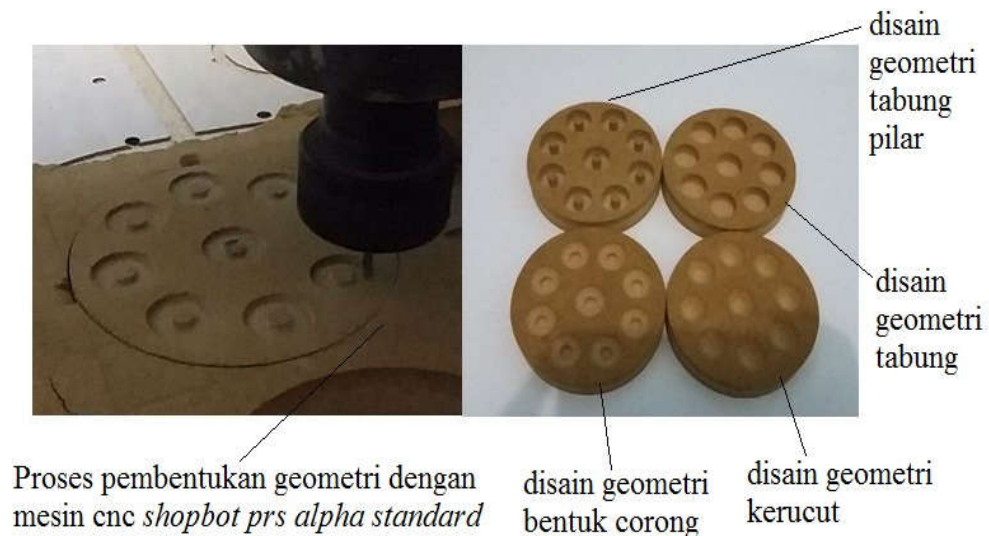
4.2 Proses Pemotongan dan Pembentukan Geometri

Proses pemotongan dan disain pembentukan geometri spesimen uji panel akustik serbuk gergaji kayu nangka menggunakan mesin CNC *shopbot PRS alpha standard*. Sebelum dilakukan proses permesinan terlebih dahulu dilakukan proses disain menggunakan *softwaresolidworks 2014*. Ukuran yang dipotong pada spesimen uji panel akustik yaitu berbentuk lingkaran dengan diameter 100 mm disesuaikan dengan *specimen holder* pada alat uji *Kundt's Tube Impedance 2 Microphone*.



Gambar 4.7 proses pemotongan spesimen uji
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

Setelah dilakukan pemotongan menggunakan mesin CNC *shopbot PRS alpha standard* maka hasil dari pemotongan spesimen tersebut dibentuk geometrinya sesuai bentuk yang telah di disain menggunakan *softwaresolidworks 2014*. Bentuk disain yang telah dibuat yaitu disain geometri tabung, disain geometri kerucut, disain geometri bentuk “corong”, dan disain geometri tabung pilar.



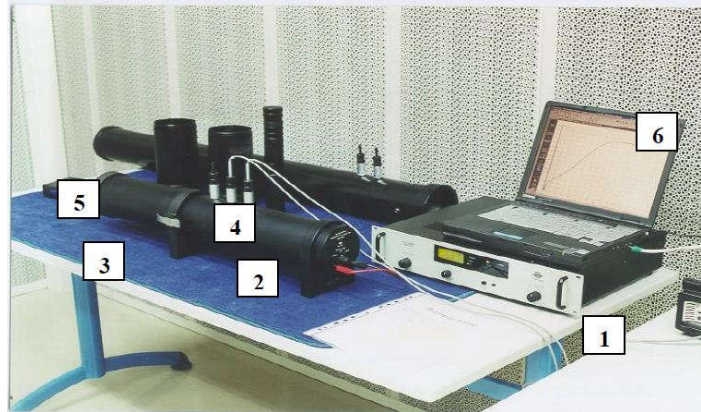
Gambar 4.8 proses pembentukan geometri
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

4.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan

4.3.1 Pengujian

Pengujian NAC (*Noise Absorption Coefficient*) dan RC (*Reflection Coefficient*) menggunakan alat pengujian bernama *kundt's tube impedance (2) dua microphone* yang berada di Laboratorium Akustika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Solo. Pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui nilai koefisien serap (*absorption coefficient*) dan nilai koefisien pantul (*reflection coefficient*) spesimen panel akustik serbuk gergaji kayu nangka dari frekuensi rendah hingga ke frekuensi sedang (0 Hz – 1600 Hz). Alat pengujian *kundt's tube impedance (2) dua microphone* menggunakan (2) *microphone* karena untuk menyesuaikan kebutuhan pengujian jika menggunakan (2) *microphone* artinya alat uji *kundt's tube impedance (2) dua microphone* hanya untuk menangkap sinyal gelombang datang dan menangkap sinyal gelombang pantul dari spesimen uji. Pengujian NAC (*Noise Absorption Coefficient*) dan RC (*Reflection Coefficient*) Spesimen akustik komposit bentuk geometri tabung dan tabung pilar diberi variasi rongga (*cavity*) 1 cm. Tujuan diberi rongga (*cavity*) 1 cm adalah untuk mengetahui perbedaan nilai

antara yang tidak diberi rongga (*cavity*) dengan yang diberi rongga(*cavity*). *Cavity* merupakan rongga yang diberikan kepada spesimen uji tujuannya agar bunyi atau suara yang diterima oleh spesimen bisa diserap kedalam rongga (*cavity*) dan bunyi tersebut terjebak didalam rongga (*cavity*)



Gambar 4.9 alat uji *kundt's tube impedance (2) dua microphone*
(Sumber : Galih Agung, 2015)

4.3.2 Hasil Pengujian NAC (*Noise Absorption Coefficient*)

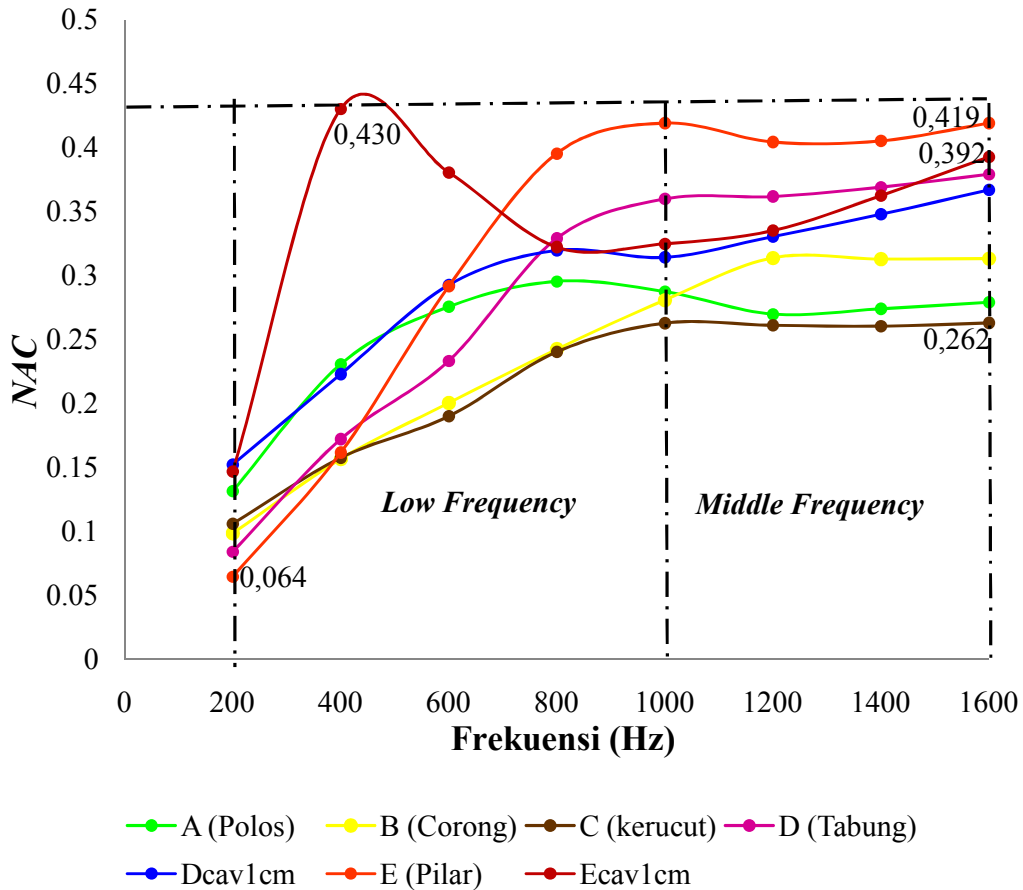
Hasil disain spesimen akustik dengan variasi bentuk geometri tabung, tabung pilar, kerucut, bentuk corong pada spesimen akustik dengan ukuran disain geometri berdiameter 20 mm dan kedalaman 10 mm, diharapkan dapat berdampak terhadap kekakuan redaman sehingga dapat meredam bunyi terutama pada frekuensi rendah yang sering sekali timbul resonansi bunyi akibat getaran dari amplitudo dan panjang gelombang (*wavelength*).

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Nilai NAC *Specimen Acoustic Composite Serbuk Gergaji Kayu Nangka*

Frekuensi (Hz)	A (Polos)	B (Corong)	C (kerucut)	D (Tabung)	Dcav1cm	E (Pilar)	Ecav1cm
200	0,131	0,098	0,105	0,084	0,151	0,064	0,146
400	0,230	0,156	0,157	0,171	0,222	0,161	0,430
600	0,275	0,200	0,189	0,233	0,292	0,291	0,380
800	0,295	0,242	0,240	0,329	0,319	0,395	0,322
1000	0,287	0,280	0,262	0,359	0,314	0,419	0,324
1200	0,269	0,313	0,260	0,361	0,330	0,404	0,335
1400	0,273	0,312	0,260	0,369	0,347	0,405	0,362
1600	0,279	0,313	0,262	0,379	0,366	0,419	0,392

(Sumber : Data Hasil Uji, 2016)

**Specimen Acoustic Composite
Serbuk Gergaji Kayu Nangka**



Gambar 4.10 Grafik nilai *NAC* (*Noise Absorption Coefficient*)
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

Dari hasil pengujian didapat data grafik bahwa spesimen akustik komposit serbuk gergaji kayu nangka dengan membentuk geometri cukup berpengaruh terhadap nilai serap bunyi yang didapat dari hasil pengujian. Disain geometri bentuk pilar tanpa rongga (*cavity*) menunjukkan hasil yang optimum pada jangkauan frekuensi tengah 1000 – 1600 Hz, namun untuk jangkauan frekuensi rendah 200 – 1000 Hz disain geometri pilar tanpa rongga (*cavity*) tidak menunjukkan hasil yang optimum. Tetapi pada jangkauan frekuensi rendah 200 – 1000 Hz bentuk geometri pilar dengan ditambah rongga (*cavity*) 1 cm menunjukkan hasil yang optimum dibandingkan disain geometri yang lain. Hasil yang kurang optimum pada jangkauan frekuensi tengah 1000 – 1600 Hz ditunjukkan oleh disain geometri bentuk kerucut.

4.3.3 Hasil Pengujian Nilai RC (*Reflection Coefficient*)

Pada jangkauan frekuensi rendah 200 – 1000 Hz *specimen acoustic composite* serbuk gergaji kayu nangkamenunjukkan nilai optimum pada bentuk geometri tabung pilar yang diberi rongga (*cavity*) dengan nilai RC (*Reflection Coefficient*) 0,739. Sedangkan pada frekuensi sedang 1000 – 1600 Hz bentuk geometri tabung pilar tanpa diberi rongga (*cavity*) menunjukkan nilai RC (*Reflection Coefficient*) 0,723. Adapun disain bentuk geometri tabung pilar tanpa diberi rongga (*cavity*) menunjukkan hasil yang kurang optimum pada jangkauan frekuensi rendah 200 – 1000 Hz dengan menunjukkan nilai RC (*Reflection Coefficient*) 0,926 dan pada jangkauan frekuensi tengah 1000 – 1600 Hz hasil yang tidak optimum ditunjukkan oleh disain geometri bentuk kerucut dengan menunjukkan nilai 0,854.

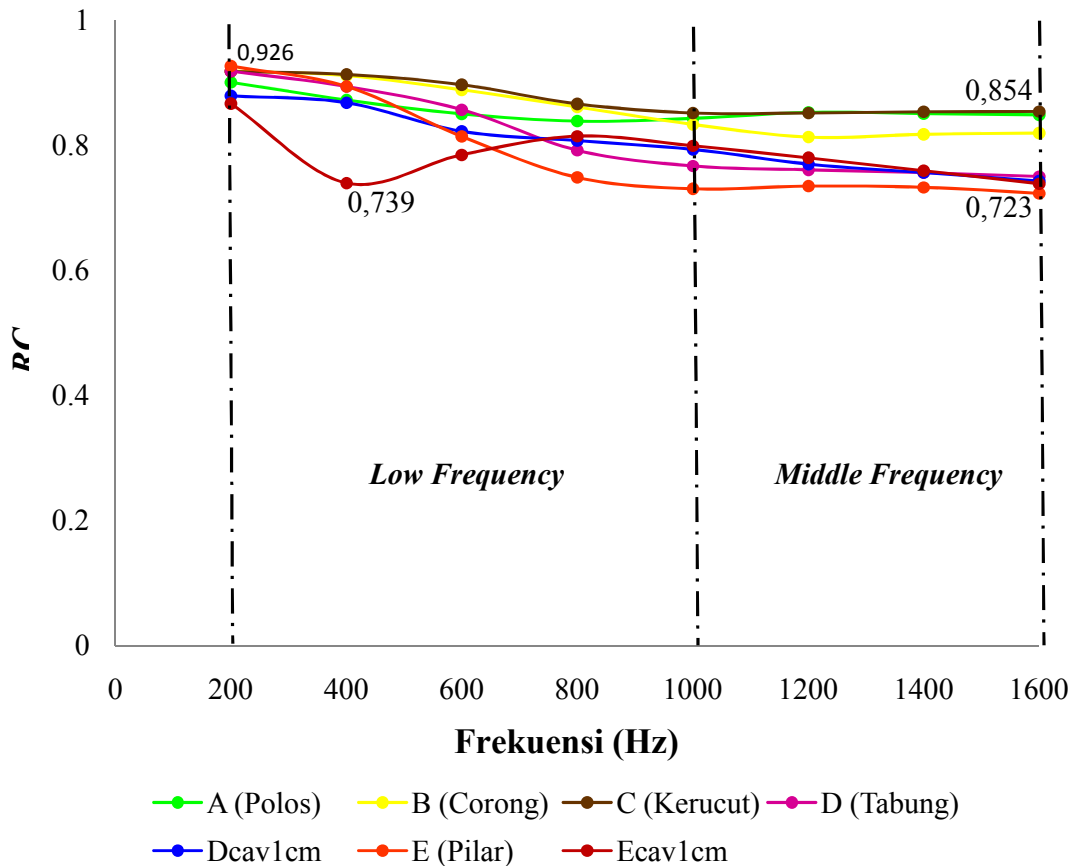
Dalam hal ini menunjukkan bahwa disain bentuk geometri tabung pilar yang diberi rongga (*cavity*) menunjukkan hasil yang baik pada jangkauan frekuensi rendah 200 – 1000 Hz, sedangkan geometri tabung pilar tidak diberi rongga (*cavity*) pada frekuensi rendah 200 – 1000 Hz menunjukkan hasil yang kurang optimum. Tetapi geometri tabung pilar tidak diberi rongga (*cavity*) pada frekuensi tengah 1000 – 1600 Hz menunjukkan hasil yang optimum dibandingkan disain bentuk geometri yang lainnya. Sehingga pada frekuensi yang berbeda gelombang suara terserap dengan baik pada spesimen bentuk geometri tabung pilar yang diberi rongga (*cavity*) maupun tidak diberi rongga (*cavity*) dibandingkan dengan bentuk geometri yang lain.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Nilai RC (*Reflection Coefficient*) *Specimen Acoustic Composite* Serbuk Gergaji Kayu Nangka

Frekuensi (Hz)	A (Polos)	B (Corong)	C (Kerucut)	D (Tabung)	D _{cav1cm}	E (Pilar)	E _{cav1cm}
200	0,901	0,919	0,918	0,918	0,879	0,926	0,866
400	0,872	0,911	0,913	0,894	0,868	0,894	0,739
600	0,850	0,888	0,897	0,857	0,822	0,814	0,785
800	0,838	0,861	0,866	0,791	0,807	0,748	0,814
1000	0,842	0,833	0,851	0,767	0,793	0,730	0,799
1200	0,852	0,813	0,851	0,760	0,769	0,734	0,779
1400	0,850	0,817	0,853	0,756	0,756	0,733	0,759
1600	0,848	0,819	0,854	0,750	0,742	0,723	0,738

(Sumber : Data Hasil Uji, 2016)

**Specimen Acoustic Composite
Serbuk Gergaji Kayu Nangka**



Gambar 4.11 Grafik nilai RC (*Reflection Coefficient*)
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

4.4 Standarisasi Material Peredam Bunyi

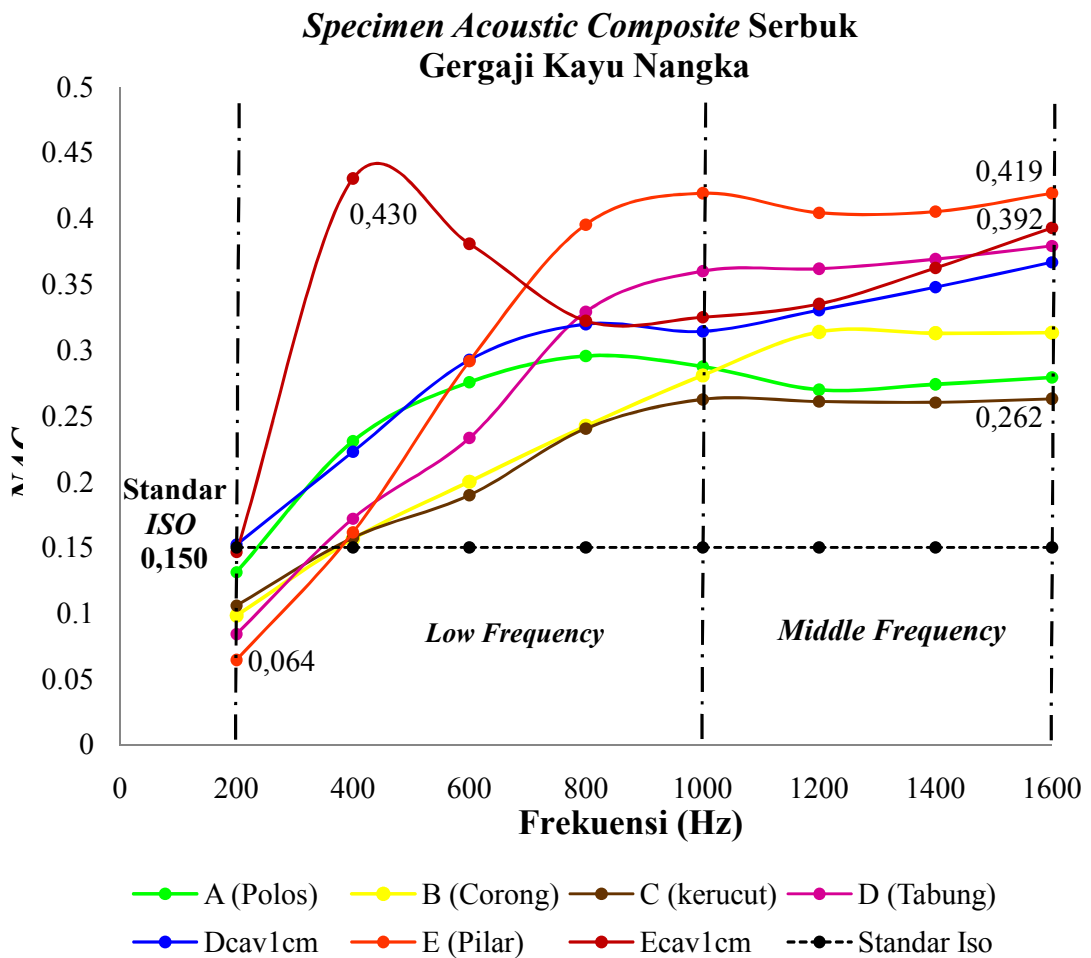
Hasil pengujian spesimen uji ditunjukkan dalam bentuk grafik hubungan antara nilai serapan bunyi (α) terhadap frekuensi seperti gambar 4.12. Nilai serapan minimum bahan untuk dikategorikan sebagai peredam suara menurut *ISO (International Organization for Standardization) 11654* adalah 0,150. Nilai koefisien penyerapan dari sampel yang dibuat (pada tabel 4.3 & gambar 4.12) menunjukkan harga yang memenuhi syarat menurut *ISO 11654* untuk mengklarifikasikan sampel tersebut sebagai peredam suara (*Galih agung, 2015*).

Menurut *Doelle (1972)*, efisiensi bahan akustik berpori, membaik pada jangkauan frekuensi rendah dengan bertambahnya ketebalan. Dengan bertambahnya koefisien serapan pada frekuensi rendah, maka nilai serap / *NAC* pada sampel juga akan bertambah (*Galih agung, 2015*).

Tabel 4.3 Klarifikasi kelas material peredam bunyi menurut ISO 11654

F (Hz)	A Polos	B Corong	C Kerucut	D Tabung	Dcav1cm	E Tabung Pilar	Ecav1cm	Standar ISO
200	0,131	0,098	0,105	0,084	0,151	0,064	0,146	0,150
400	0,230	0,156	0,157	0,171	0,222	0,161	0,430	0,150
600	0,275	0,200	0,189	0,233	0,292	0,291	0,380	0,150
800	0,295	0,242	0,240	0,329	0,319	0,395	0,322	0,150
1000	0,287	0,280	0,262	0,359	0,314	0,419	0,324	0,150
1200	0,269	0,313	0,260	0,361	0,330	0,404	0,335	0,150
1400	0,273	0,312	0,260	0,369	0,347	0,405	0,362	0,150
1600	0,279	0,313	0,262	0,379	0,366	0,419	0,392	0,150

(Sumber : Data Hasil Uji, 2016)



Gambar 4.12 Klarifikasi kelas material peredam bunyi menurut ISO 11654

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2016)

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- a. Dari uraian pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa dari keseluruhan disain bentuk geometri yang dibentuk pada spesimen menunjukkan bahwa disain bentuk geometri tabung pilar yang diberi rongga (*cavity*) ataupun yang tanpa rongga (*cavity*) lebih optimal dibandingkan disain bentuk geometri yang lainnya pada jangkauan frekuensi rendah 200 – 1000 Hz dan pada jangkauan frekuensi tengah 1000 – 1600 Hz.
- b. Pemberian rongga (*cavity*) pada spesimen uji sangat berpengaruh terhadap nilai *NAC* (*Noise Absorption Coefficient*) pada frekuensi rendah 200 – 1000 Hz.
- c. Pembentukan disain geometri pada spesimen uji sangat berpengaruh terhadap nilai *NAC* (*Noise Absorption Coefficient*) serta bisa menambah nilai estetika pada produk panel akustik.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, Sebaiknya untuk disain geometri pada spesimen panel akustik lebih ditingkatkan kembali dari segi kreatifitasnya karena semakin menarik disain geometri bisa menambah nilai estetika yang unik pada dinding.

DAFTAR PUSTAKA

- Mediastika, C.E., 2005. *“Akustika Bangunan”*. Yogyakarta: Arsitektur Fakultas Teknik Atma Jaya, Erlangga.
- Kartikarati, Y.M dkk., 2012, *“ Pembuatan Komposit Serat Serabut Kelapa dan Resin Fenol Formaldehide Sebagai Material Peredam Akustik ”*. Berkala Fisika Research Journal Vol.15, No.3.
- Slamet, S., 2013, *“Komposit Partikel Serbuk Gergaji Kayu (Sawdust) Dengan Resin Urea Formaldehid Seabagai Bahan Baku Utama Box Speaker”*. Momentum, Research Journal Vol.9, No.1.
- Bruell and Kjaer. *“Kunds’t Tube Manual Book”*, Product Data Specifications-Type 4206, Type 4206 A, 4206 T.
- Thamrin, S., 2013, *“Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel Dari Bahan Serbuk Kayu Kelapa”*. Jurnal MIPA UNSRAT Online 2 (1).
- Fitriani, M.C dkk., 2014, *“Analisa Kinerja Akustik Komposit Limbah Serbuk Bambu Dengan Bahan Perekat Tepung Sagu”*. Research Journal.
- Priawan, G.A., 2015, *“Kinerja Sel Akustik Untuk Aplikasi Panel Penyerap Bunyi dari Bahan Sandwich Composite Dengan Inti FoamDdiperkuat Serat Fiberglass”*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
- Cahyono, E.S.H., 2010, *”Noise Absorption Coefficient Komposit Jerami Padi Dengan Matrik Alami”*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
- Puspita, R., 2008, *“Papan partikel Tanpa Perekat Sintetis (Binderless Particle Board) Dari Limbah Industri pengggergajian”*. Skripsi. Diterbitkan. Teknologi Hasil Hutan Institut Pertanian Bogor.
- Lucky, I.K., 2011, *“Karakteristik Panel Akustik Papan Partikel Bambu Betung (Dendrocalamus asper Backer) Berperekat Isocyanate”*. Skripsi. Diterbitkan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Ardhany, F., 2012, *“Sifat Papan Partikel NIR-Perekat Dengan Proses Kempa Panas Dari Limbah Serutan Bambu Petung(Dendrocalamus asper Backer)”*. Tesis. Tidak Diterbitkan. Ilmu Kehutanan Universitas Gadjah Mada.

Windasari, N., 2008, "*Sifat Papan Partikel Suren (Toona Sureni Merr) Dengan Muka Partikel Nangka (Artocarpus sp)*". Skripsi. Tidak Diterbitkan. Teknologi Hasil Hutan Universitas Gadjah Mada.

Putri, D.R., 2009, "*Pengaruh Ukuran Contoh Uji Terhadap Beberapa Sifat Papan Partikel dan Papan Serat*". Skripsi. Diterbitkan. Departemen Hasil Hutan Institut Pertanian Bogor.

<http://www.honfablab.org/>. "*Laboratorium Terbuka Mesin CNC Yogyakarta*", diakses pada 22/08/2016.