

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN HIBAH FUNDAMENTAL**



**PEMBUATAN DAN UJI KARAKTERISTIK AKUSTIK
KOMPOSIT PAPAN SERAT SABUT KELAPA**

**PENELITI UTAMA:
YUSRIL IRWAN**

**Dibiayai oleh
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Kementerian Pendidikan Nasional**

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG

Desember

2013

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN KEMAJUAN PELAKSANAAN
PENELITIAN HIBAH FUNDAMENTAL**

1. Judul : Pembuatan dan Uji Karakteristik Akustik Komposit Papan Serat Sabut Kelapa

2. Ketua Peneliti
- 2.1 Data Pribadi
 - a. Nama Lengkap : Yusril Irwan
 - b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
 - c. NIP/Golongan : 990103 / 3D
 - d. NIDN : 0427067202
 - e. Srata/Jab. Fungsional : S2 / Lektor
 - f. Jabatan Struktural : -
 - g. Fakultas/Jurusan : Teknologi Industri / Teknik Mesin
 - h. Bidang Keahlian : Teknik Mesin/Material
 - i. Instansi : Institut Teknologi Nasional
3. Anggota Peneliti : Tito Santika
 - a. Bidang Keahlian : Teknik Mesin/Konstruksi
 - B Instansi : Teknik Mesin ITENAS
4. Pendanaan dan jangka waktu penelitian :
 - Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 1 tahun
 - Biaya total yang diusulkan : Rp. 37.500.000
 - :

Bandung, 15 Des 2013

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tek.
Industri

Ketua Peneliti,

Rony Kurniawan ST. MT.
NIP.971006

Yusril Irwan., ST. MT.
NIP.990103

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian

Dr. Dewi Kania Sari ST. MT.
NIP. 890401

DAFTAR ISI

Hal

HALAMAN PENGESAHAN

DAFTAR ISI

ABSTRAK

BAB I PENDAHULUAN

- 1.1 Latar Belakang
- 1.2 Tujuan Khusus
- 1.3 Pentingnya Penelitian Ini dilakukan
- 1.4 Target yang di capai dari Penelitian
- 1.5 Metoda Penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

- 2.1 Pengertian Komposit Secara Umum
- 2.2 Bahan Komposit
- 2.3 Proses Manufaktur Komposit
- 2.4 Kelapa dan Serat Kelapa
- 2.5 Gybsum
- 2.6 Semen
- 2.7 Sekam Kayu
- 2.8 Bunyi
- 2.9 Akustik
- 2.10 Papan Serat Sabut Kelapa

BAB III METODE PENELITIAN

- 3.1 Perumusan Masalah
- 3.2 Studi Literatur
- 3.3 Tahapan Perlakuan Pendahuluan Terhadap Serat Kelapa
- 3.4 Pembuatan Cetakan Mesin Pres
- 3.5 Hasil Spesimen yang di buat
- 3.6 Rencana Kegiatan Lanjutan

BAB IV PENGUJIAN AKUSTIK

- 4.1 Pengujian Absorbsi

4.2 Pengujian Transmision Loss

BAB V DATA HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Data pengujian absorpsi untuk matrik semen

5.2 Pengolahan Data Absorpsi matrik Semen

5.3 Data Hasil Pengujian Absorpsi matrik gips

5.4 Pengolahan data Transmision Loss

BAB VI KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA

BIOGRAFI PENELITI

ABSTRAK

Kepedulian terhadap lingkungan dapat diwujudkan dengan penggunaan material yang berasal dari serat alam sebagai bentuk konservasi energi dan perlindungan lingkungan. Contohnya serat sabut kelapa, Serat Sabut Kelapa adalah salah satu limbah yang belum begitu dimanfaatkan secara maksimal di Indonesia. Padahal jumlah kapasitas serat sabut kelapa yang dihasilkan dari panen kelapa setiap tahunnya di Indonesia cukup besar.

Dengan alasan di atas maka perlu dikembangkan penggunaan serat alam yang banyak tersedia di Indonesia ini, agar tidak menjadi limbah yang dibuang begitu saja. Salah satu teknologi dalam memanfaatkan limbah sabut kelapa ini adalah dengan menjadikan serat sabut kelapa menjadi bahan komposit yaitu dengan membuat papan berserat sabut kelapa. Papan komposit serat sabut kelapa ini di buat dalam berbagai matrik, yaitu semen, gipsum dan sekam kayu.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian mengenai parameter parameter yang berpengaruh terhadap karakteristik dari papan serat ini antara lain; panjang serat, pretreatment serat dan rasio pencampuran. Beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan terhadap papan serat ini seperti massa jenis, kekuatan lengkung, fenomena patahan terhadap beban geser dan pengaruh ketebalan terhadap rendaman air. Dari propertis diatas, papan serat ini dapat di gunakan sebagai dinding atau sekat seperti halnya triplek atau tipblok. Namun kajian terhadap karakteristik akustik papan serat ini belum pernah dilakukan.

Karakteristik akustik diperoleh dengan cara pengujian akustik. Pada pengujian ini dapat diperoleh nilai koefisien absorpsi dan nilai transmision loss serta nilai sound transmision class. Pengujian ini berhubungan dengan pengaturan akustik dalam ruangan sedangkan nilai transmision loss dan sound transmision class diperoleh untuk mengetahui seberapa besar pengurangan suara yang dapat serap oleh komposit papan serat sabut kelapa ini.

Dari hasil pengujian Absorpsi dan transmision loss, dari papan serat bermatrik semen dan gipsum serta bermatrik sekam memiliki koefisien absorpsi yang berada di bawah 1 dan STC yang rendah yaitu rata rata 23 dB, angka ini di bawah angka yang baik untuk peredaman suara, sehingga papan komposit serat kelapa bermatrik keramik ini tidak dapat di gunakan sebagai panel untuk mereduksi suara.

Kata kunci : , papan komposit serat kelapa, akustik, absorpsi, transmision loss

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini kepedulian terhadap lingkungan dan energi menjadi sangat penting, salah satu peningkatan kepedulian ini dapat diwujudkan dengan penggunaan material yang berasal dari limbah, seperti limbah pertanian. Penggunaan limbah pertanian ini didasarkan kepada beberapa hal berikut: (1) meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan, (2) melindungi sumber daya alam, (3) mengurangi emisi karbondioksida (CO₂), dan (4) daur ulang material. Indonesia merupakan negara yang kaya akan keanekaragaman hayati, tentunya memiliki peluang untuk memanfaatkan penggunaan limbah pertanian ini, sebagai contoh adalah penggunaan serat alam, yaitu serat sabut kelapa. Dimana Indonesia merupakan negara perkelapaan terluas yang tersebar di Kepulauan Riau, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Jambi, Aceh, Sumatera Utara, NTT, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan dan Maluku . Selain itu serat kelapa berbeda dengan serat sintetik seperti serat gelas, serat karbon, dan lainnya yang dibuat dari minyak bumi yang merupakan bahan alam yang tidak dapat diperbaharui (*non renewable*). Ketersediaan serat sintetik mulai terbatas, sedangkan serat alam memiliki ketersediaan yang sangat banyak dan melimpah yang sebagian besar dapat didaur ulang.

Kandungan sabut serat pada buah kelapa merupakan bagian yang cukup besar, yaitu 35% dari berat keseluruhan buah. Setiap butir kelapa rata-rata mengandung serat 525 gram (75% dari sabut), dan gabus 175 gram (25% dari sabut). Di Indonesia sendiri, walaupun merupakan negara penghasil kelapa terbesar dunia, namun pangsa serat sabut kelapa masih sangat kecil. Padahal, kebutuhan dunia terhadap serat kelapa cenderung meningkat, begitu juga jumlah dan keragaman industri yang berkembang di Indonesia memiliki potensi untuk menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan baku atau bahan bantu. Jelaslah bahwa kondisi ini merupakan potensi yang besar bagi pengembangan industri pengelolaan serat sabut kelapa. Artinya, bisa dijadikan sebagai hasil samping maupun utama yang mempunyai nilai ekonomi tinggi.

Dengan alasan di atas maka perlu dikembangkan penggunaan serat alam yang banyak tersedia di Indonesia ini, diantaranya dengan memanfaatkan limbah sabut kelapa yang akan diambil seratnya. Pemanfaatan serat sabut kelapa tersebut di antaranya dapat digunakan dalam pembuatan papan serat sabut kelapa (Coconut Fiber Board).

Aplikasi penggunaan papan serat ini telah lama di gunakan secara luas, yaitu papan serat sabut kelapa dengan matrik semen yang dikenal *Fiber-Cement Board* (FCB), namun di Indonesia sendiri yang memiliki limbah kelapa yang besar, belum memanfaatkan potensi dari serat sabut kelapa secara luas.

1.2 Tujuan Khusus

Eksperimen terhadap serat sabut kelapa ini sudah pernah dilakukan terutama tentang karakteristik mekanik dari beberapa serat, termasuk serat sabut kelapa. Serta eksperimen tentang karakteristik pemanfaatan serat sabut kelapa menjadi papan komposit ini juga pernah di lakukan, seperti kaji eksperimen mengenai massa jenis, karakteristik mekanik dan pengaruh dimensi terhadap penyerapan air. Namun eksperimen terhadap pengaruh akustik terhadap “komposit serat sabut kelapa bermatrik semen”, “komposit serat sabut kelapa bermatrik gipsium” dan “komposit serat sabut kelapa bermatrik sekam kayu”, belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu pada kesempatan ini peneliti bertujuan akan melakukan beberapa eksperimen mengenai karakteristik terhadap papan serat ini, antara lain;

1. Mengkaji parameter-parameter yang berpengaruh terhadap karakteristik akustik pada papan serat, yaitu: panjang serat optimum dalam campuran matrik, perlakuan pendahuluan (*pretreatment*) serat sabut kelapa sebelum pencampuran, rasio pencampuran (*mixture ratio*) serta kepadatan campuran antara matrik dan serat.
2. Bahan matriks biasanya dipilih dari bahan yang lunak dan ulet agar mampu meneruskan tegangan geser. Dalam penelitian ini mencoba memodifikasi matrik komposit, yang terbuat dari bahan yang bersifat getas seperti keramik, antara lain semen dan gipsium. Dan di kembangkan juga dengan matrik dari limbah sekam kayu. Pengkajian

di titik beratkan kepada pengaruh akustik terbesar terhadap ketiga matrik di atas.

3. Membuat papan serat dengan matrik pilihan yang memiliki karakteristik propertis terbaik yang mengacu kepada hasil eksperimen, sebagai pedoman untuk home industri dan industri masal

1.3 Pentingnya Penelitian ini dilakukan

Mengacu kepada latar belakang di atas, ide pemanfaatan serat sabut kelapa untuk pembuatan papan semen ini adalah;

1. Melimpahnya sumber serat alam (*natural fiber*) di Indonesia dan sampai sekarang serat sabut kelapa tersebut yang merupakan bagian dari limbah hasil pertanian masyarakat Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal.
2. Pengembangan komposit material untuk bahan bangunan dengan menggunakan serat alam, seperti serat kelapa dengan konduktivitas termal yang rendah adalah suatu alternatif yang menarik untuk dikembangkan sebagai bentuk pemecahan masalah kepedulian terhadap lingkungan dan energi.
3. Serat sabut kelapa untuk sebagai bahan pembuatan papan berserat dapat diekstraksi secara manual ataupun dengan mesin ekstraktor, dimana serat sabut kelapa memiliki beberapa keuntungan, yaitu: sumber melimpah, dapat diperbaharui (*renewable*), harganya murah, dan memiliki propertis mekanik yang baik.
4. Papan serat sabut kelapa ini diharapkan dalam penggunaannya dapat sejajar dengan papan papan yang telah ada seperti tipblok dan triplek dan dijadikan sebagai dinding-dinding untuk rumah tahan gempa, studio kedap suara, kotak speaker, sekat dan sebagainya.

1.4 Target yang di capai dari penelitian

Dengan melakukan kaji eksperimen mengenai karakteristik akustik dari papan ini dapat memperkaya penggunaan atau fungsi dari papan serat sabut kelapa ini. Beberapa target dari penelitian antara lain;

- Mengetahui parameter yang paling tepat terhadap pengaruh akustik pada papan serat ini, terutama terhadap panjang serat, rasio campuran (serat dan matrik), kepadatan papan dan kondisi permukaan bahan.
- Mengetahui kemampuan dari papan serat kelapa untuk menyerap suara (*coefficient of sound absorption*) dan mengetahui kemampuannya untuk mereduksi suara (*Sound transmission loss*).
- Membuat papan serat sesuai dengan hasil penelitian yang merupakan acuan untuk industri masal.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk penelaahan karakteristik akustik papan serat kelapa ini adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif dari proses *learning by doing* yang dilakukan terhadap beberapa papan. Pendekatan kuantitatif dilakukan melalui pengujian dan pengukuran akustik terhadap beberapa jenis matrik yaitu semen, gips dan sekam kayu, hingga didapat nilai Koefisien penyerapan suara masing masing matrik yang di gunakan. Kemudian dari data-data hasil pengujian dan pengukuran tersebut akan dilakukan analisis kualitatif sebagai usaha untuk menyimpulkan karakter spesifik hingga ditemukan peluang pemanfaatannya sebagai bahan atau konstruksi dasar dari berbagai jenis peralatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Komposit secara umum

Merujuk pada pengertian material komposit, dikatakan bahwa komposit terdiri dari dua atau lebih bahan atau unsur yang dicampur secara makroskopis. Pada bahan komposit, sifat-sifat bahan pembentuknya masih terlihat dengan jelas, tidak seperti pada paduan atau alloy yang dicampur secara mikroskopis sifat-sifat unsur pembentuknya sudah tidak tampak secara nyata. Disini dapat dilihat bahwa keuntungan material komposit adalah kita dapat menggabungkan beberapa unsur yang mempunyai sifat-sifat material baik itu mekanik, kimia fisika dan sifat teknologi yang terbaik, sehingga didapatkan material komposit yang sangat bagus.

Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua kelompok, yaitu serat (*fibre*) sebagai bahan penguatnya dan bahan pengikat serat tersebut disebut matriks. Sifat serat menentukan karakteristik bahan komposit seperti: kekakuan, kekuatan, dan sifat mekanik lainnya, karena seratlh yang menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada bahan komposit. Sedangkan matriks berfungsi melindungi dan mengikat serat. Oleh karena itu sifat sifat serat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap sifat akhir komposit keseluruhan.

Keuntungan dari penggunaan bahan komposit adalah sifat yang di inginkan dapat diarahkan seperti, kuat dan kaku dalam arah tertentu dan lemah dalam arah-arah yang tidak dikehendaki, jadi dengan kata lain bahan komposit mempunyai sifat tidak homogen. Kemampuan ini jelas tidak dipunyai oleh bahan isotropik, yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sama dalam segala arah. Karena sifatnya yang tidak homogen tersebut, bahan komposit sering dipelajari dari dua sudut pandang yang berbeda, yaitu mikromekanik dan makromekanik.

2.2 Bahan Komposit

Bahan komposit terdiri dari beberapa jenis, berdasarkan geometri dan jenis seratnya. Sifat-sifat mekanik bahan komposit, seperti kekakuan, keuletan, ketangguhan, dan kekuatannya tergantung dari geometri dan sifat-sifat seratnya.

Secara garis besar, bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fibre composite*). Bahan komposit serat dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu serat panjang (*continous fibre*) dan serat pendek (*short fibre*).

Pada bidang industri, bahan komposit serat merupakan bahan komposit yang paling sering dan paling banyak digunakan. Sehingga jika dikatakan bahan komposit, pasti asumsi yang muncul adalah bahan komposit serat.

Serat merupakan bagian yang paling utama dalam hal menahan beban, oleh karena itu bahan komposit sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

Dari pernyataan di atas, ada dua hal yang membuat serat dapat menahan gaya dengan efektif, yaitu bila:

1. Perekatan (*bonding*) antara serat dan matriks (disebut pula *interfacial bonding*) sangat baik dan kuat, sehingga serat tidak mudah lepas dari matriks (*debonding*).
2. Kelangsingan (*aspect ratio*), yaitu perbandingan antara panjang dan diameter serat harus cukup besar. Hal ini diisyaratkan agar tegangan geser yang terjadi pada permukaan antara serat dan matrik kecil.

Kekuatan serat terletak pada ukurannya yang sangat kecil, kadang-kadang dalam orde mikron. Ukuran yang kecil menghilangkan cacat dan ketidaksempurnaan kristal yang biasa terdapat pada bahan berbentuk padatan besar. Sehingga serat mempunyai kristal tunggal yang tanpa cacat dan kekuatannya sangat besar. Sebagai contoh gelas padatan akan pecah pada beberapa ribu psi saja, tetapi serat gelas mempunyai kekuatan hingga 400.000-700.000 psi; bahkan dalam skala laboratorium dapat mencapai 1.000.000 psi.

Hal yang sama terjadi bila serat dibuat dari bahan polymer. Dengan mengatur arah molekulnya, akan didapat serat dengan kekuatan yang besar. Ini terjadi pada serat Kevlar (*aramid*) dan karbon.

Serat-serat yang disebutkan diatas termasuk dalam serat pabrik yang banyak di pasaran dan harganya cukup mahal, disamping itu ada pula serat alam (*natural*) yang mudah didapat dan lebih murah. Serat *natural* selama ini masih jarang digunakan.

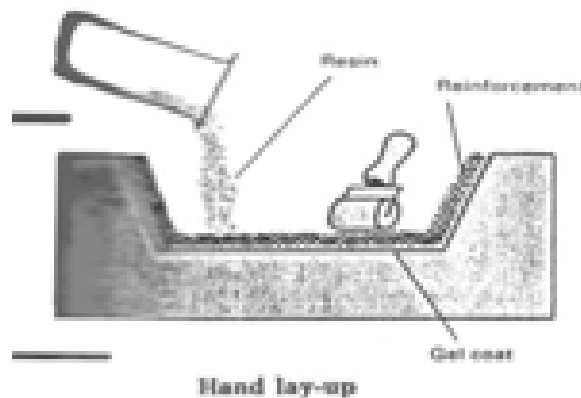
Material komposit juga terbentuk dari matriks sebagai bahan dasar. Tugas utama matriks adalah mengikat serat bersama-sama. Supaya terjadi perekatan yang sempurna, karena sekumpulan serat tanpa matriks tidak dapat menahan gaya dalam arah tekan dan transversal. Matriks juga berguna untuk meneruskan gaya ke serat-serat lainnya dan melindungi serat dari pengaruh lingkungan yang merusak. Bahan matriks biasanya dipilih dari bahan yang lunak dan liat agar mampu meneruskan tegangan geser.

2.3 Proses Manufaktur Komposit

Dalam pembuatan material komposit kita mengenal beberapa cara, semua itu tergantung dari kebutuhan kualitas dari material komposit itu sendiri. Adapun cara-cara tersebut adalah:

1. *Hand Lay-Up*

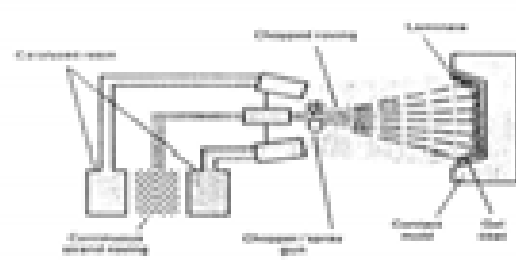
Pada proses *hand lay-up* material komposit yang dihasilkan mempunyai kualitas sedang, homogenitas kurang dan porositas cenderung besar. Material dari hasil *hand lay-up* ini biasanya digunakan di industri kapal kecil dan rumah tangga yang tidak membutuhkan kekuatan yang cukup besar. Fiber volume yang dihasilkan oleh proses *hand lay-up* ini adalah 15%-20%.



Gambar 2.1. Proses *hand lay-up*

2. *Spray-Up*

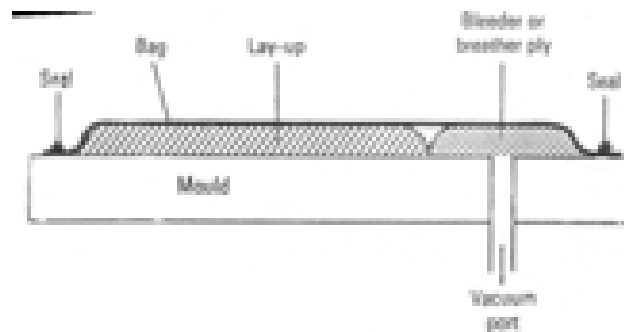
Pada proses *spray-up* dilakukan secara otomatis oleh mesin dan hanya bisa menggunakan serat pendek, biasanya dipakai untuk membuat benda cukup besar.



Gambar 2.2. Proses *spray-up*

3. *Vacum Forming*

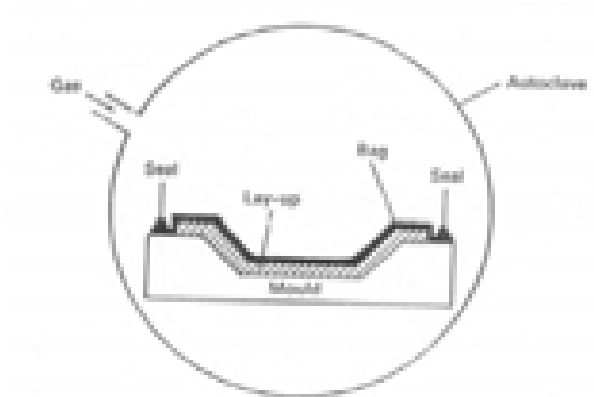
Proses pembuatan dengan cara *vacum forming* kualitasnya lebih bagus dari pada kedua cara diatas, karena porositas yang terjadi rendah, sebab pada proses ini udara yang menyebabkan porositas disedot oleh pompa *vacum*. *Fiber volume* yang dihasilkan cukup tinggi yaitu 40% sampai 50%, karena kelebihan resin diserap oleh *bleeder*. Proses ini dapat menggunakan serat panjang atau pendek.



Gambar 2.3. proses *vacuum forming*

4. *Autoclave*

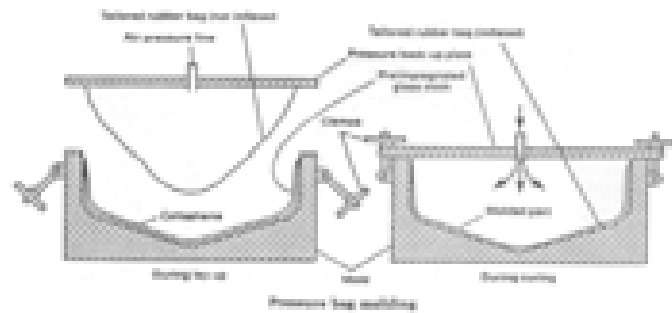
Proses pembuatan dengan cara *autoclave* mempunyai kualitas yang lebih bagus dari ketiga cara diatas. Produk dari cara *autoclave* ini biasanya digunakan pada pesawat terbang (*aero space product*), Proses ini menggunakan bahan *pre-impregnated* artinya suatu bahan dimana serat dan resin sudah dicampur terlebih dahulu dan resin dalam keadaan setengah matang (*B-satge*), bahan *pre-impregnated* harus disimpan dalam *cold storage* dengan temperatur -20°C sampai dengan -10°C agar tidak matang.



Gambar 2.5. Proses autoclave

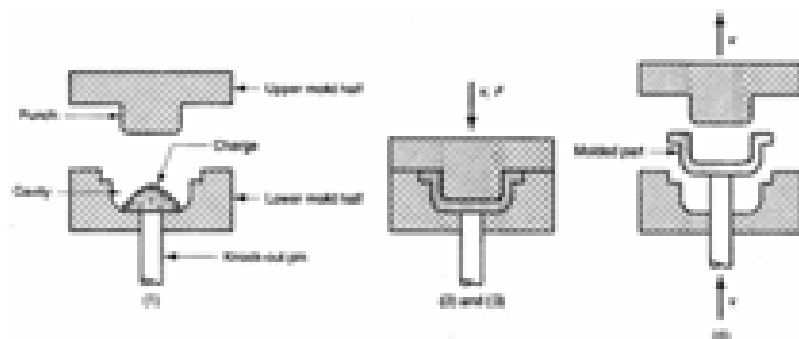
5. Pressure Bag Moulding

Proses ini mirip dengan autoclave tetapi menggunakan karet untuk menampung udara panasnya.



Gambar 2.6. Proses pressure bag moulding.

6. Compression Moulding

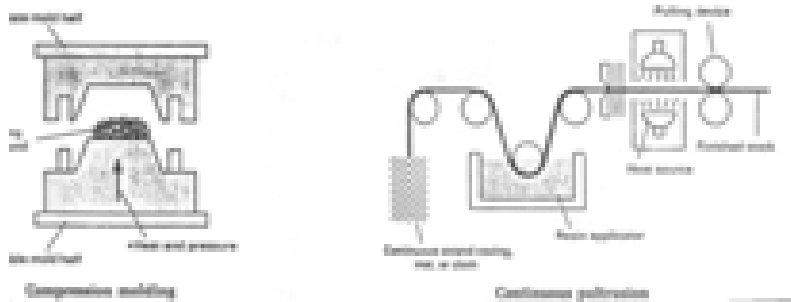


Gambar 2.7. Compression Moulding

Proses ini menggunakan bahan *moulding compound* dalam bentuk SMC (*sheet moulding compound*) dan BMC (*bulk moulding compound*). Proses ini berlangsung cukup cepat.

7. *Countinous pultrusion*

Cara ini digunakan untuk membuat material berprofil antara lain profil T, H, U, persegi dan lingkaran.



Gambar 2.8. Proses *compression moulding* dan *continous pultrusion*

2.4 Kelapa dan serat Kelapa

Kelapa merupakan tanaman perkebunan/industri berupa pohon batang lurus dari famili *Palmae*. Ada dua pendapat mengenai asal usul kelapa yaitu dari Amerika Selatan menurut D.F. Cook, Van Martius Beccari dan Thor Herjerdahl dan dari Asia atau Indo Pasific menurut Berry, Werth, Mearil, Mayurathan, Lepasma, dan Pureseglove. Kata *coco* pertama kali digunakan oleh Vasco da Gama, atau dapat juga disebut *Nux Indica*, *al djanz al kindi*, *ganz-ganz*, *nargil*, *narlie*, *tenga*, *temuai*, *coconut*, dan pohon kehidupan.

Kelapa banyak terdapat di negara-negara Asia dan Pasifik yang menghasilkan 5.276.000 ton (82%) produksi dunia dengan luas \pm 8.875.000 ha (1984) yang meliputi 12 negara, sedangkan sisanya oleh negara di Afrika dan Amerika Selatan. Indonesia merupakan negara perkelapaan terluas (3.334.000 ha tahun 1990) yang tersebar di Riau, Jateng, Jabar, Jatim, Jambi, Aceh, Sumut, Sulut, NTT, Sulteng, Sulsel dan Maluku, tapi produksi dibawah Philipina (2.472.000 ton dengan areal 3.112.000 ha), yaitu sebesar 2.346.000 ton. Kelapa (*cocos nucifera*) termasuk familia *Palmae* dibagi tiga:

1. Kelapa dalam dengan varietas *viridis* (kelapa hijau), *rubescens* (kelapa merah), *Macrocorpu* (kelapa kelabu), *Sakarina* (kelapa manis)

2. Kelapa genjah dengan varietas Eburnea (kelapa gading), varietas regia (kelapa raja), pumila (kelapa puyuh), pretiosa (kelapa raja malabar)
3. Kelapa hibrida.

Kelapa dijuluki pohon kehidupan, karena setiap bagian tanaman dapat dimanfaatkan seperti berikut:

1. sabut: coir fiber, keset, sapu, matras, bahan pembuat spring bed
2. tempurung: charcoal, carbon aktif dan kerajinan tangan
3. daging buah: kopra, minyak kelapa, *coconut cream*, santan, kelapa parutan kering (*desiccated coconut*)
4. air kelapa: cuka, nata de coco
5. batang kelapa: bahan bangunan untuk kerangka atau atap
6. daun kelapa: lidi untuk sapu, barang anyaman (dekorasi pesta atau mayang)
7. nira kelapa: gula merah (kelapa).

Kelapa merupakan tumbuhan produktif, Kondisi ini juga yang menyebabkan banyak penduduk lokal yang bergantung pada sektor industri kecil yang bergerak pada pengelolaan kelapa. Selama ini serat kelapa hasil industri kecil tersebut hanya dipergunakan untuk keperluan rumah tangga saja. Fokus penelitian ini adalah untuk meningkatkan daya guna dan fungsi serat kelapa dalam bentuk lain, yaitu mencampurkannya dengan berbagai matrik.

Pohon kelapa termasuk keluarga Palmae yang merupakan tanaman tropis yang penyebarannya di pantai (habitat asli). Namun dalam pengembangan budidaya akhirnya manusia dapat menemukannya sampai jauh di pedalaman. Ini menandakan pohon kelapa sangat toleran terhadap iklim mikro (tanah, air, udara, angin kencang dan sinar matahari dan terlebih hara tanah). Oleh karena kelapa sangat toleran terhadap iklim yang berubah-ubah, kelapa memiliki ketahanan terhadap lingkungan besar sekali. Keadaan pohon kelapa yang mampu bertahan hidup dengan perubahan iklim yang dapat terjadi sewaktu, dan pohon kelapa adalah jenis pohon yang tahan terhadap hama/penyakit merupakan keistimewaan dari pohon kelapa. Dan bisa dibayangkan, sebuah pabrik minyak berupa minyak kelapa sedang berlangsung dengan sangat canggih di sebuah pohon kelapa. Pohon kelapa memiliki cadangan energi yang luar biasa di tangki-tangki berupa buah kelapa muda dan tua. Sewaktu-waktu, apabila pohon ini dalam keadaan ekstrim, energi minyaknya dapat disalurkan

kembali untuk kehidupannya (statement/ Pernyataan terakhir ini hanyalah secara filosofi dan bukan hasil penelitian). Demikian pula, makin tinggi pohon kelapa atau makin tua pohonnya, kandungan senyawa kimianya makin sempurna.

Meskipun kelapa dapat tumbuh dengan mudah namun ada kriteria iklim yang dapat menyebabkan kelapa tumbuh dengan baik. Faktor iklim tersebut itu adalah:

1. Sinar Matahari

Pertumbuhan kelapa akan terhambat jika kekurangan sinar matahari. Lama penyinaran yang dikehendaki adalah 2.000 jam/tahun atau minimal 120 jam/bulan.

2. Temperatur

Tanaman kelapa dapat tumbuh pada ketinggian 0-900 m, temperatur optimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya adalah 27-28⁰C. bila temperature udara rata-ratanya 15⁰C, maka akan menyebabkan perubahan-perubahan fisiologis dan morfologis tanaman.

3. Kelembaban

Udara yang terlalu lembab tidak baik untuk tanaman kelapa karena akan mengurangi penguapan dan penyerapan unsur hara.

4. Curah Hujan

Lokasi yang sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman kelapa adalah daerah yang memiliki curah hujan yang rendah, karena temperatur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan pohon kelapa yang baik adalah 27-28⁰C.

5. Tanah

Tanaman kelapa dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, baik tanah alluvial, laterit, vulkanis, berpasir, tanah liat, maupun tanah berbatu. Namun yang terbaik adalah tanah alluvial, karena tanah tersebut memiliki tingkat keasaman tinggi yang dapat membantu pertumbuhan kelapa dengan baik.

Karena kelapa begitu berlimpah, dan merupakan sumberdaya terbarukan di semua negara maka peneliti berlomba-lomba untuk menciptakan bermacam produk yang dapat dimanufaktur dari serat kelapa untuk menjadi sebuah teknologi yang simpel dan murah. Para peneliti juga mengatakan bahwa sifat mekanik dari serat kelapa memiliki kualitas yang sama baik atau bahkan lebih baik dari serat sintetik dan

poliester dalam penggunaannya di bidang *parts* otomotif. Bradley mengatakann bahwa serat kelapa lebih murah dibandingkan serat lain dan ramah lingkungan.

Buah kelapa berbentuk bulat panjang, Buah kelapa terdiri dari sabut (ekskrap dan mesokrap), tempurung (endokrap), daging buah (endosperm) dan air buah. Tebal sabut kelapa kurang lebih 5 cm dan tebal daging buah 1 cm atau lebih.

Tabel 2.1 Komposisi bagian buah kelapa

Daging buah	Jumlah berat (%)
Sabut	35
Tempurung	12
Daging buah	28
Air buah	25

Sabut kelapa merupakan bagian terbesar dari buah kelapa yaitu 35% dari bobot buah kelapa. Sabut kelapa jika diolah dengan baik akan menghasilkan serat sabut kelapa. Karena sifat fisik dan kimia serat yang dimiliki oleh sabut kelapa ini, sehingga membuat bahan baku alamiah ini mulai dimanfaatkan sebagai bahan baku industri karpet, jok, *dashboard* kendaraan, kasur, bantal, dan *campuran lainnya (sebagai bahan komposit)*. Serabut kelapa terdiri dari dua bagian yaitu sel-sel serat dan sel-sel non serat atau debu yang lazim disebut *Pith*. Sebagai bahan tambah pada campuran *Hot Rolled Sheet (HRS)-Wearing Course*, bagian debu harus dipisahkan terlebih dahulu dari seratnya. Serat serabut kelapa sangat tahan lama di bawah kondisi cuaca normal. Publikasi mengenai pemanfaatan serat serabut kelapa sangat jarang dikarenakan serat serabut kelapa memiliki kerugian sebagaimana serat tumbuhan lainnya dan peka terhadap kelembaban.

Serat coir (serat sabut kelapa) telah lama digunakan di India semenjak 3000 tahun yang lalu. Serat coir diperoleh dari buah tanaman kelapa (*Cocos nucifera*), yaitu serat yang terdapat di antara kulit ari dan kulit biji (batok) dari buah kelapa. Terdapat tiga tipe dari serat coir, yaitu: serat panjang dan halus yang disebut dengan serat putih (*white fibre*), serat kasar yang disebut dengan serat (*brittle fibre*), dan serat serabut terpendek yang disebut sebagai *mattress*. Serat *brittle* dan *mattress* selalu direferensikan sebagai serat coklat (*brown fibre*) .

Perbedaan serat putih dan coklat sangat bergantung kepada kondisi kulit ari kelapa yang digunakan dan metode ekstraksi serat. Coir diperoleh dari buah kelapa hijau yang belum matang/tua, yang umumnya diketahui sebagai serat putih dan lebih baik dibanding serat coklat yang didapat dari kelapa yang telah menua (umur buah >12 bulan). Kedua tipe serat tersebut telah digunakan secara luas dan masing-masing memiliki keunikan tersendiri dalam penggunaannya.

Dari hasil penelitian di peroleh sifat mekanik dari beberapa serat, seperti pada tabel di bawah.

Tabel 2.2. Sifat-sifat beberapa serat dan asal serat^[10]

No	Tipe Serat	Nama Botanical	Asal Serat	Sifat-Sifat Mekanik		
				Kekuatan Tarik (MPa)	Modulus Young (GPa)	Regangan (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	Abaca	<i>Musa textilis</i>	Daun	12	41	3,4
2	Pisang	<i>Musa ulugurensis</i>	Daun	529-914	27-32	1-3
1	2	3	4	5	6	7
3	Nenas	<i>Ananas cosmosus</i>	Daun	413-1627	60-82	0-1,6
4	Sisal	<i>Agave sisilana</i>	Daun	80-840	9-22	2-14
5	Bambu	<i>Gigantochloa scortechinii</i>	Batang	575	27	-
6	Flax	<i>Linum usitatissimum</i>	Batang	500-900	50-70	1,3-3,3
7	Hemp	<i>Cannabis sativa</i>	Batang	310-750	30-60	2-4
8	Jute	<i>Corchorus capsularis</i>	Batang	200-450	20-55	2-3
9	Kenaf	<i>Hibiscus cannabinus</i>	Batang	295-1191	22-60	-
10	Ramie	<i>Boehmeria nivea</i>	Batang	915	23	3,7
11	kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	Buah	106-175	6	15-40
12	Cotton	<i>Gossypium spp.</i>	Biji	300-700	6-10	6-8
13	Kapok	<i>Ceiba pentandra</i>	Biji	93,3	4	1,2

2.5 Gypsum

Gypsum adalah batu putih yang terbentuk karena pengendapan air laut, kemudian dipanaskan 175 °C disebut STUCCO. Gypsum adalah salah satu mineral terbanyak dalam lingkungan sedimen yaitu batu yang terdiri dari mineral yang diproduksi secara besar-besaran biasanya dengan persipitasi dari air asin.

Kristal gypsum dapat tidak berwarna dan transparan secara ekstrim membuat kontras yang kuat untuk pemakaian paling banyak di dinding kering. Gypsum adalah penyekat alami, hangat bila disentuh dibandingkan dengan batu biasa.



Gambar 2.9. Batu Gybsum

Tabel 2.3 Komposisi bahan gypsum

No	Bahan	Kandungan (%)
1	Calcium (Ca)	23,28
2	Hydrogen (H)	2,34
3	Calcium Oksida	32,57
4	Air (H ₂ O)	20,93
5	Sulfur (S)	18,62

Karakteristik fisik bahan gypsum antara lain berwarna putih dengan sistem kristal monoklinik dan konduktivitas rendah.

Gypsum adalah mineral yang bahan utamanya terdiri dari *hydrated calcium sulfate*. Seperti pada mineral dan batu, gypsum akan menjadi lebih kuat apabila mengalami penekanan. Oleh sebab itu, dalam pembuatan suatu produk dengan bahan dasar gypsum misalnya papan gypsum perlu dilakukan penekanan yang besar agar dihasilkan suatu produk dengan kekuatan yang tinggi. Panel gypsum dapat diaplikasikan untuk:

Plafon. Plafon merupakan sistem langit-langit gantung. Dengan material gypsum maka plafon dirancang untuk mendapatkan langit-langit dengan sambungan rata dan tidak terlihat pada ketinggian yang dikehendaki.

Sistem dinding partisi. Sistem dinding partisi gypsum merupakan sistem yang ringan & ekonomis, terdiri dari satu lapis panel gypsum atau lebih yang dipasang pada rangka aluminium dengan menggunakan skrup pada setiap permukaannya. Sistem dinding partisi gypsum umumnya digunakan pada apartemen, pertokoan, perkantoran dan industri. Panel gypsum dibuat dengan formulasi distribusi kepadatan yang merata sehingga memiliki daya tahan terhadap tekanan tertentu serta lebih ringan karena dari material kapur, disamping hal tersebut panel gypsum juga memiliki sifat fleksibel atau mudah dibentuk dan kelebihan kelendutan yang minimum.

Adapun keuntungan dari gypsum ketika digunakan sebagai material dari suatu benda adalah :

- Ringan
Berat dinding panel gypsum hanya 20% dari berat dinding batu bata
- Tahan api
Sistem dinding partisi gypsum tidak mudah terbakar
- Fleksibilitas untuk disain
Gypsum yang ringan ini memungkinkan fleksibilitas dalam hal disain. Dinding dengan gypsum juga dengan mudah direnovasi (atau dipindahkan) dan dapat dibuat melengkung, diharuskan penggunaannya dalam gedung-gedung tinggi.
- Meredam suara
Bermacam-macam sistem tersedia untuk memenuhi kebutuhan peredam suara
- Pemasangan yang cepat
Sistem dinding partisi gypsum sangat cepat pemasangannya sehingga mempercepat penyelesaian suatu pekerjaan

Komponen untuk plafond gypsum atau partisi gypsum

- Rangka hollow 4" — 4cm
- Rangka hollow 2" — 2cm

- Scrup panjang 25 mm dan 45 mm
- Panel gypsum 9 mm atau 12 mm
- Compound untuk gypsum

Teknik pemasangan gypsum ada 2 cara, menggunakan rangka kayu diserut dan rangka besi hollow. Rangka kayu harus diserut, agar rata saat pemasangannya. Harganya hampir sama saja dengan rangka hollow. Kecuali jika rangka yang digunakan adalah kayu bekas. Maka akan terjadi penghematan luar biasa. Keuntungan rangka kayu adalah bisa diinjak di atasnya saat orang hendak membenarkan instalasi listrik. Sementara rangka hollow jauh lebih cepat pemasangannya. Lebih presisi. Dan tentu tahan rayap. Tidak seperti kayu yang rawan rayap.

Namun gipsium sangat getas apabila terkena beban dalam arah normal maupun dalam arah transversal. Kegagalan atau pecah dari gipsium tidak diawali dengan retak, tapi langsung pecah. Untuk mengatasi sifat ini, maka gipsium di jadikan sebagai matrik dalam suatu komposit papan serat sabut kelapa.

2.6 Semen

Dalam perkembangan peradaban manusia khususnya dalam hal bangunan, sering di dengar cerita tentang kemampuan nenek moyang merekatkan batu-batu raksasa hanya dengan mengandalkan zat putih telur, ketan atau lainnya. Alhasil, berdirilah bangunan fenomenal, seperti Candi Borobudur atau Candi Prambanan di Indonesia ataupun jembatan di China yang menurut legenda menggunakan ketan sebagai perekat. Ataupun menggunakan aspal alam sebagaimana peradaban di Mahenjo Daro dan Harappa di India ataupun bangunan kuno yang dijumpai di Pulau Buton

Benar atau tidak, cerita, legenda tadi menunjukkan dikenalnya fungsi semen sejak zaman dahulu. Sebelum mencapai bentuk seperti sekarang, perekat dan penguat bangunan ini awalnya merupakan hasil percampuran batu kapur dan abu vulkanis. Pertama kali ditemukan di zaman Kerajaan Romawi, tepatnya di Pozzuoli, dekat teluk Napoli, Italia. Bubuk itu lantas dinamai *pozzuolana*.

Sedangkan kata semen sendiri berasal dari *caementum* (bahasa Latin), yang artinya kira-kira "memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan". Meski sempat populer di zamannya, nenek moyang semen *made in* Napoli ini tak berumur panjang.

Menyusul runtuhnya Kerajaan Romawi, sekitar abad pertengahan (tahun 1100 - 1500 M) resep ramuan *pozzuolana* sempat menghilang dari peredaran.

Baru pada abad ke-18 (ada juga sumber yang menyebut sekitar tahun 1700-an M), John Smeaton - insinyur asal Inggris - menemukan kembali ramuan kuno berkhasiat luar biasa ini. Dia membuat adonan dengan memanfaatkan campuran batu kapur dan tanah liat saat membangun menara suar Eddystone di lepas pantai Cornwall, Inggris.

Ironisnya, bukan Smeaton yang akhirnya mematenkan proses pembuatan cikal bakal semen ini. Adalah Joseph Aspdin, juga insinyur berkebangsaan Inggris, pada 1824 mengurus hak paten ramuan yang kemudian dia sebut semen portland. Dinamai begitu karena warna hasil akhir olahannya mirip tanah liat Pulau Portland, Inggris. Hasil rekayasa Aspdin inilah yang sekarang banyak dipajang di toko-toko bangunan. Sebenarnya, adonan Aspdin tak beda jauh dengan Smeaton. Dia tetap mengandalkan dua bahan utama, batu kapur (kaya akan kalsium karbonat) dan tanah lempung yang banyak mengandung silika (sejenis mineral berbentuk pasir), aluminium oksida (alumina) serta oksida besi. Bahan-bahan itu kemudian dihaluskan dan dipanaskan pada suhu tinggi sampai terbentuk campuran baru.

Selama proses pemanasan, terbentuklah campuran padat yang mengandung zat besi, agar tak mengeras seperti batu, ramuan diberi bubuk gips dan dihaluskan hingga berbentuk partikel-partikel kecil mirip bedak. Lazimnya, untuk mencapai kekuatan tertentu, semen portland berkolaborasi dengan bahan lain. Jika bertemu air (minus bahan-bahan lain), misalnya, memunculkan reaksi kimia yang sanggup mengubah ramuan jadi sekeras batu. Jika ditambah pasir, terciptalah perekat tembok yang kokoh. Namun untuk membuat pondasi bangunan, campuran tadi biasanya masih ditambah dengan bongkahan batu atau kerikil, biasa disebut *concrete* atau *beton*.

Beton bisa disebut sebagai mahakarya semen yang tiada duanya di dunia. Nama asingnya, *concrete* - dicomot dari gabungan prefiks bahasa Latin *com*, yang artinya bersama-sama, dan *crescere* (tumbuh). Maksudnya kira-kira, kekuatan yang tumbuh karena adanya campuran zat tertentu. Dewasa ini, nyaris tak ada gedung pencakar langit berdiri tanpa bantuan beton.

Meski bahan bakunya sama, "dosis" semen sebenarnya bisa disesuaikan dengan beragam kebutuhan. Misalnya, jika kadar alumina diperbanyak, kolaborasi dengan bahan bangunan lainnya bisa menghasilkan bahan tahan api. Ini karena sifat alumina

yang tahan terhadap suhu tinggi. Ada juga semen yang cocok buat mengecor karena campurannya bisa mengisi pori-pori bagian yang hendak diperkuat.

Pengertian Semen

Semen (*cement*) adalah hasil industri dari paduan bahan baku : batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung / tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/*bulk*, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Batu kapur/gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa : Silika Oksida (SiO₂), Aluminium Oksida (Al₂O₃), Besi Oksida (Fe₂O₃) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk *clinkernya*, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai. Hasil akhir dari proses produksi dikemas dalam kantong/zak dengan berat rata-rata 40 kg atau 50 kg.

Jenis-jenis semen adalah :

Adapun jenis-jenis semen adalah sebagai berikut :

- **semen abu** atau semen *portland* adalah bubuk/*bulk* berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur/gamping berkadar kalsium tinggi yang diolah dalam tanur yang bersuhu dan bertekanan tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester. Semen ini berdasarkan prosentase kandungan penyusunannya terdiri dari 5 (lima) tipe, yaitu tipe I sd. V.
- **semen putih** (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), seperti sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) *limestone* murni.
- **oil well cement** atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.
- **mixed & fly ash cement** adalah campuran semen abu dengan *Pozzolan* buatan (*fly ash*). *Pozzolan* buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari

pembakaran batubara yang mengandung *amorphous* silika, aluminium oksida, besi oksida dan oksida lainnya dalam berbagai variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras. Semakin baik mutu semen maka semakin lama mengeras atau membatunya jika dicampur dengan air, dengan angka-angka hidrolitas yang dapat dihitung dengan rumus :

$$(\% \text{SiO}_2 + \% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3) : (\% \text{CaO} + \% \text{MgO})$$

Angka hidrolitas ini berkisar antara $<1/1,5$ (lemah) hingga $>1/2$ (keras sekali). Namun demikian dalam industri semen angka hidrolitas ini harus dijaga secara teliti untuk mendapatkan mutu yang baik dan tetap, yaitu antara $1/1,9$ dan $1/2,15$

2.7 Sekam kayu

Kebutuhan manusia akan kayu sebagai bahan bangunan baik untuk keperluan konstruksi, dekorasi, maupun *furniture* terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Kebutuhan kayu untuk industri perkayuan di Indonesia diperkirakan sebesar 70 juta m³ per tahun dengan kenaikan rata-rata sebesar 14,2 % per tahun sedangkan produksi kayu bulat diperkirakan hanya sebesar 25 juta m³ per tahun, dengan demikian terjadi defisit sebesar 45 juta m³ (Priyono, 2001). Hal ini menunjukkan bahwa sebenarnya daya dukung hutan sudah tidak dapat memenuhi kebutuhan kayu. Keadaan ini diperparah oleh adanya konversi hutan alam menjadi lahan pertanian, perladangan berpindah, kebakaran hutan, praktek pemanenan yang tidak efisien dan pengembangan infrastruktur yang diikuti oleh perambahan hutan. Kondisi ini menuntut penggunaan kayu secara efisien dan bijaksana, antara lain melalui konsep *the whole tree utilization*, di samping meningkatkan penggunaan bahan berlignoselulosa non kayu, dan pengembangan produk-produk inovatif sebagai bahan bangunan pengganti kayu.

Patut disayangkan, sampai saat ini kegiatan pemanenan dan pengolahan kayu di Indonesia masih menghasilkan limbah dalam jumlah besar. Purwanto dkk, (1994) menyatakan komposisi limbah pada kegiatan pemanenan dan industri pengolahan kayu adalah sebagai berikut :

1. Pada pemanenan kayu, limbah umumnya berbentuk kayu bulat, mencapai 66,16%.

2. Pada industri penggergajian limbah kayu meliputi serbuk gergaji 10,6% Sebetan 25,9% dan potongan 14,3%, dengan total limbah sebesar 50,8% dari jumlah bahan baku yang digubakan.
3. Limbah pada industri kayu lapis meliputi limbah potongan 5,6%, serbuk gergaji 0,7%, sampah vinir basah 24,8%, sampah vinir kering 12,6% sisa kupasan 11,0% dan potongan tepi kayu lapis 6,3%. Total limbah kayu lapis ini sebesar 61,0% dari jumlah bahan baku yang digunakan.

Data Departemen Kehutanan dan Perkebunan tahun 1999/2000 menunjukkan bahwa produksi kayu lapis Indonesia mencapai 4,61 juta m³ sedangkan kayu gergajian mencapai 2,06 juta m³. Dengan asumsi limbah yang dihasilkan mencapai 61% maka diperkirakan limbah kayu yang dihasilkan mencapai lebih dari 5 juta m³ (BPS, 2000). Limbah kayu berupa potongan log maupun sebetan telah dimanfaatkan sebagai inti papan blok dan bahan baku papan partikel. Adapun limbah berupa serbuk kergaji pemanfaatannya masih belum optimal. Untuk industri besar dan terpadu, limbah serbuk kayu gergajian sudah dimanfaatkan menjadi bentuk briket arang dan arang aktif yang dijual secara komersial. Namun untuk industri penggergajian kayu skala industri kecil yang jumlahnya mencapai ribuan unit dan tersebar di pedesaan, limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal. Sebagai contoh adalah pada industri penggergajian di Jambi yang berjumlah 150 buah yang kesemuanya terletak ditepi sungai Batanghari, limbah kayu gergajian yang dihasilkan dibuang ke tepi sungai tersebut sehingga terjadi proses pendangkalan dan pengecilan ruas sungai (Pari, 2002). Pada industri pengolahan kayu sebagian limbah serbuk kayu biasanya digunakan sebagai bahan bakar tungku, atau dibakar begitu saja tanpa penggunaan yang berarti, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan (Febrianto, 1999). Dalam rangka efisiensi penggunaan kayu perlu diupayakan pemanfaatan serbuk kayu menjadi produk yang lebih bermanfaat.

Pengertian sekam

Kayu sisa potongan dalam berbagai bentuk dan ukuran yang terpaksa harus dikorbankan dalam proses produksinya karena tidak dapat menghasilkan produk (output) yang bernilai tinggi dari segi ekonomi dengan tingkat teknologi pengolahan tertentu yang digunakan (DEPTAN, 1970).

Sunarso dan Simarmata (2000) dalam Iriawan (2001) menjelaskan bahwa limbah kayu adalah sisa-sisa kayu atau bagian kayu yang dianggap tidak bernilai ekonomi lagi dalam proses tertentu, pada waktu tertentu dan tempat tertentu yang mungkin masih dimanfaatkan pada proses dan waktu yang berbeda.

Jenis-jenis Limbah Kayu

Berdasarkan asalnya limbah kayu dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Limbah kayu yang berasal dari daerah pembukaan lahan untuk pertanian dan perkebunan antara lain berupa kayu yang tidak terbakar, akar, tunggak, dahan dan ranting.
2. Limbah kayu yang berasal dari daerah penebangan pada areal HPH dan IPK antara lain potongan kayu dengan berbagai bentuk dan ukuran, tunggak, kulit, ranting pohon yang berdiameter kecil dan tajuk dari pohon yang ditebang.
3. Limbah hasil dari proses industri kayu lapis dan penggergajian berupa serbuk kayu, potongan pinggir, serbuk pengamplasan, *log end* (hati kayu) dan *veneer* (lembaran triplek).

Pemanfaatan Limbah Kayu

Limbah kayu khususnya dari industri kayu lapis telah dimanfaatkan sebagai papan blok, papan partikel (*particle board*) maupun sebagai bahan bakar pemanas ketel uap dan arang kayu. Sementara limbah dari industri kayu lapis di daerah kami pemanfaatannya belum optimal. Beberapa yang sudah bisa dikembangkan untuk pemanfaatan limbah industri kayu lapis antara lain :

1. Untuk bahan kerajinan berupa anyaman dinding dan plafon, serta pemanfaatan potongan serpihan yang dapat dimanfaatkan sebagai box ikan asin dan box telur serta box-box untuk tempat botol kecap atau saos.
2. Bahan kayu yang dilaminasi untuk pembuatan bantalan palet, *furniture* serta pembuatan sangkar burung.
3. Kontruksi berlapis majemuk. Tentang perhitungan dan pelaksanaan sesuai syarat-syarat PKKI 1961 pasal 12 sub 4 dan pasal 18 yang disebut dengan konstruksi berlapis majemuk ialah konstruksi kayu yang seratnya sejajar satu sama lain, sehingga merupakan balok berukuran besar, tebal papan-papan tipis 25-50 mm.
4. Konstruksi berlapis dengan perekat. Yang dimaksud dengan istilah perekat dan penggunaan perekat kayu untuk pembuatan konstruksi berlapis majemuk

dengan perekat (menurut Heinz Frick) ialah konstruksi kayu yang menggunakan papan-papan tipis yang direkatkan dengan seratnya sejajar dengan perekat, sehingga merupakan balok yang berukuran besar.

Jenis-Jenis Lem

A. Lem Aica Aibon

Lem ini adalah lem perekat serbaguna yang dapat digunakan untuk melekatkan melamin, logam, beton, papan fiber, kulit, kayu, dan karpet. Di dalam lem ini terkandung karet sintetis dan pelarut organik. Untuk pemakaiannya, pertama-tama kita perlu menghapus kotoran, gemuk, dan minyak pada kedua sisi yang akan dilem. Ratakan lem pada permukaan tersebut. Biarkan lem mengering dalam 10 hingga 20 menit. Setelah itu, baru rekatkan kedua permukaan.

B. Lem Putih PVAc

Lem ini dapat digunakan untuk merekatkan kayu, kertas, koraltex, bahan, dan bahkan dapat digunakan sebagai *plamur* tembok. Umumnya, ketika kita mendengar istilah "lem kayu", yang dimaksud adalah lem PVA atau lem PVAc (*polyvinyl acetate*). Lem ini sering disebut dengan "lem putih" atau "lem kuning" yang dapat dibersihkan dengan menggunakan air. Namun, tersedia pula beberapa merek perekat PVA yang tahan air. Perlu diingat, ketika merekatkan kayu dengan lem ini, jangan lupa untuk membiarkan permukaan lem mengering selama sekitar 10 menit sebelum merekatkan sisi-sisi permukaannya.

C. Lem *Ethyl Cyanocrylate*

Lem dari bahan *Ethyl Cyanocrylate* sering juga disebut dengan "Lem Korea". Lem ini bisa digunakan untuk melekatkan plastik, kayu, karet, logam, kulit, dan keramik.

D. Lem Dextone Epoxy Adhesives

Lem jenis ini sering juga disebut dengan Lem Dextone. Lem ini memiliki dua komponen, resin dan *hardener* (pengeras). Namun, sebelum diaplikasikannya pada kayu, kita harus mencampur kedua jenis lem ini. Lem ini mampu bertahan pada temperatur tinggi. Selain cocok untuk merekatkan besi, lem ini juga cocok untuk baja, tembaga, plastik, kayu, keramik, dan bahan lainnya.

E. Lem *Sealant Silicone Rubber*

Sealant memiliki daya rekat luar biasa terhadap kaca, kayu, karet, kanvas, beberapa jenis plastik, dan keramik. Umumnya, lem silikon ini digunakan untuk konstruksi akuarium.

F. Lem *Polyurethane*

Lem *Polyurethane* dapat digunakan dalam berbagai proyek, baik *indoor* maupun *outdoor*. Sebelum menggunakan lem ini, basahi permukaan kayu dengan lap basah. Setelah kita sudah mengaplikasikan lem tersebut, segeralah menempelkan kedua sisi permukaan kayu dan biarkan 24 jam hingga lem mengering.

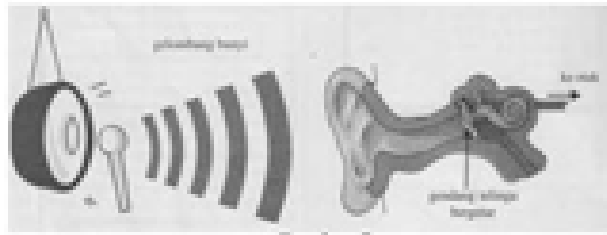
2.8 Bunyi

Bunyi adalah salah satu bentuk energi. Bunyi merupakan getaran di dalam medium elastis pada frekuensi dan intensitas yang dapat didengar oleh telinga manusia dan merupakan suatu gelombang mekanik yang merambat dalam suatu medium, tanpa medium bunyi tidak dapat kita dengar. Bunyi merupakan *gelombang longitudinal* dengan membentuk rapatan-rapatan atau renggangan pada zat yang dilaluinya. Bunyi termasuk gelombang mekanik, karena dalam perambatannya bunyi memerlukan medium perantara, yaitu udara. Ada tiga syarat agar terjadi bunyi. Syarat yang dimaksud yaitu ada sumber bunyi, medium, dan pendengar. Bunyi dihasilkan oleh benda yang bergetar, getaran itu merambat melalui medium menuju pendengar.

Sama seperti gelombang lainnya, sumber gelombang bunyi merupakan benda yang bergetar. Energi dipindahkan dari sumber dalam bentuk gelombang bunyi. Selanjutnya, bunyi dideteksi oleh telinga. Oleh otak, bunyi diterjemahkan, dan kita bisa memberikan respon. Misalnya, ketika kita mendengarkan suara lagu dari radio, kita meresponnya dengan ikut bernyanyi, atau sekadar menggoyangkan kaki.

Syarat terdengarnya bunyi yaitu :

- Ada sumber bunyi yang bergetar
- Ada zat perantara (medium) yang merambatkan gelombang-gelombang bunyi, dari sumber bunyi ke telinga
- Getaran mempunyai frekuensi tertentu (20 Hz – 20.000 Hz)
- Indra pendengar dalam keadaan baik



Gambar 2.10. Proses terdengarnya bunyi oleh telinga

Bunyi dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan keteraturan frekuensi getarannya, ada dua jenis yaitu :
 - Nada, yaitu bunyi yang frekuensi getarannya teratur. Contoh : bunyi garputala, piano, gitar, dan alat musik lainnya.
 - Desah, yaitu bunyi yang frekuensinya tidak teratur. Contoh : bunyi ombak, bunyi angin bertiup, dan lain-lain.
2. Berdasarkan besar kecilnya frekuensi atau batas pendengaran manusia, ada tiga jenis yaitu :
 - Bunyi audio (audosonik)
 - Bunyi infra (infrasonik)
 - Bunyi ultra (ultrasonik)

Bunyi Merupakan Gelombang Longitudinal

Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal, yaitu gelombang yang terdiri atas partikel-partikel yang berosilasi searah dengan gerak gelombang tersebut, membentuk daerah bertekanan tinggi dan rendah (rapatan dan renggangan). Partikel yang saling berdesakan akan menghasilkan gelombang bertekanan tinggi, sedangkan molekul yang meregang akan menghasilkan gelombang bertekanan rendah. Kedua jenis gelombang ini menyebar dari sumber bunyi dan bergerak secara bergantian pada medium. Gelombang bunyi dapat bergerak melalui zat padat, zat cair, dan gas, tetapi tidak bisa melalui vakum, karena di tempat vakum tidak ada partikel zat yang akan

mentransmisikan getaran. Kemampuan gelombang bunyi untuk menempuh jarak tertentu dalam satu waktu disebut kecepatan bunyi. Kecepatan bunyi di udara bervariasi, tergantung temperatur udara dan kerapatannya. Apabila temperatur udara meningkat, maka kecepatan bunyi akan bertambah. Semakin tinggi kerapatan udara, maka bunyi semakin cepat merambat. Kecepatan bunyi dalam zat cair lebih besar

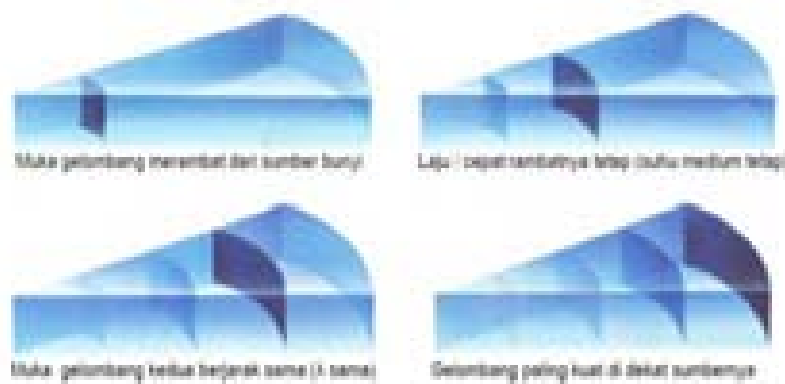
daripada cepat rambat bunyi di udara. Sementara itu, kecepatan bunyi pada zat padat lebih besar daripada cepat rambat bunyi dalam zat cair dan udara.

Sumber Bunyi

Sumber bunyi adalah sesuatu yang bergetar. Kemudian getaran ini merambat dalam bentuk gelombang bunyi. Frekuensi getaran yang dapat didegar oleh telinga orang normal mempunyai batasbatas antara 16 Hz sampai 20.000 Hz, diluar batas-batas frekuensi dibawah 16 Hz dinamakan *infrasonic* sedangkan diatas 20.000 Hz dinamakan *ultrasonic*. Untuk daerah batas-batas pendengaran orang normal disebut bunyi *audio*. Bunyi dapat didengar telinga jika memiliki frekuensi 20 Hz s.d 20.000 Hz. Batas pendengaran manusia adalah pada frekuensi tersebut bahkan pada saat dewasa terjadi pengurangan interval tersebut karena faktor kebisingan atau sakit. Berdasarkan batasan pendengaran manusia itu gelombang dapat dibagi menjadi tiga yaitu *audiosonik* (20-20.000 Hz), *infrasonik* (di bawah 20 Hz) dan *ultrasonik* (di atas 20.000 Hz). Binatang-binatang banyak yang dapat mendengar di luar audio sonik. Contohnya : jangkerik dapat mendengar infrasonik (di bawah 20 Hz), anjing dapat mendengar ultrasonik (hingga 25.000 Hz).

Cepat rambat bunyi

Bunyi merupakan getaran yang dapat ditransmisikan oleh air, atau material lain sebagai medium (perantara). Bunyi merupakan gelombang longitudinal dan ditandai dengan frekuensi, intensitas (*loudness*), dan kualitas. Kecepatan bunyi bergantung pada transmisi oleh mediumnya. Bunyi berjalan pada kecepatan yang berbeda tergantung



Gambar 2.11. Bentuk cepat rambat gelombang bunyi

pada apa yang bepergian melalui. Dari tiga medium (gas, cair, dan padatan) gelombang bunyi paling lambat perjalanan melalui gas, lebih cepat melalui cairan, dan tercepat melalui benda padat. Suhu juga mempengaruhi kecepatan.

Cepat rambat bunyi pada zat padat

Pada zaman dahulu, orang mendekatkan telinganya ke atas rel untuk mengetahui kapan kereta datang. Hal tersebut membuktikan bahwa bunyi dapat merambat pada zat padat. Besarnya cepat rambat bunyi pada zat padat tergantung pada sifat elastisitas dan massa jenis zat padat tersebut dalam zat padat.

Cepat rambat bunyi tercepat melalui benda padat ini karena molekul pada medium padat adalah lebih dekat bersama-sama dibandingkan pada cairan atau gas, sehingga gelombang bunyi untuk melakukan perjalanan lebih cepat melewatinya. Bahkan, gelombang bunyi perjalanan lebih dari 17 kali lebih cepat melalui baja selain melalui udara. Kecepatan bunyi tepat di baja adalah 5.960 meter per detik (13.332 mph)! Tapi, ini hanya untuk mayoritas padat. Kecepatan bunyi di semua padatan tidak lebih cepat daripada di semua cairan.

Cepat rambat gelombang bunyi pada zat cair

Pada saat Anda menyelam dalam air, bawalah dua buah batu, kemudian pukulkan kedua batu tersebut satu sama lain. Meskipun Anda berada dalam air, Anda masih bisa mendengar suara batu tersebut. Hal tersebut membuktikan bahwa bunyi dapat merambat pada zat cair.

Bunyi lebih cepat dalam cairan daripada gas karena molekul-molekul lebih padat. Di air tawar, gelombang bunyi bergerak pada 1.482 meter per detik (sekitar 3.315 mph). Itu lebih dari 4 kali lebih cepat daripada di udara! Beberapa hewan laut tinggal mengandalkan gelombang bunyi untuk berkomunikasi dengan hewan lain dan menemukan makanan dan rintangan. Alasan bahwa mereka dapat secara efektif menggunakan metode komunikasi jarak jauh adalah suara yang perjalanan jauh lebih cepat dalam air.

Cepat rambat gelombang bunyi pada gas

Kita bisa mendengar suara radio, televisi, bahkan orang yang berteriak-teriak di kejauhan. Besarnya cepat rambat bunyi pada zat gas tergantung pada sifat-sifat kinetik

gas. Dalam kasus gas terjadi perubahan volum, dan yang berkaitan dengan modulus elastik bahan adalah modulus bulk.

Kecepatan bunyi tergantung pada sifat medium itu lewat. Ketika kita melihat sifat gas, kita melihat bahwa hanya ketika molekul-molekul saling bertabrakan dapat dengan Kondensasi dan rarefactions dari gerakan gelombang bunyi sekitar. Jadi, masuk akal bahwa kecepatan bunyi memiliki urutan yang sama besarnya dengan kecepatan rata-rata antara tumbukan molekul. Dalam gas, sangat penting untuk mengetahui suhu. Hal ini karena pada suhu rendah, molekul lebih sering berbenturan, memberikan gelombang bunyi lebih banyak kesempatan untuk bergerak cepat. Pada titik beku (0° Celcius), perjalanan bunyi melalui udara pada 331 meter per detik (sekitar 740 mph). Tapi, pada 20° C, suhu kamar, perjalanan suara di 343 meter per detik (767 mph).

Pemantulan Bunyi

Bunyi merupakan gelombang. Gelombang bunyi pada saat mengenai dinding keras, akan dipantulkan. Hukum pemantulan bunyi menyebutkan bahwa bunyi datang, garis normal, dan bunyi pantul terletak pada satu satu bidang datar, sudut datang sama dengan sudut pantul.

Macam – macam bunyi pantul :

1. Gema

Gema adalah bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli sehingga bunyinya jelas

2. Gaung/kerdam

Gaung adalah bunyi pantul yang terdengar hanya sebagian bersamaan dengan bunyi asli, sehingga bunyi menjadi tidak jelas. Gaung biasa terjadi di ruangan yang cukup luas, seperti aula, dan ruang-ruang pertemuan. Untuk menghilangkan gaung, dinding pemantul dilapisi dengan peredam bunyi yaitu dinding yang lemah, seperti : busa, wol, katon, gabus, dan lainnya.

Bunyi pantul yang datangnya bersamaan dengan bunyi asli dapat memperkuat bunyi asli. Contoh suara guru dalam kelas lebih keras dibanding dengan di luar kelas.

Gangguan Bunyi

Secara umum pemberantasan gangguan bunyi dapat dilakukan melalui dua cara yaitu :

- Aktif : langsung pada sumber bunyi

- Pasif : mengurangi loncatan gangguan bunyi dari sumber pada ruangan/benda yang ingin dilindungi

Gangguan bunyi diantisipasi dengan isolasi bunyi, yang berarti pengurangan atau pemisahan gangguan bunyi dari faktor/ruang/benda/manusia lain. Penanggulangan bunyi dapat dilakukan pada 3 lokasi :

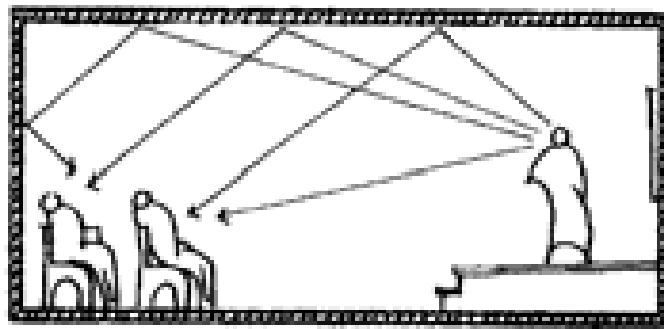
1. Pada sumber bunyi itu sendiri
2. pada jalan-jalan yang dilalui bunyi
3. pada benda atau ruang yang harus dilindungi

Kegiatan isolasi bunyi menyangkut :

- Pencegahan atau pembatasan resonansi
- Peningkatan penyerapan bunyi yang timbul
- Penghalangan jalan-jalan bunyi dengan cara berkonstruksi yang tepat
- Pemilihan atau pengaturan daerah sekeliling dengan benar
- Perencanaan denah bangunan dengan baik

Penjalaran bunyi dapat terjadi melalui media penghantar berikut :

1. Hawa udara
2. Benda-benda padat yang terkena pukulan



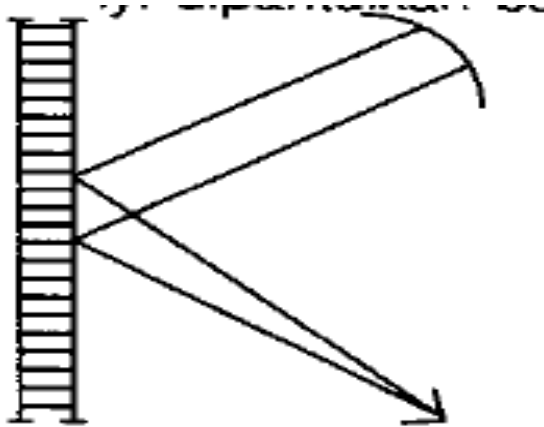
Gambar 2.12. Penjalaran Bunyi

Faktor pengurangan atau reduksi energi bunyi tergantung pada 2 hal berikut :

1. Berapa kali bunyi menyentuh permukaan. Hal ini berkaitan dengan bagaimana ukuran, bentuk dan volume ruang
2. Berapa % energi bunyi dipantulkan atau diserap permukaan dinding atau benda. Hal ini berkaitan dengan jenis dan sifat permukaan dinding atau benda.

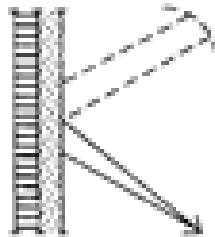
Beberapa kondisi yang mempengaruhi kemampuan pemantulan atau penyerapan bunyi pada permukaan, antara lain sebagai berikut :

1. Bunyi dipantulkan banyak oleh permukaan keras – licin



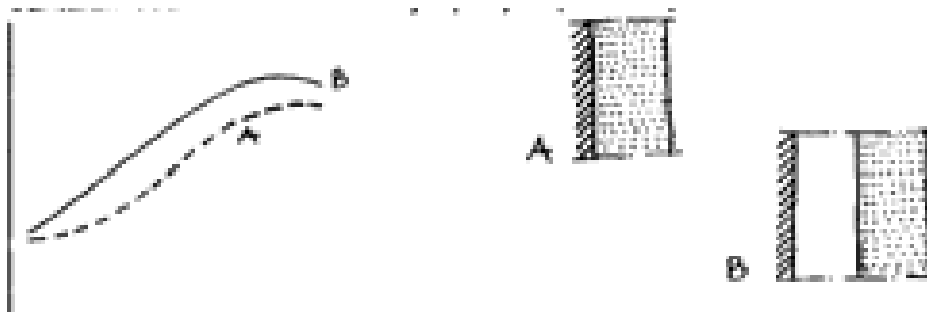
Gambar 2.13. Bunyi dipantulkan oleh permukaan keras – licin

2. Gelombang bunyi diserap permukaan lunak atau berserabut, berpori besar



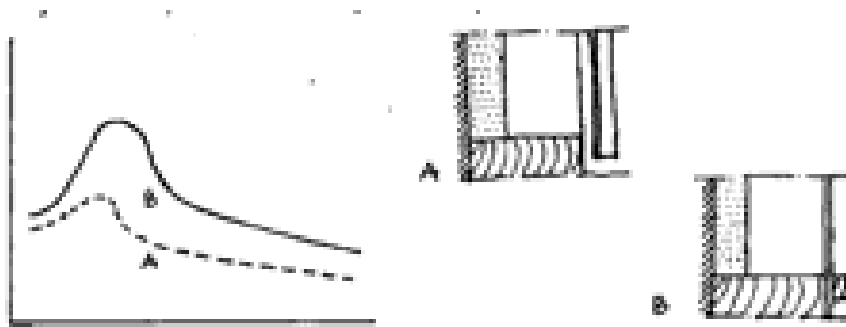
Gambar 2.14 Gelombang bunyi

3. Kurva A penyerapan kurang dibanding kurva B dikarenakan bantalan udara menambahkan daya penyerapan bunyi



Gambar 2.15 Perbandingan penyerapan suara material A dan B

Membran A lebih keras atau kaku dari B, energi mekanis getaran banyak diserap bahan lunak selaput B (seperti pada gambar 2.15)



Gambar 2.15. Perbandingan membran A dan B

Prinsip pengurangan getaran bunyi sama dengan pengurangan gangguan bunyi pada umumnya, yaitu :

1. Pengurangan gangguan bunyi pada sumber bunyi

Pemilihan pemakaian mesin disesuaikan dengan persyaratan ketenangan dalam bangunan. Misal pemilihan mesin-mesin pelayanan pada rumah sakit modern dengan mempergunakan mesin dengan frekuensi getaran sangat rendah (sampai perputaran 600 per-menit, berarti 10 Hz), sehingga getaran tidak terdengar

2. Pengurangan gangguan bunyi pada proses penjalaran bunyi

Pengurangan amplitudo dari suatu frekuensi tertentu yang datang atau keluar sesuai perencanaan. Penyesuaian rendah akan terjadi bila resonator dikehendaki ikut bergetar bersama sumber getaran dengan frekuensi diri-sendiri yang jauh lebih rendah dibanding frekuensi sumber. Dan sebaliknya pada penyesuaian tinggi.

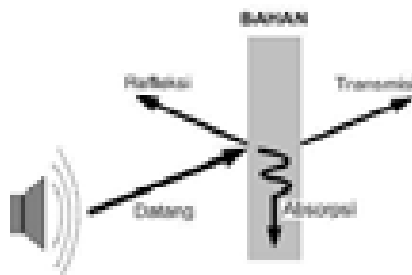
3. Pengurangan gangguan bunyi pada penerima bunyi

Pengurangan getaran bunyi frekuensi rendah masih juga dapat mengganggu, maka peningkatan kualitas resonator perlu ditingkatkan. Fungsi utama resonator disini adalah menghilangkan gelombang-gelombang yang tidak diinginkan menjalar, dengan berfungsi sebagai penyaring frekuensi melalui massa beratnya. Semakin besar massa berat resonator maka semakin kecil getaran yang ditimbulkan dan walaupun ada getaran maka hanyalah getaran diri-sendiri yang sangat rendah. Dan bila berat massa resonator tidak cukup besar, maka getaran bisa dihilangkan dengan memberikan bantalan pir-pir baja atau pendukung/alas dari bahan elastis. Pir-pir baja lembek dimaksudkan untuk penyaringan frekuensi-frekuensi rendah yang masih lolos dari saringan resonator. Sebaliknya pir-pir baja keras digunakan untuk penyaringan frekuensi-frekuensi tinggi

2.9 Akustik

Kekayaan karakteristik dari papan serat kelapa ini perlu di kembangkan seperti karakteristik akustik nya, untuk mengetahui seberapa besar pengurangan suara yang dapat di serap oleh komposit berbahan dasar serat sabut kelapa dengan matriks semen, gipsum dan sekam kayu.

Fenomena akustik yang terjadi akibat adanya berkas suara yang bertemu atau menumbuk bidang permukaan bahan [1], maka suara tersebut akan dipantulkan (*reflected*), diserap (*absorb*), dan diteruskan (*transmitted*) atau dengan ditransmisikan oleh bahan tersebut .



Gambar 2.16. Skematik absorpsi

Koefisien Absorpsi

Penyerapan suara (*sound absorption*) merupakan perubahan energi dari energi suara menjadi energi panas atau kalor. Bagian dari energi akustik yang masuk ke dalam bahan diserap oleh massanya. Massa mengubah energi akustik menjadi energi kalor atau lebih tepat disebut *absorb sound*. Kemampuan dari bahan untuk menyerap suara biasa diukur dengan *coefficient of sound absorption*. Faktor-faktor yang mempengaruhi *sound absorption* adalah kerapatan bahan, *modulus of elasticity*, kadar air, temperatur, intensitas dan frekuensi dari suara, dan kondisi pada permukaan bahan . Bahan dengan kerapatan dan *modulus of elasticity* yang rendah, dan kadar air dan temperatur yang tinggi lebih banyak menyerap suara. Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga α (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi), semakin besar α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai α berkisar dari 0 sampai 1. Jika α bernilai 0, artinya tidak ada bunyi yang diserap sedangkan jika α bernilai 1, artinya 100% bunyi yang datang diserap

oleh bahan . Besarnya energi suara yang dipantulkan, diserap, atau diteruskan bergantung pada jenis dan sifat dari bahan atau material tersebut. Pada umumnya bahan yang berpori (*porous material*) akan menyerap energi suara yang lebih besar dibandingkan dengan jenis bahan lainnya. Adanya pori-pori menyebabkan gelombang suara dapat masuk ke dalam material tersebut. Energi suara yang diserap oleh bahan akan dikonversikan menjadi bentuk energi lainnya, pada umumnya diubah ke energi kalor.

Perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dengan energi suara yang datang pada permukaan bahan tersebut didefinisikan sebagai koefisien penyerap suara atau koefisien absorpsi (α) .

$$\alpha = \frac{\text{Absorbed Sound Energy}}{\text{Incident Sound Energy}}$$

Bila permukaan bahan tersebut tidak seragam, maka koefisien absorpsi lokal (α) pada suatu tempat dipermukaan bahan tersebut dengan luas permukaan (S_i) akan memiliki nilai tertentu pada setiap tempat dipermukaan bahan tersebut. Maka koefisien absorpsi rata-rata dari bahan tersebut didefinisikan sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{1}{S} \sum \alpha_i S_i$$

Berdasarkan arah datangnya gelombang suara, koefisien absorpsi suara ini dibedakan menjadi dua macam, yaitu koefisien absorpsi suara normal (α_n) dan koefisien absorpsi suara sabine/acak (α). Koefisien absorpsi suara normal untuk gelombang suara yang datang tegak lurus terhadap permukaan bahan, sedangkan koefisien absorpsi suara sabine untuk gelombang suara yang datang dari berbagai arah. Diantara kedua jenis tersebut, yang lebih menggambarkan keadaan yang sebenarnya dari kemampuan bahan dalam menyerap suara adalah yang jenis sabine. Hal ini karena secara umum dalam kenyataannya pada kehidupan sehari-hari gelombang suara yang datang pada suatu bahan berasal dari berbagai arah.

Sound Transmission Loss

Ketika gelombang bunyi yang merambat di udara mengenai atau menumbuk permukaan dinding, maka sebagian energi yang ada pada gelombang bunyi tersebut akan diteruskan dan sebagian lagi akan hilang karena energi gelombang bunyi tersebut dapat mengalami refleksi, difraksi, difusi maupun absorpsi. Energi

gelombang bunyi yang diserap oleh penghalang sebagian akan diubah menjadi energi panas maupun bentuk energi lainnya. Bila sebagian energi gelombang bunyi diubah menjadi energi kinetik, maka akan terjadi getaran pada penghalang yang bersangkutan, dan hal ini akan menjadi sumber bunyi baru.

Secara defenisi *Sound transmission loss* adalah kemampuan suatu bahan untuk mereduksi suara. Nilainya biasa disebut dengan *decibel* (dB).

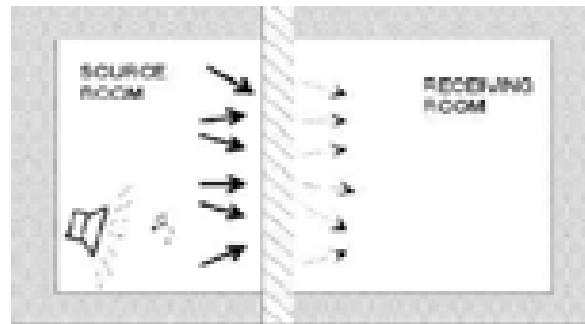
Energi bunyi datang (E_d) = Energi bunyi keluar (E_t) = $R + A + TL$

dimana : R = Energi bunyi dipantulkan (dB)

A = Energi bunyi diserap (dB)

$TL = \text{Transmission Loss}$ (dB)

Selain nilai koefisien absorpsi bunyi, faktor yang dinilai pada karakteristik suatu bahan akustik adalah nilai *Transmission Loss* (TL) material akustik, yaitu kemampuan bahan untuk tidak meneruskan bunyi atau menginsulasi bunyi dari suatu ruang sumber bunyi ke ruang penerima di sebelahnya. *Transmission Loss* (TL) atau rugi transmisi bunyi menyatakan besarnya sebagian energi yang hilang.

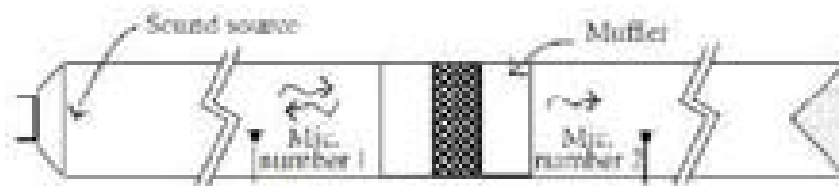


Gambar 2.17 Proses terjadinya *Transmission Loss* pada material akustik

Pada gambar 2.17 terjadi pengurangan intensitas bunyi, pengurangan ini terjadi karena karakter material akustik merubah energi bunyi menjadi bentuk energi lainnya, apakah melalui proses konduksi, konveksi atau transmittansi. Dengan adanya proses perubahan tersebut, maka yang tersaring dan keluar menjadi energi bunyi lagi hanya sebagian saja. Proses inilah yang dimaksud dengan rugi tranmisi bunyi atau *transmission loss* (TL).

Untuk mengetahui berapa besar intensitas bunyi sebelum dan sesudah melalui partisi atau penghalang dapat dilakukan pengukuran dengan alat *Sound Level Meter* (SLM), satuannya dalam decibel (dB). Di dalam bangunan atau ruang mesin, kemungkinan TL dapat terjadi pada semua bahan pada elemen bangunan, misalnya bahan lantai

bertingkat, dinding ruang eksterior maupun interior, bahan bukaan (pintu dan jendela), maupun *plafond*. Untuk menghindari penyimpangan yang sangat menyesatkan dalam pengujian atau pengukuran untuk mengetahui harga rata-rata dari *sound transmission loss* tersebut, maka sebaiknya mengacu pada pengukuran standar yang telah ditetapkan. Pengukuran standar untuk mengetahui *transmission loss* sangat banyak, diantaranya adalah ASTM E-90, ASTM E-1050, ISO DIS 140-1, ISO 354 dan lainnya. Pengukuran dengan ASTM E-1050 adalah metode pengukuran dengan tabung impedansi untuk mendapatkan nilai *transmission loss* sebagaimana seperti gambar 2.18 berikut.



Gambar 2.18 *Sound Transmission Loss Measurement System*

Rugi transmisi ini berhubungan erat dengan reduksi bising (*noise reduction*) yang terjadi antara ruang sumber bunyi dengan ruang penerima bunyi. Reduksi bising merupakan selisih tingkat tekanan bunyi rata-rata dalam ruang sumber bunyi dengan tingkat tekanan bunyi rata-rata dalam ruang penerima. Secara matematis reduksi bising dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$NR = L1 - L2$$

dimana : NR = Reduksi bising (dB)

L1 = Tingkat tekanan bunyi dalam ruang sumber bunyi (dB)

L2 = Tingkat tekanan bunyi dalam ruang penerima (dB)

Sedangkan hubungan antara rugi transmisi (TL) dengan reduksi bising (NR) dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$TL = NR + 10 \log$$

dimana : TL = *Transmission Loss* (dB)

NR = Noise Reduction (dB)

S = Luas permukaan antara ruang sumber bunyi dengan ruang penerima (m²)

A2 = Penyerapan total ruang penerima = S1.α1 + S2.α2 . . . +

Ada suatu pengklasifikasian nilai *transmission loss* ke dalam standar tertentu, yaitu STC (*Sound Transmission Class*). Semakin tinggi nilai STC suatu material maka semakin baik kemampuan konstruksi material tersebut dalam mereduksi kebisingan. *Sound Transmission Class* (STC) adalah bilangan tunggal yang digunakan untuk menilai suatu sistem akustik yaitu dengan menyatakan kemampuan mereduksi bising dari suatu konstruksi struktur material pada nilai frekuensi yang berbeda-beda. Penentuan nilai STC ini telah ditetapkan dalam suatu harga standar yang mengacu pada standar ASTM E-413 “*Classification for Rating Sound Insulation*“. Nilai STC suatu material ditentukan dengan membandingkan grafik TL pengukuran dengan kontur acuan standar STC yaitu dengan menggeser kontur STC secara vertikal relatif terhadap kurva TL hingga didapat posisi kontur STC paling tinggi yang dapat dicapai terhadap kurva TL dengan mengikuti ketentuan berikut:

1. Jumlah penyimpangan dibawah kontur STC tidak melebihi atau sama dengan 32 dB.
2. Penyimpangan maksimum pada tiap frekuensi percobaan tunggal tidak melebihi 8 dB.
3. Nilai STC dibaca pada frekuensi kontur STC 500 Hz.

Semakin tinggi nilai *sound transmission loss* (TL), semakin bagus bahan tersebut dalam mereduksi suara. *Sound transmission class* (STC) adalah kemampuan rata-rata *transmission loss* suatu bahan dalam mereduksi suara dari berbagai frekuensi. Semakin tinggi nilai STC, semakin bagus bahan tersebut dalam mereduksi suara . Untuk memudahkan dalam menentukan besarnya penyekatan suara maka didefinisikan suatu besaran angka tunggal *Sound Transmission Class* yang dilakukan dari pengukuran TL dengan filter 1/3 oktaf pada rentang frekuensi 125 Hz s.d. 4000 Hz. Nilai STC ditetapkan berdasarkan baku mutu ASTM E 413 tentang *Classification for Rating Sound Insulation* yang dikeluarkan oleh *American Society for Testing and Materials* (ASTM)

Deskripsi dari nilai STC adalah sebagai berikut (Alton, Everest 1998):

- 50– 60 Sangat bagus sekali, suara keras terdengar lemah atau tidak sama sekali
- 40 – 50 Sangat bagus, suara terdengar lemah
- 35 – 40 Bagus, suara keras terdengar tetapi harus lebih didengarkan
- 30 – 35 Cukup, suara keras cukup terdengar

- 25 – 30 Jelek, suara normal mudah atau jelas didengar
- 20 – 25 Sangat jelek, suara pelan dapat terdengar

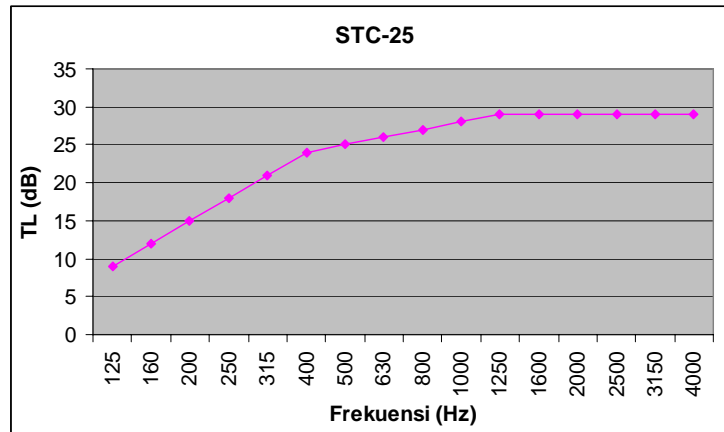
Untuk memudahkan dalam menentukan besarnya penyekatan suara maka didefinisikan suatu besaran angka tunggal *Sound Transmission Class (STC)* yang dilakukan dari pengukuran *TL* dengan filter 1/3 oktaf pada rentang frekuensi 125 ~ 4000 Hz. Nilai *STC* ditetapkan berdasarkan baku mutu yang dikeluarkan oleh *American Society for Testing and Materials (ASTM)*. Untuk menentukan harga *STC* dari suatu bahan, grafik hasil pengukuran *TL* dibandingkan dengan kurva-kurva *STC* standar, kemudian dicari kurva *STC* yang terdekat

Kurva *STC* standar terdiri dari nilai-nilai *TL* referensi untuk setiap frekuensi, yang nilainya tergantung dari nilai *TL* referensi pada frekuensi 500 Hz, menurut pola pada tabel di bawah ini. Penamaan kurva *STC* diambil dari nilai *TL* referensi pada frekuensi 500 Hz. Pola kurva *STC-N* (dengan *N* bilangan bulat positif) dan contoh *STC-25* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.4 Cara menentukan besarnya dB pada tiap frekuensi *STC*

<i>f</i> (Hz)	<i>TL</i> referensi (dB)	
	<i>STC-N</i>	<i>STC-25</i>
125	<i>N</i> – 16	9
160	<i>N</i> – 13	12
200	<i>N</i> – 10	15
250	<i>N</i> – 7	18
315	<i>N</i> – 4	21
400	<i>N</i> – 1	24
500	<i>N</i>	25
630	<i>N</i> + 1	26
800	<i>N</i> + 2	27
1000	<i>N</i> + 3	28
1250	<i>N</i> + 4	29
1600	<i>N</i> + 4	29
2000	<i>N</i> + 4	29
2500	<i>N</i> + 4	29
3150	<i>N</i> + 4	29
4000	<i>N</i> + 4	29

Jika digambarkan, kurva *STC-25* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.19. kurva *STC-25*

Dalam menentukan *STC* dari suatu partisi dari suatu pengukuran rugi transmisi suara diusahakan agar grafik hasil-hasil pengukuran berimpit dengan kontur *STC* standar yang ditetapkan oleh ASTM, dengan syarat:

1. Selisih dari data *TL* pada setiap frekuensi terhadap nilai *STC* di frekuensi tersebut tidak boleh lebih kecil dari -8 dB ($TL_f - STC_f$ harus > -8 dB).
2. Total dari selisih data *TL* terhadap nilai *STC* yang bernilai negatif tidak boleh lebih kecil dari -32 dB.

Suatu bahan diharapkan memiliki nilai *STC* yang setinggi-tingginya, sehingga nilai *STC* dari suatu bahan dapat terus dinaikkan (secara coba-coba) selama masih memenuhi kedua syarat di atas. Sebagai contoh, jika harga *TL* suatu partisi bahan X dibandingkan dengan kurva *STC-25*:

Tabel 2.5 Nilai TL dan STC pada partisi Bahan X

f (Hz)	TL	STC-25	selisih
125	11	9	2
160	14	12	2
200	15	15	-1
250	15	18	-1
315	21	21	0
400	21	24	-1
500	21	25	-1
630	21	26	-1
800	21	27	-1
1000	24	28	-1
1250	26	29	-1
1600	28	29	-1
2000	28	29	-1
2500	28	29	-1
3150	29	29	0
4000	27	29	-1
Jumlah			=11

Dari tabel 2.3 dapat disimpulkan bahwa nilai STC pada partisi bahan X adalah STC-25.

Waktu Dengung

Metode penentuan koefisien absorpsi rata-rata ruangan berdasarkan pengukuran waktu dengung. Waktu dengung (T_{60}) didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan oleh tekanan suara dalam ruangan untuk meluruh 1/1000 dari tekanan suara mula-mula, atau tingkat tekanan suaranya berkurang sebanyak 60 dB, sejak sumber suara dihentikan (berhenti memancarkan suara).

Hubungan antara koefisien absorpsi rata-rata ruangan dan waktu dengung dinyatakan dengan persamaan:

$$T_{60} = 0,161 \frac{V}{S\bar{\alpha}}$$

dengan S adalah luas total permukaan ruangan [m^2], V adalah volume ruangan [m^3], dan T_{60} adalah waktu dengung. Perhatikan bahwa persamaan diatas hanya berlaku untuk $\bar{\alpha} < 0,3$; sedangkan untuk $\bar{\alpha} \geq 0,3$ dapat digunakan persamaan waktu dengung Norris-Eyring:

$$T_{60} = -\frac{0,161V}{S \ln(1-\bar{\alpha})}$$

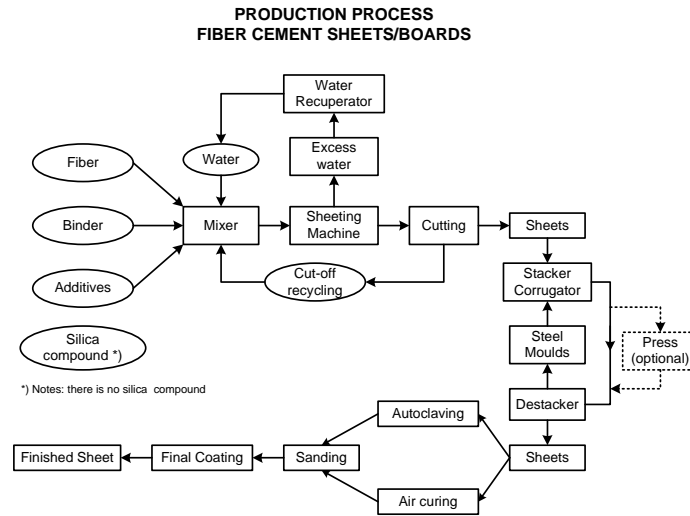
2.10 Papan serat sabut kelapa

Tabel 2.4. Proses produksi *Fibre-Cement Board* (FCB)[8]

Product	Fiber Cement		CS Boards	AAC
Curing	Autoclaved	Air	Autoclaved	Autoclaved
Density	800 - 1800 kg/m ³ (50 - 112.5 lb/ft ³)	1200 - 1800 kg/m ³ (75 - 112.5 lb/ft ³)	200 - 800 kg/m ³ (12.5 - 50 lb/ft ³)	350 - 800 kg/m ³ (22 - 50 lb/ft ³)
Type of CSH formed	Tobermorite, CSH (I) and CSH-II	Amorphous, poorly crystallized form	Xonotile	Tobermorite CSH(I) and CSH(II)
Fibers	Cellulose	Cellulose, synthetic fibers (PVA, PAN)	Cellulose	None
Binders	Cement	Cement	Quicklime	Cement and Quicklime
Siliceous Compounds	Silica sand, amorphous silica, perlite, vermiculite, mica, bentonite, kaolin, slag, PFA	Usually none, sometimes small quantities of siliceous compounds	Silica sand, amorphous silicates, vermiculite, perlite	Silica sand or PFA or a mixture of both, or mine tailings
Application	Flat roofing sheets like slate or shake imitation, sidings, external walls or facades, ceilings, separating walls, fire protection	Corrugated roofing sheet, external walls or facades, ceilings, separating walls	Insulating material for low and high temperature applications, fire protection	Load-bearing or non-load-bearing wall building material, blocks, mega-blocks or reinforced panels, external walls, separating walls, ceilings, roofing

lembaran yang didinginkan udara (*air cured sheets*).

Proses produksi *Fiber-Cement Board* (FCB) ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.17. Urutan proses produksi pembuatan *Fibre-Cement Board* (FCB)[8]

Pemotongan ukuran *sheet* dapat dilakukan dengan sistem pemotongan pisau berputar, pemotong jet air (*water jet cutters*), atau pun pemotongan bertekanan dengan ketelitian yang tinggi. Penekanan spesifik yang disarankan adalah 50-300 kg/cm². Untuk metode pengeringan dengan udara (*air curing*) diperlukan waktu 2 sampai dengan 4 minggu, sedangkan dengan pendinginan uap bertekanan di dalam *autoclaves* berkisar antara 12 jam.

Untuk FCB yang diautoclave memerlukan peralatan tambahan sebagai berikut:

a. Persiapan pasir (*sand preparation*)

Pasir silica digunakan sampai dengan 40-50% dari semen. Pasir ini dihaluskan dengan air di dalam penggiling bola (*ball mill*) untuk mendapatkan pasir yang halus.

b. Autoclaving

Autoclave dan uap dijenuhkan sampai dengan temperatur 190 °C dan tekanan 12 bar yang digunakan untuk mengeringkan pembentukan calcium silicate hidrat dengan struktur kristal yang unik, yang mana memberikan calcium silicate hidrat diautoclave fitur yang sangat menguatkan.

Hasil kualitas FCB yang diperoleh umumnya memiliki range angka kerapatan antara 800-1800 kg/m³, dan kebanyakannya diantara 1300-1600 kg/m³.

Propertis dari FCB yang terbuat dari serat sabut kelapa (*coconut/coir*) adalah seperti pada tabel berikut [9]:

Tabel 2.5 . Properties of Selected Composites Boards made from Coconut/Coir[9]

Material	Ref.	Type of board	Density (kg/m ³)	MOE (MPa)	MOR (MPa)	Compression strength (MPa)	Water absorption (24 h) (%)	Thickness (mm)
Coconut/coir	1	Cement board	—	2,500—2,800	9–11	—	14–16	< 1.2
	2	Plastic-bonded	800	—	73.5	64.3	—	—
Coconut fiber polymer	3	Plastic-bonded	1,150	—	14.2	—	—	—
			1,180	—	23.5	—	—	—

* MOE is modulus of elasticity; MOR, modulus of rupture.

(¹Aggarwal, 1991; ²Ohtsuka and Uchinara, 1973a; ³Ohtsuka and Uchinara, 1973b.)

Semen dan gipsium memiliki kekuatan tekan yang tinggi tetapi sangat getas atau mudah pecah. Dengan menjadikan semen dan gipsium sebagai komposit, yaitu dengan menggabungkannya dengan serat kelapa, dapat menaikkan ketangguhan semen tersebut.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan karakteristik dari papan serat kelapa ini antara lain;

1. Massa jenis, yaitu dengan cara menimbang dan mengukur volumenya



Gambar 2.18 Penimbangan spesimen papan serat [13]

Dari hasil pengujian ini rata-rata massa jenis papan serat ini berkisar antara 1.8 g/cm³ untuk matrik semen dan 1,6 g/cm³ untuk matrik gipsium.

2. Kemampuan menahan beban bending, Spesimen di letakan di atas dies pada mesin uji bending lalu di berikan beban tekan. Pengujian ini untuk melihat pengaruh papan serat apabila di beri beban tekan, apakah papan serat akan pecah atau langsung patah. Dan menghitung besarnya beban persatuan luas yang di butuhkan untuk mematahkan spesimen.



Gambar 2.19 Pengujian tekuk pada spesimen papan serat [13]

3. Penyerapan kandungan air, melihat kemampuan Papan serat dalam penyerapan air. Yaitu dengan merendam papan serat didalam air sekitar 30 menit dan timbang beratnya. Kemudian dikeringkan dengan menggunakan alat pengering (*hair dryer*) lalu di timbang kembali massanya
4. Rasio perbandingan perubahan ketebalan setelah direndam air, melihat besarnya penyusutan atau pengembangan pada tebal papan yang terjadi apabila papan serat di rendam di dalam air selama 24 jam. Dari hasil perendaman ini juga dapat di lihat secara visual pengaruh daya lekat matrik terhadap serat.

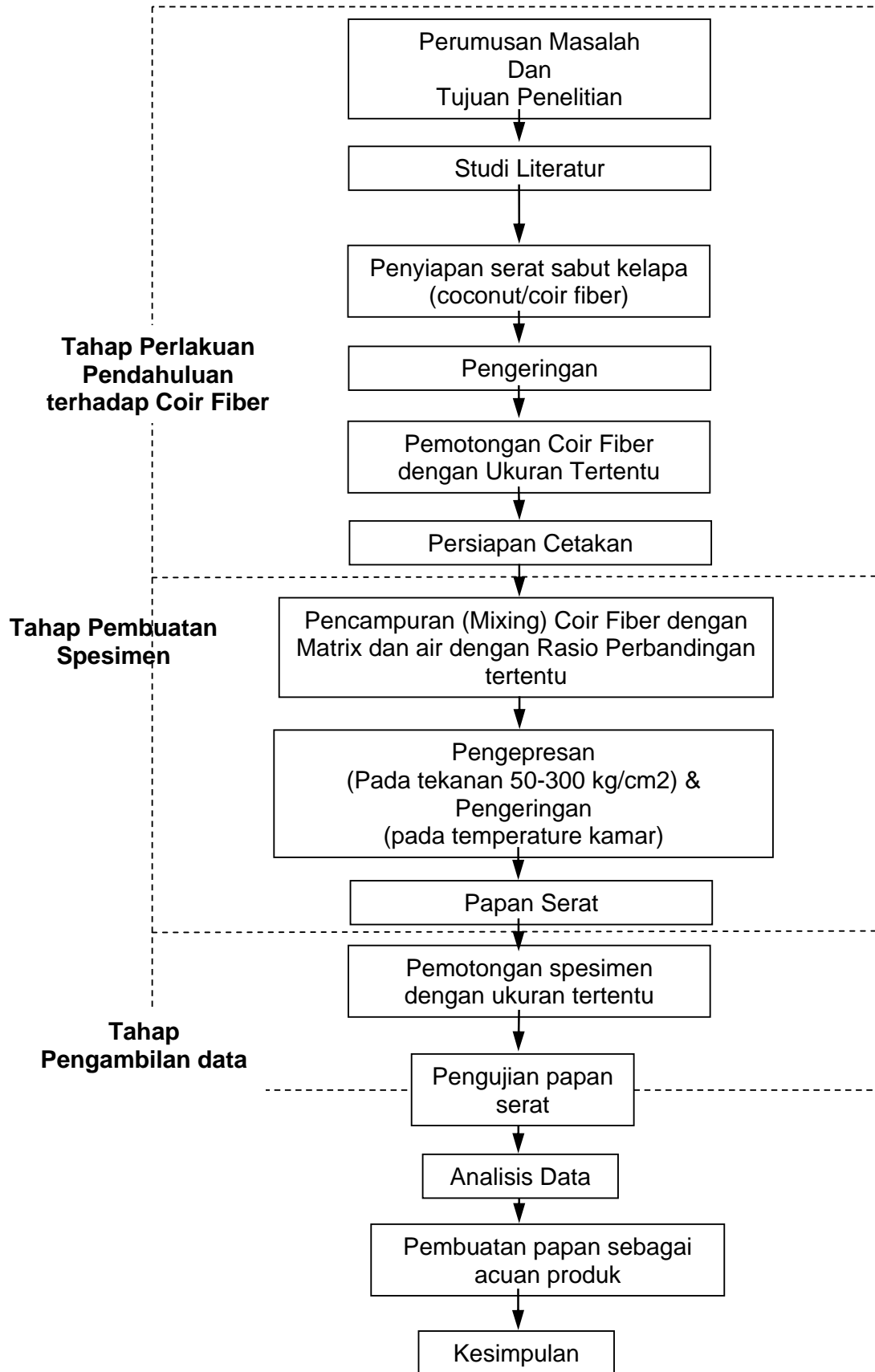
Pada pengujian lengkung kondisi papan hanya retak, tidak pecah atau belah dua, dan setelah beban di lepas maka papan kembali ke kondisi semula dan terlihat garis-garis retak disekitar tekukkan. Hal ini disebabkan oleh ikatan antara serat kelapa dan matrik yang cukup kuat. Jadi terbukti dengan pemberian serat, matrik yang tadinya bersifat getas akan meningkat ketahanan lenturnya. Ketahanan lentur ini sangat tergantung kepada Panjang serat, karena serat yang terlalu pendek tidak dapat mengikat matrik lebih kuat pada saat penekukkan [13].

Selain karakteristik di atas, papan semen serat kelapa ini juga dilakukan pengujian pemotongan, dimana pemotongan papan serat ini sebaiknya di lakukan dengan gerinda, karena permukaan lebih halus dan serat terpotong dengan rapi.



Gambar 2.20 Proses pemotongan papan serat

BAB III
METODE PENELITIAN



Adapun uraian tahapan penelitian yang dilakukan adalah:

3.1 Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

1. Mengetahui parameter yang paling tepat terhadap pengaruh akustik pada papan serat ini, terutama terhadap panjang serat, rasio campuran (serat dan matrik), kepadatan papan dan kondisi permukaan bahan.
2. Mengetahui kemampuan dari papan serat kelapa untuk menyerap suara (*coefficient of sound absorption*) dan mengetahui kemampuannya untuk mereduksi suara (*Sound transmission loss*).
3. Membuat papan serat sesuai dengan hasil penelitian yang merupakan acuan untuk industri masal.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan bagian dari kegiatan mengumpulkan berbagai teori yang mendukung (*theoretical level*) kepada penelitian yang akan dilakukan, dengan tujuan untuk mengidentifikasi konsep, teori dan fakta.

3.3 Pembuatan Cetakan Mesin Pres

Mesin cetakan di buat menggunakan baja baja profil dan plat. Proses pembuatan diawali dengan perancangan menggunakan media solid work. Mesin pres yang dibuat berjumlah dua buah dengan dengan dasar perancangan adalah dimensi hasil akhir dari spesimen. Dimensi cetakan yang di buat adalah:

1. Dimensi akhir hasil spesimen, (panjang x lebar x tebal) (690 mm x 690 mmx 20 mm), ukuran ini disesuaikan untuk pengujian transmission loss.
2. (panjang x lebar x tebal) (200 mm x 200 mmx 10 mm), ukuran ini disesuaikan untuk pengujian tekuk, dan penyerapan air.

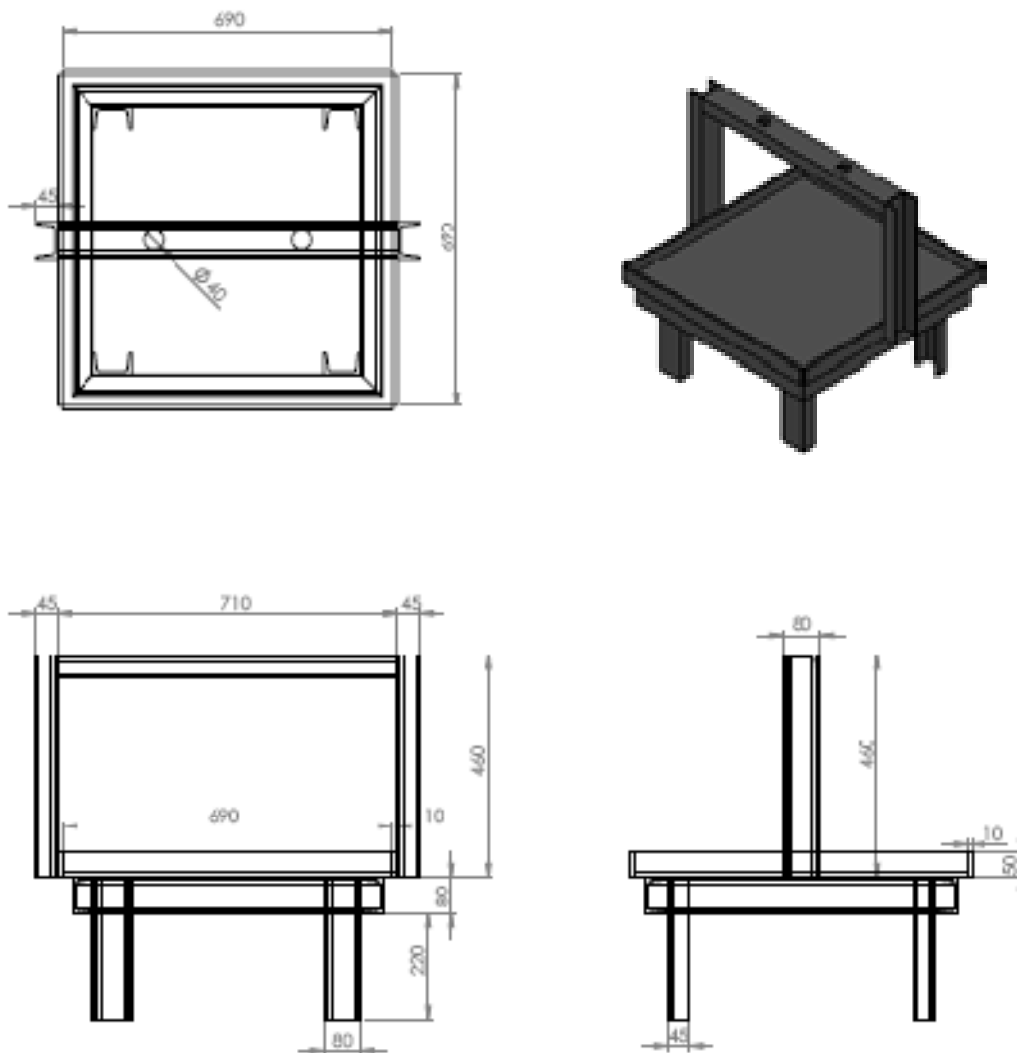
Metoda pres yang di gunakan dengan menggunakan metoda ulir yang di tekan ke permukaan cetakan pres. Dalam perancangan awal di rencanakan menggunakan sistem hidrolik dengan menggunakan dongkrak hidrolik, namun terjadi perubahan. Hal ini di sebabkan karena dimensi spesimen yang cukup akan mengakibatkan distribusi tekanan tidak merata sehingga tidak terjadi pengepresan yang maksimum disetiap permukaan spesimen. Dengan menggunakan metoda ulir, pengepresan dilakukan dengan dua

batang ulir yang di harapkan dapat mendistribusikan tekanan yang merata di setiap permukaan spesimen.

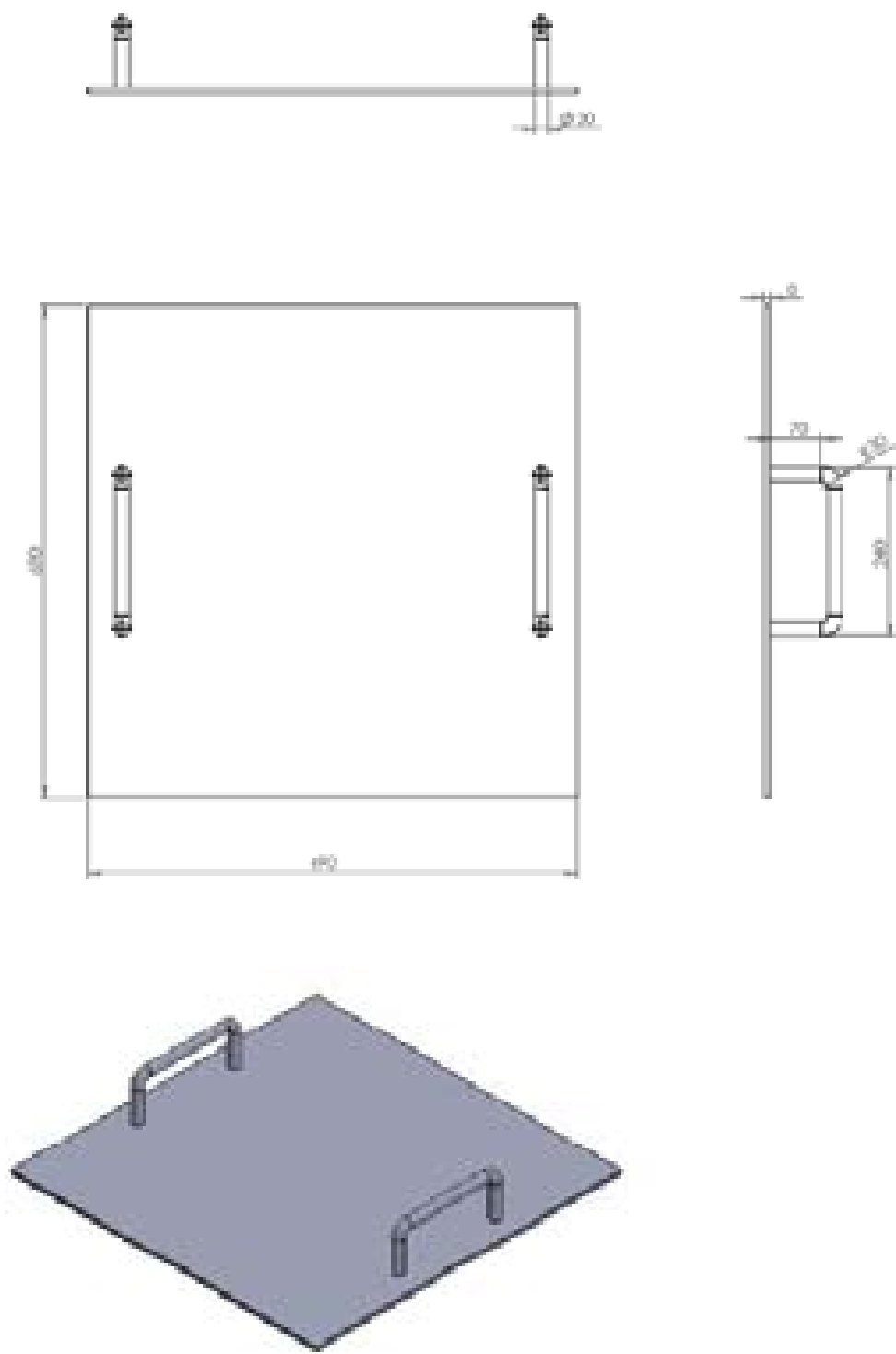
Komponen komponen mesin cetak (gambar 3.8) yang di buat terdiri dari tiga bagian komponen, yaitu

1. Landasan dasar cetakan
2. Tutup atas cetakan
3. Batang Ulir penekan. Batang Ulir penekan ini berjumlah 2 (dua) buah.

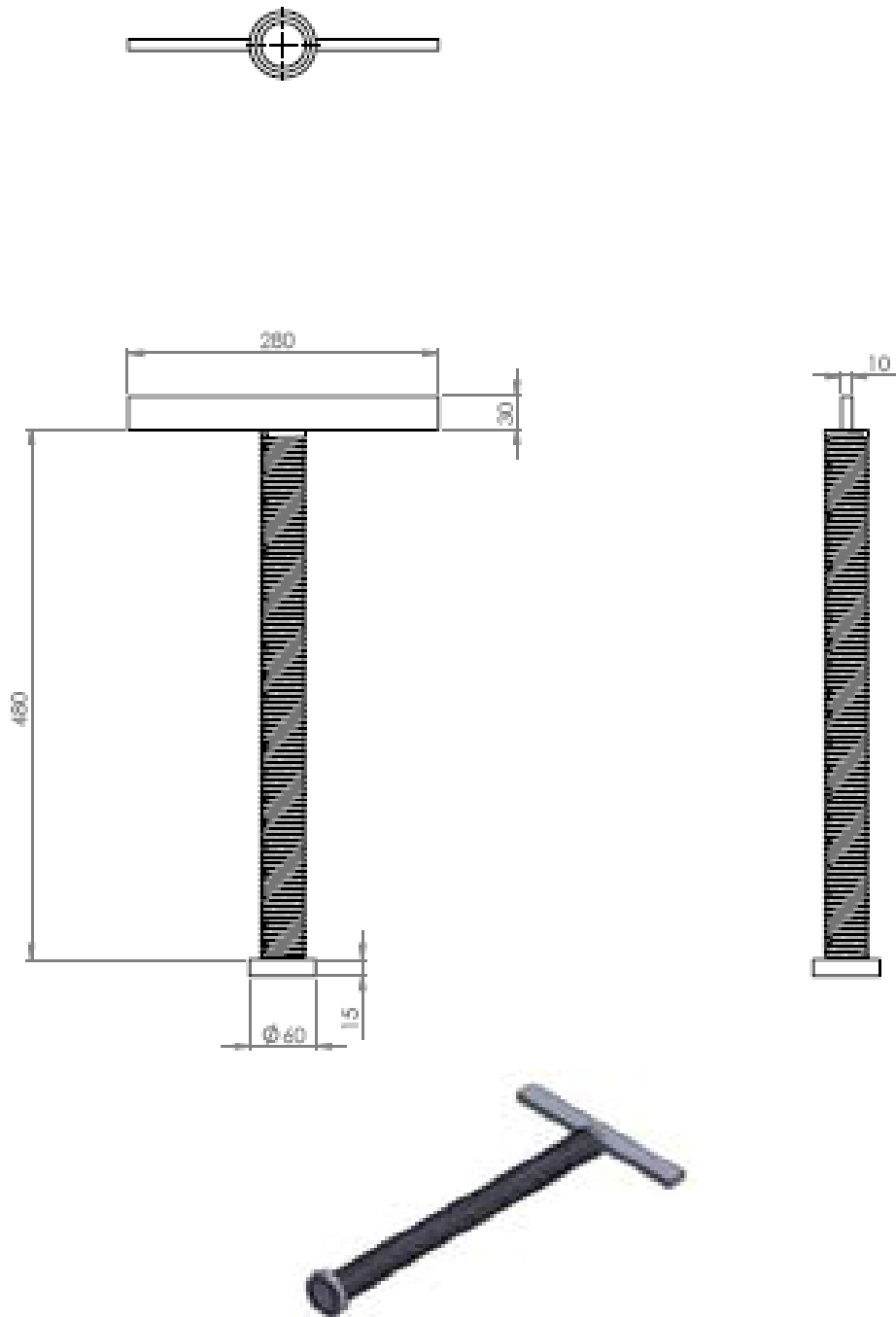
Adapun dimensi dan bentuk komponen tersebut terdapat pada di bawah



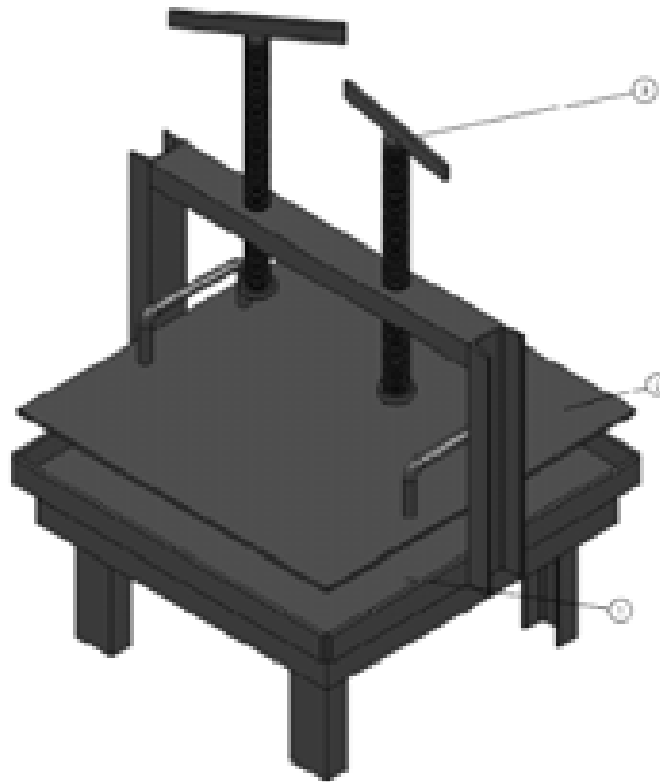
Gambar 3.1. Tampak depan, atas dan samping Landasan dasar cetakan



Gambar 3.2. Tampak depan, atas dan samping tutup atas cetakan



Gambar 3.3. Tampak depan, atas dan samping Batang Ulir Penekan.



Gambar 3.4. Bentuk Akhir perancangan dari Mesin pres yang di buat.

Bahan yang di gunakan adalah baja plat dan profil L dan profil C, yang berbahan ST 70. Proses pembuatan mesin pres ini menggunakan mesin potong, gerinda, mesin las dan bubut.



Gambar 3.5. Proses produksi pembuatan mesin pres



Gambar 3.6. Hasil jadi mesin pres.

Sebelum alat pres ini di pergunakan akan dilakukan terlebih dahulu pengujian untuk mengetahui hasil penekanan, dimana hasil penekanan yang akan di ketahui adalah kerataan ketebalan spesimen setiap sisi dari hasil penekanan.

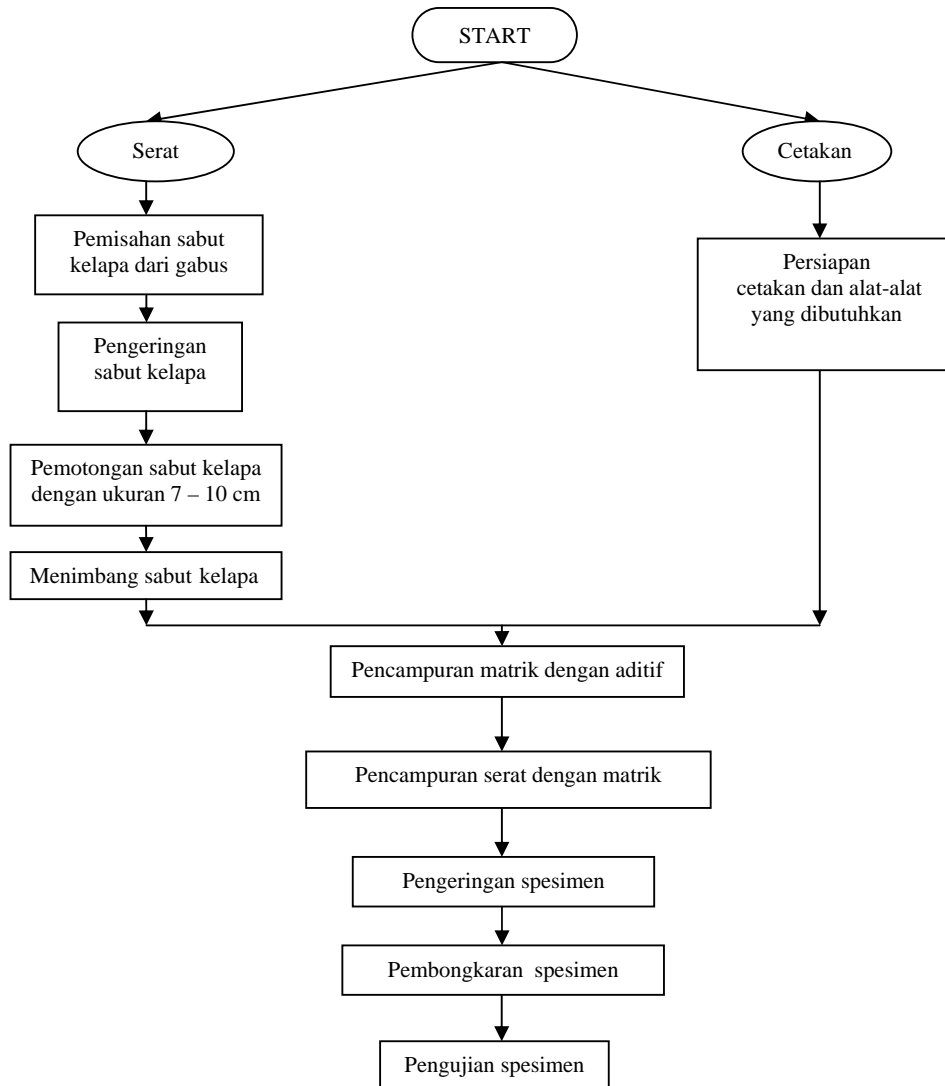


Gambar 3.7. Hasil Pengujian awal.

Dari hasil pengujian awal ini, alat pres yang di gunakan dapat memberikan penekanan yang merata dan ketebalan hasil dari papan serat pada setiap titik sama. Maka dapat di simpulkan bahwa alat pres dengan penekan ulir ganda ini dapat di gunakan untuk pembuatan spesimen uji papan serat sabut kelapa.

3.4 Proses Pembuatan Spesimen

Urutan dalam pembuatan spesimen adalah sebagai berikut :



Gambar 3.8. Alur proses Pembuatan Spesimen

Tahapan Perlakuan Pendahuluan terhadap Serat Kelapa

Pada tahap ini dipersiapkan serat coir yang diberi perlakuan pendahuluan (*pretreatment*), yaitu dari mulai pengupasan serat dari gabus kelapa, pengeringan dan pemotongan berbagai ukuran serat coir.

Sabut Kelapa yang dipilih adalah sabut kelapa tua dengan alasan kandungan air pada sabut kelapa tersebut sudah sangat rendah dan dari hasil pengujian sebelumnya

kekuatan serat kelapa tua lebih tinggi di banding kelapa muda. Hal ini di sebabkan karena kelapa muda, mengandung air yang tinggi dan pada saat pengeringan akan terjadi pelapukan.

Pengupasan sabut kelapa masih menggunakan sistem manual yaitu dengan menggunakan susunan paku yang kemudian kelapa tersebut di sikat ke permukaan paku. Cara manual ini membuat pekerjaan menjadi lambat. Untuk mengatasi ini perlu di kembangkan atau di buat alat untuk mengupas sabut kelapa.



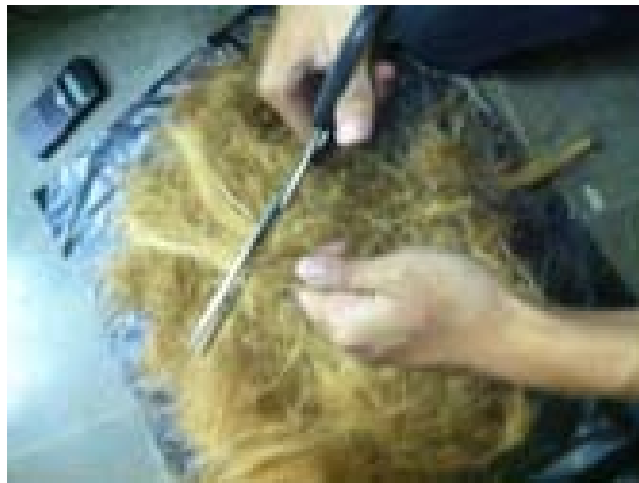
Gambar 3.9. Pengupasan Serat Kelapa

Serat kelapa yang sudah di kupas, kemudian di bersihkan serat tersebut dari sabut sabut yang masih tersisa pada permukaan serat. Setelah semua bersih, serat kelapa tersebut di keringkan dengan memanfaatkan energi panas matahari. Proses pengeringan ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang masih tersisa pada tumpukan serat. Apabila tidak di keringkan, maka pada penumpukkan serat akan terjadi pelapukan dan serat berbau busuk, dan di tumbuhi bakteri.



Gambar 3.10 Sabut Kelapa yang sudah di bersihkan dan di keringkan

Dari hasil penelitian sebelumnya panjang serat yang optimum adalah antara 6 cm hingga 10 cm, dengan alasan apabila serat terlalu pendek, kemampuan serat untuk mengikat matrik terhadap kekuatan lengkung sangat rendah, dan apabila serat terlalu panjang akan menimbulkan porositas atau rongga yang banyak serta kesulitan dalam pencampuran dengan matriknya.



Gambar 3.11. Proses pemotongan serat

Sabut kelapa yang sudah di potong di simpan di tempat kering hingga proses pengepresan di lakukan. Proses persiapan sabut ini seiring dengan proses pembuatan cetakan dan alat pres.

Tahapan Pencampuran antara matrik dengan sabut

Matrik yang di gunakan dalam penelitian ini adalah semen, gipsium dan sekam. Untuk ketiga jenis matrik ini perbandingan campuran di buat bervariasi untuk melihat pengaruh kandungan serat dan matrik terhadap sifat mekanik dan besarnya pengaruh

terhadap karakteristik akustik dari papan serat tersebut. Variasi dari dari perbandingan tersebut adalah :

- A. Semen murni tanpa serat
- B. Gypsum Murni tanpa serat
- C. 1 : 2 = 1 kg sabut dengan 2 kg semen
- D. 1 : 3 = 1 kg sabut dengan 3 kg semen
- E. 1 : 2 = 1 kg sabut dengan 2 kg gipsum
- F. 1 : 3 = 1 kg sabut dengan 3 kg gipsum
- G. 1 : 3 = 1 kg Sabut dengan 3 kg Sekam

Perbandingan ini berdasarkan hasil penelitian karakteristik mekanik yang pernah dilakukan, dimana perbandingan 1 : 2 dan 1: 3 adalah perbandingan yang memiliki karakteristik mekanik yang tinggi, dimana dari hasil uji bending menyatakan bahwa karakteristik patahan yang paling baik terdapat pada perbandingan tersebut.

Sebelum proses pencampuran, sabut dan matrik di timbang untuk mendapatkan perbandingan yang di inginkan. Matrik di campur air :

- a. Dengan perbandingan 1 liter air untuk 1 kg gipsum
- b. Dengan perbandingan 1 liter air untuk 1 kg semen

Kemudian di aduk didalam wadah pencampur. Setelah itu di campurkan serat sabut kelapa dengan perbandingan yang telah di tentukan kedalam matrik yang sudah diaduk rata dengan air dan kemudian di aduk dengan rata lagi dengan serat sabut kelapa.



Gambar 3.12. Proses Pengadukan matrik semen dan gipsum

Sebelum campuran di tuang ke dalam alat pres, landasan pada alat pres dilapisi dengan plastik seperti pada gambar 3.13. Dilapisi plastik agar matrik tidak meleleh keluar cetakan pada saat pengepresan.



Gambar 3.13. Pelapisan landasan cetakan dengan plastik

Setelah di aduk rata, campuran matrik dan serat di tuang ke dalam landasan cetakan (gambar 3.14) dan kemudian di ratakan, lalu plastik bagian atas cetakan di rapikan hingga menutup keseluruhan bagian atas dari campuran matrik dengan serat. Setelah itu cetakan di tutup dan di lakukan pengepresan (gambar 3.15) . Untuk mempercepat pengerasan di lakukan pemanasan dengan smawar hingga temperatur berkisar antara 80°C hingga 100°C.



Gambar 3.14. Penuangan adonan matrik dengan serat kelapa ke cetakan

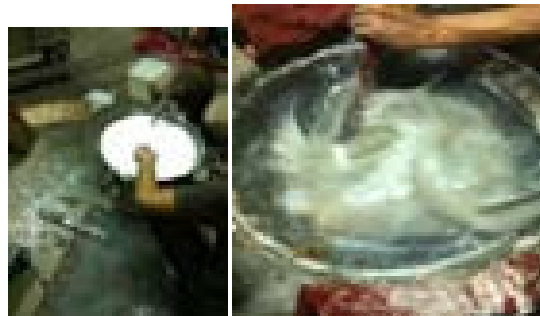
Setelah itu cetakan di tutup dan di lakukan pengepresan (gambar 3.20) . Untuk mempercepat pengerasan di lakukan pemanasan dengan smawar hingga temperatur berkisar antara 80°C hingga 100°C selama dua jam dan kemudian di biarkan didalam

cetakan selama 3 x 24 jam dimana sudah terjadi pembekuan yang sempurna. Setelah itu papan serat sabut kelapa di keluarkan dari cetakan.

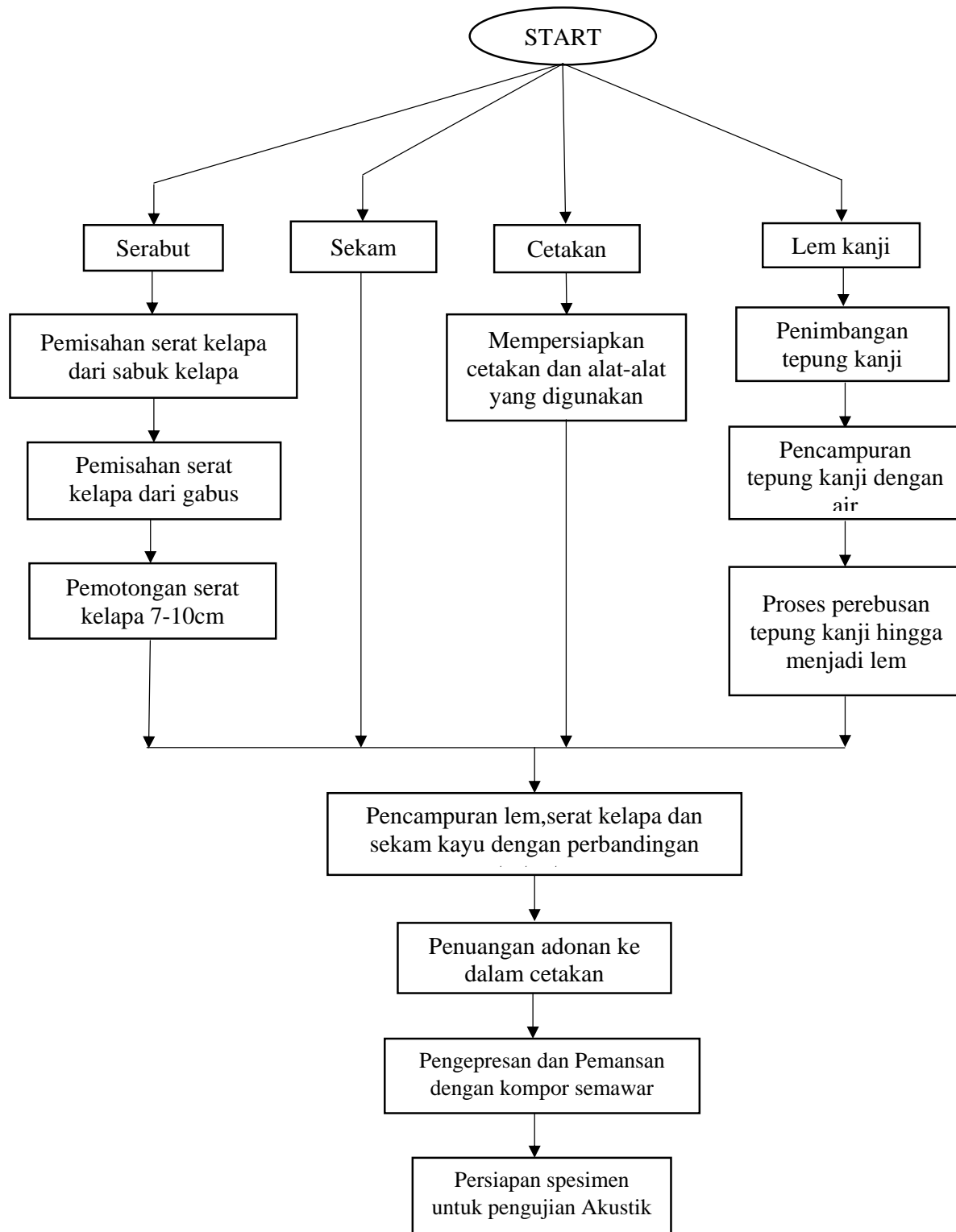


Gambar 3.15. Proses pengepresan pada cetakan adonan matrik dan serat kelapa

Proses yang hampir sama juga di lakukan pada matrik sekam, dimana diawali dengan pengadukan dan pencampuran adonan dengan serat, seperti alur pekerjaan seperti pada gambar 3.16. Tahap awal hampir sama yaitu pengeringan sabut yang telah di potong dengan ukuran 7 cm hingga 10 cm. Seiring dengan itu dilakukan juga persiapan terhadap sekam, dimana sekam yang berasal dari sisa pemotongan kayu tersebut di keringkan dan di bersihkan dari sekam sekam yang sudah busuk. Setelah itu juga dilakukan persiapan untuk membuat lem, yaitu dengan mencampurkan tepung kanji dengan air dan kemudian di panaskan hingga menjadi lem kanji seperti Gambar 3.15. Setelah lem kaji selesai proses pencampuran harus segera dilakukan karena lem akan segera mengering dan proses pencampuran tidak akan sempurna. Proses pencampuran dilakukan dengan perbandingan 3kg lem : 2kg sekam : 1kg serabut kelapa. Proses pengadukan dapat di lihat pada gambar 3.17.



Gambar 3. 15. Proses Pembuatan lem kanji



.Gambar 3.16. Alur proses pembuatan papan dengan matrik sekam kayu serat kelapa



Gambar 3.17. Proses Pengadukkan sekam kayu dengan lem dan serat kelapa

Setelah pengadukan rata, adonan di masukan kedalam alat pres dan kemudian permukaan adonan di ratakan seperti pada gambar 3.18. Setelah permukaan rata dilakukan pengepresan dan dilanjutkan dengan pemanasan dengan smawar pada temperatur yang tidak terlalu tinggi yaitu sekitar 60°C hingga 75°C . Temperatur pemanasan tersebut tidak boleh terlalu tinggi karena akan mengakibatkan sekam yang sudah di campur lem akan gosong dan terjadi retak-retak pada permukaan hasil papan sekam tersebut. Pemanasan ini dilakukan selain untuk mempercepat pengeringan juga menghindari pembusukkan dari lem kanji yang berada pada adonan yang masih mengandung air.



Gambar 3.18. Proses Perataan adonan sekam kedalam alat pres dan proses pengepresan.

Setelah di panaskan selama 2 jam, dimana waktu ini di perkirakan kandungan uap air yang berada pada lem adonan sudah tidak ada, karena kandungan air ini kalau tidak di keringkan dengan segera, maka papan adonan ini akan membusuk. Setelah itu adonan sekam di biarkan mengering dan mengeras dengan sendirinya selama 4×24 jam dan kemudian baru papan komposit tersebut di keluarkan dari cetakan.

Untuk meningkatkan kekuatan terhadap beban lentur pada matrik semen dan gipsam selain serat kelapa ditambahkan serat alumunium hollow bar yang di susun rata dengan jarak 10 cm di sepanjang spesimen (seperti gambar 3.19) dan proses dari pencampuran adonan hingga pengepresan sama dengan proses pembuatan papan komposit di atas.



Gambar 3.19. Susunan Alumunium Hollow bar sebelum di ikat oleh matrik keramik

3.5 Hasil spesimen yang dibuat

A. Papan komposit bermatrik Semen









B. Papan komposit bermatrik Gypsum









C. Papan komposit bermatrik Sekam







Gambar 3.20. produk hasil papan komposit berbagai matrik

BAB IV

PENGUJIAN AKUSTIK

Untuk mengetahui karakteristik akustik dilakukan dua pengujian, yaitu pengujian absorpsi dan pengujian Transmission loss

4.1 Pengujian Absorsi

- a) Sebelum dilakukan pengujian, pertama – tama dilakukan persiapan spesimen yaitu pemotongan spesimen menjadi bentuk lingkaran dengan menggunakan *coredrill*. Spesimen di potong menjadi bentuk lingkaran dengan diameter 10cm dan 5 cm. Pemotongan spesimen ini harus hati hati karena khusus untuk spesimen bermatrik gipsium sering kali pecah berbelah dua, sedangkan untuk spesimen bermatrik semen yang sangat keras, terjadi tingkat panas yang cukup tinggi pada mata potong *coredrill* dan di khawatirkan akan terjadi defleksi pada *coredrill*.



Gambar 4.1 Satu set perangkat *core drill*



Gambar 4.2. Spesimen setelah di *coredrill*

- b) Merakit peralatan – peralatan yaitu
- Amplifier disambungkan ke sumber suara pada tabung impedansi
Amplifier berfungsi sebagai alat penguat sinyal



Gambar 4.3. *Amplifier*

- *Amplifier* disambungkan ke *power supply*
Power supply berfungsi sebagai sumber sekaligus menstabilkan arus listrik.



Gambar 4.4 *Power Supply*

- *Sound multi meter* dihubungkan ke *amplifier*.
Sound multi meter berfungsi sebagai alat untuk membaca data dari pengujian.



Gambar 4.5. *Sound Level Meter*

c) Spesimen yang berbentuk lingkaran dimasukkan ke bagian kepala tabung impedansi.



Gambar 4.6. Tabung impedansi



Gambar 4.7. Spesimen dimasukkan dalam kepala tabung impedansi

d) Kemudian mengatur besarnya frekuensi suara yang akan diberikan kepada spesimen uji dimana dilakukan pengujian dari frekuensi 100 – 4000 Hz.



Gambar 4.8. Pengatur frekuensi suara

- e) Mengukur besarnya tekanan suara maksimum (L_{max}) dan tekanan suara minimum (L_{min}) pada *sound level meter*, dimana L_{max} dan L_{min} merupakan data yang diperlukan dalam menentukan besarnya suara yang diserap oleh spesimen tersebut. Alat pengujian *absorption* secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.9. Alat pengujian *absorption*

4.2 Pengujian Transmission Loss

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian *transmission loss* adalah :

- a. *Laptop* berfungsi sebagai *noise generator* dan juga pengolah data.



Gambar 4.10. Laptop

- b. *Noise Generator* berfungsi sebagai penunjang laptop dalam menghasilkan suara.



Gambar 4.11. *Noise Generator*

c. *Loudspeaker* Berfungsi sebagai alat keluarnya suara untuk menguji.



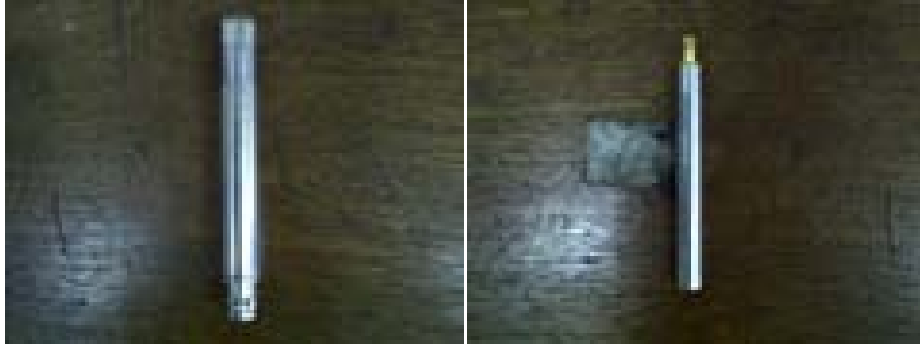
Gambar 4.12. *Loudspeaker*

d. *Soundcard* berfungsi untuk mengubah sinyal dari laptop kemudian diteruskan ke *amplifier* kemudian ke *loudspeaker* untuk menghasilkan suara dan sebaliknya untuk mengubah sinyal yang ditangkap oleh *mic* kemudian dibaca di *laptop*.



Gambar 4.13 . *Soundcard*

e. *Microphone* berfungsi sebagai alat untuk menangkap suara yang dihasilkan oleh *loudspeaker*.



Gambar 4.14. *Microphone*

f. *Tripod* berfungsi sebagai dudukan dari *microphone*.



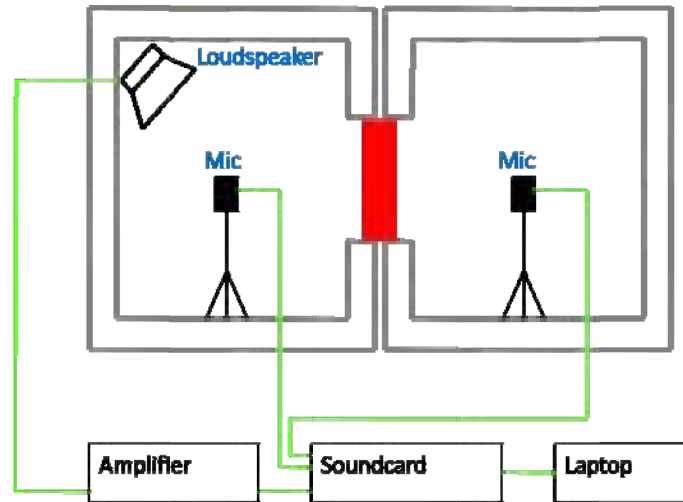
Gambar 4.15 . *Tripod*

g. *Amplifier* berfungsi sebagai bagian dari *noise generator* yang memperkuat sinyal.



Gambar 4.16. *Amplifier*

Langkah langkah Pengujian *Transmission Loss* dapat di lihat pada skema susunan alat pengukuran di bawah ini



Gambar 4.17. Skema Alat Pengukuran *Transmission Loss*

Dari skema tersebut dilakukan kegiatan sebagai berikut :

- a. Kalibrasi *microphone* dengan menggunakan *pistonphone* pada 114dB.
- b. *Loudspeaker* diletakkan di ruang sumber dan dihubungkan ke *noise generator*.
- c. *Noise generator* kemudian dihubungkan ke FFT analyzer atau *amplifier*.
- d. *Microphone* yang terletak pada ruang sumber dan ruang penerima dihubungkan ke *amplifier*.
- e. Kemudian *amplifier* disambung ke *soundcard*.
- f. *Soundcard* dihubungkan ke komputer atau *laptop*.

Dimana urutan pengujiannya adalah sebagai berikut :

- a) Sampel uji dipasang pada tempat yang telah ditentukan.



Gambar 4.18 Tempat Meletakkan Spesimen Uji

- b) Setelah menentukan letak titik-titik ukur, kemudian mengukur tingkat tekanan suara pada setiap titik ukur dalam ruang sumber (L_1) dan ruang penerima (L_2) untuk kondisi sumber yang sama, dalam rentang frekuensi 125 ~ 4000 Hz dengan filter 1/3 oktaf. Dan ini dilakukan pada keempat sudut dari ruang sumber.



Gambar 4.19. Tampilan Pada Layar Monitor Laptop

- c) *Loudspeaker* di masukkan ke dalam ruang penerima kemudian mengukur waktu dengung (T_{60}) pada setiap titik ukur dalam ruang penerima, dalam rentang rentang frekuensi 125 ~ 4000 Hz dengan filter 1/3 oktaf.



Gambar 4.20. *Loudspeaker* Dalam Ruang Penerima

BAB V

DATA HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Hasil Pengujian Absorpsi untuk matrik Semen.

Pengujian dilakukan pada tiga spesimen (1, 2, 3)

Tabel 5.1. Data Spesimen Dengan matrik total tanpa serat

Frekuensi	1		2		3	
	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin
100	59,6	34,6	58,6	34,6	59,2	37,2
125	56,4	45,6	56	43,6	59	44
160	71,2	44,8	71,8	47,4	82,8	60,2
200	65	44,2	64	45,6	66	50
250	85,2	55,2	82,6	50,4	82,2	51,6
315	78	48,6	79,2	47	84,2	54,8
400	84,8	56	87,2	53,8	91,6	63,2
500	80,4	54,8	77,6	47,2	79	52,8
630	78,6	58,8	79,2	52,8	82,6	56,2
800	69	56,6	73,6	48,4	70	58,4
1000	77,4	58	80,2	70,4	81,4	71,6
1250	79,8	57,4	72,8	61,4	82,8	73
1600	63,8	51,4	62,4	54	65,6	53,8
2000	69,6	46	71	58	64,2	48,4
2500	72,6	58,4	73	56,2	73,2	50,6
3150	50,2	33,8	51,2	33	51,2	27
4000	70,4	56	72,6	59,2	74,6	57,2

Tabel 5.2. Data Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 2

Frekuensi	1		2		3	
	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin
100	58,6	34,4	58,4	33,8	58	34,2
125	57,8	42,6	57,8	42,6	57,6	42,6
160	81,2	55,4	82,2	55,8	81	55
200	65,6	46,4	65,8	46,2	65,6	46,2
250	82,2	51,2	82	47,6	82,2	50,6
315	81,6	51,4	81,4	48	81,4	50,4
400	88,8	59	88,6	53,6	88,4	58,6
500	79,8	54	80	47,8	80,4	53,4
630	82	62,6	81,8	52,4	82	59,8
800	79,6	61,6	80,6	49,6	80	59,2
1000	87,2	68,8	84,8	59,4	85,6	66,4
1250	70	58	70,2	53,6	70,2	52,8
1600	48	34,6	47,4	39,8	48	36,2
2000	63,8	44,2	63,4	55	63,8	44,4
2500	72,2	62,6	72,6	51	72,4	56,6
3150	50,8	35,2	51	30,4	51	33,2
4000	70,6	55,8	71,4	50,4	71,6	52,6

Tabel 5.3. Data Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 3

Frekuensi	1		2		3	
	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin
100	58	35.2	58.4	35.8	57.6	34.8
125	57.4	42	57.6	42.4	57.6	42.2
160	81.6	56.6	82.8	58.6	82.6	57.4
200	65	47.6	65.4	48	65.4	47.6
250	81.4	50.2	81.6	49.2	81.6	51.4
315	82	50.6	83	52.6	82.4	52.2
400	90.2	57.4	91	60	90.6	58.2
500	79.4	47.4	79.2	50	79.4	48.6
630	82.4	52	82.2	53.6	82.2	54
800	81.2	47	81.4	49.6	81.2	51.6
1000	85.2	54.2	85	57	83.4	61.8
1250	69.4	58.2	69.6	58.6	68.8	58.2
1600	46.8	37	46.6	40	47.4	38.2
2000	63.2	57	64.8	49	63.6	55
2500	73	56	73	55.6	73	54.8
3150	51	31.6	51	24.6	51	31.6
4000	70.4	51.2	69	53	68.8	54.2

5.2 Pengolahan Data *Absorption* Matrik semen

Dalam pengolahan data ini diambil satu contoh perhitungan yaitu spesimen papan semen total tanpa serat pada frekuensi 100 Hz

A. Menghitung besarnya tekanan suara (L)

$$L = L_{\text{maks}} - L_{\text{min}}$$

$$L_1 = 59,6 - 36,8 = 22,8$$

$$L_2 = 60,2 - 33 = 27,2$$

$$L_3 = 60 - 32 = 28$$

B. Menghitung *Standing Wave Ratio* (n)

$$n = 10^{\left(\frac{L}{20}\right)}$$

$$n_1 = 10^{\left(\frac{22,8}{20}\right)} = 13,8$$

$$n_2 = 10^{\left(\frac{27,2}{20}\right)} = 22,9$$

$$n_3 = 10^{\left(\frac{28}{20}\right)} = 25,1$$

Tabel 5.4. Hasil Perhitungan standing wave rasio Spesimen papan Semen tanpa serat

Frek	L			n		
	1	2	3	1	2	3
100	22.8	27.2	28	13.80384	22.90868	25.11886
125	11.8	11	10.3	3.890451	3.548134	3.273407
160	21.6	25.8	26.8	12.02264	19.49845	21.87762
200	17.6	20.6	20.6	7.585776	10.71519	10.71519
250	31.8	33.8	35.4	38.90451	48.97788	58.88437
315	35.2	34.8	35.8	57.54399	54.95409	61.6595
400	34.4	37	38.4	52.48075	70.79458	83.17638
500	32.6	34.4	34.6	42.65795	52.48075	53.70318
630	28.6	30.4	32	26.91535	33.11311	39.81072
800	25.8	24	26.6	19.49845	15.84893	21.37962
1000	15.8	17.6	20.4	6.16595	7.585776	10.47129
1250	10.2	17.4	26	3.235937	7.413102	19.95262
1600	8.4	7.6	8.2	2.630268	2.398833	2.570396
2000	8.6	10.6	9.8	2.691535	3.388442	3.090295
2500	18.6	19	14	8.51138	8.912509	5.011872
3150	23.6	28.4	14.6	15.13561	26.30268	5.370318
4000	23.4	16.4	8.8	14.79108	6.606934	2.754229

Tabel 5.5. Hasil Perhitungan standing wave rasio Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 2

Frek	L			n		
	1	2	3	1	2	3
100	23	24.4	24.2	14.12538	16.59587	16.2181
125	15.2	15.2	15.4	5.754399	5.754399	5.888437
160	25.4	25.8	26.2	18.62087	19.49845	20.41738
200	18.6	18.8	10.6	8.51138	8.709636	3.388442
250	32.8	32.8	33	43.65158	43.65158	44.66836
315	32.8	32	31.6	43.65158	39.81072	38.01894
400	35.6	35	33.8	60.25596	56.23413	48.97788
500	34	33	30.6	50.11872	44.66836	33.88442
630	32.2	29	29.8	40.73803	28.18383	30.90295
800	30.4	32.6	33.6	33.11311	42.65795	47.86301
1000	28.4	26.4	29.8	26.30268	20.89296	30.90295
1250	13.6	12.2	12	4.786301	4.073803	3.981072
1600	6.8	8.4	6.4	2.187762	2.630268	2.089296
2000	10.6	8.6	15.4	3.388442	2.691535	5.888437
2500	12.2	16.2	11.8	4.073803	6.456542	3.890451
3150	12.8	20.6	22	4.365158	10.71519	12.58925
4000	13.4	15.8	17	4.677351	6.16595	7.079458

Tabel 5.6. Hasil Perhitungan standing wave rasio Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 3

Frekuensi	L			n		
	1	2	3	1	2	3
100	22.8	22.6	22.8	13.80384	13.48963	13.80384
125	15.4	15.2	15.4	5.888437	5.754399	5.888437
160	25	24.2	25.2	17.78279	16.2181	18.19701
200	17.4	17.4	17.8	7.413102	7.413102	7.762471
250	31.2	32.4	30.2	36.30781	41.68694	32.35937
315	31.4	30.4	30.2	37.15352	33.11311	32.35937
400	32.8	31	32.4	43.65158	35.48134	41.68694
500	32	29.2	30.8	39.81072	28.84032	34.67369
630	30.4	28.6	28.2	33.11311	26.91535	25.70396
800	34.2	31.8	29.6	51.28614	38.90451	30.19952
1000	31	28	21.6	35.48134	25.11886	12.02264
1250	11.2	11	10.6	3.630781	3.548134	3.388442
1600	9.8	6.6	9.2	3.090295	2.137962	2.884032
2000	6.2	15.8	8.6	2.041738	6.16595	2.691535
2500	17	17.4	18.2	7.079458	7.413102	8.128305
3150	19.4	26.4	19.4	9.332543	20.89296	9.332543
4000	19.2	16	14.6	9.120108	6.309573	5.370318

C. Menghitung absorpsi (α)

$$\alpha = \frac{4}{n + \frac{1}{n} + 2}$$

$$\alpha_1 = \frac{4}{13,8 + \frac{1}{13,8} + 2} = 0,25$$

$$\alpha_2 = \frac{4}{22,9 + \frac{1}{22,9} + 2} = 0,16$$

$$\alpha_3 = \frac{4}{25,11 + \frac{1}{25,11} + 2} = 0,14$$

D. Menghitung nilai rata-rata koefisien absorpsi

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}{n}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{0,25 + 0,16 + 0,14}{3} = 0,18$$

Tabel 5.7. Nilai rata rata koefisien absorpsi Papan semen total tanpa serat

Frek	α			$\bar{\alpha}$
	1	2	3	
100	0.25	0.16	0.15	0.19
125	0.65	0.69	0.72	0.68
160	0.28	0.19	0.17	0.21
200	0.41	0.31	0.31	0.35
250	0.10	0.08	0.07	0.08
315	0.07	0.07	0.06	0.07
400	0.07	0.05	0.05	0.06
500	0.09	0.07	0.07	0.08
630	0.14	0.11	0.10	0.12
800	0.19	0.22	0.17	0.19
1000	0.48	0.41	0.32	0.40
1250	0.72	0.42	0.18	0.44
1600	0.80	0.83	0.81	0.81
2000	0.79	0.70	0.74	0.74
2500	0.38	0.36	0.55	0.43
3150	0.23	0.14	0.53	0.30
4000	0.24	0.46	0.78	0.49

Tabel 5.8. Nilai rata rata koefisien absorpsi Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 2

Frek	α			$\bar{\alpha}$
	1	2	3	
100	0.25	0.21	0.22	0.23
125	0.50	0.50	0.50	0.50
160	0.19	0.19	0.18	0.19
200	0.38	0.37	0.70	0.48
250	0.09	0.09	0.09	0.09
315	0.09	0.10	0.10	0.09
400	0.06	0.07	0.08	0.07
500	0.08	0.09	0.11	0.09
630	0.09	0.13	0.12	0.12
800	0.11	0.09	0.08	0.09
1000	0.14	0.17	0.12	0.15
1250	0.57	0.63	0.64	0.62
1600	0.86	0.80	0.88	0.85

2000	0.70	0.79	0.50	0.66
2500	0.63	0.46	0.65	0.58
3150	0.61	0.31	0.27	0.40
4000	0.58	0.48	0.43	0.50

Tabel 5.9. Nilai rata rata koefisien absorpsi Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 3

Frek	α			$\bar{\alpha}$
	1	2	3	
100	0.25	0.26	0.25	0.25
125	0.50	0.50	0.50	0.50
160	0.20	0.22	0.20	0.21
200	0.42	0.42	0.40	0.41
250	0.10	0.09	0.12	0.10
315	0.10	0.11	0.12	0.11
400	0.09	0.11	0.09	0.10
500	0.10	0.13	0.11	0.11
630	0.11	0.14	0.14	0.13
800	0.08	0.10	0.12	0.10
1000	0.11	0.15	0.28	0.18
1250	0.68	0.69	0.70	0.69
1600	0.74	0.87	0.76	0.79
2000	0.88	0.48	0.79	0.72
2500	0.43	0.42	0.39	0.41
3150	0.35	0.17	0.35	0.29
4000	0.36	0.47	0.53	0.45

Jadi apabila di bandingkan nilai absorpsi rata-rata pada ketiga jenis spesimen adalah sebagai berikut :

Jika di misalkan :

A = Spesimen papan Semen tanpa serat

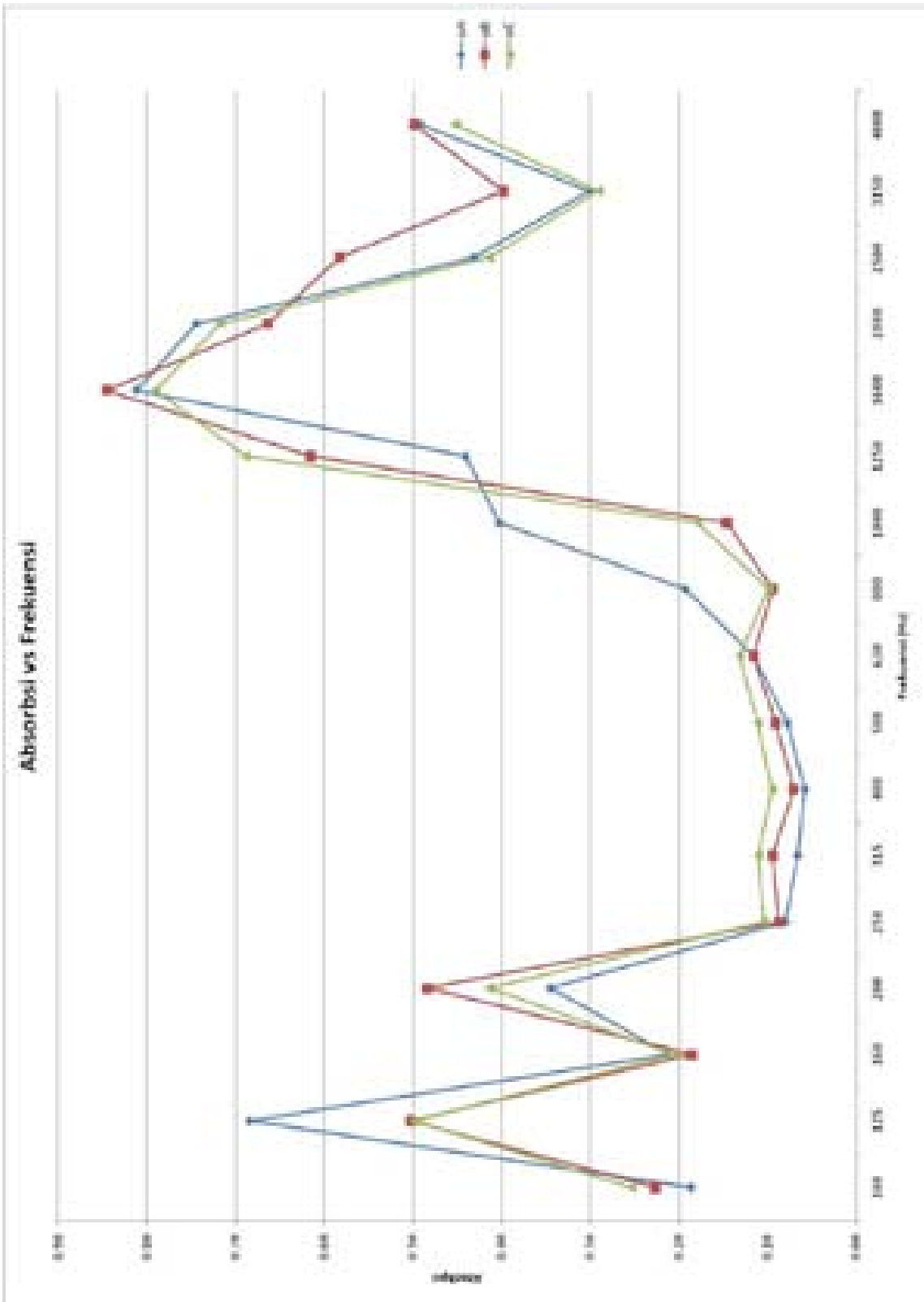
B = Spesimen papan komposit bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 2

C = Spesimen papan komposit bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 3

Maka pada tabel perbandingan di bawah dapat di lihat pada tabel 5.10.

Tabel 5.10. Nilai rata rata koefisien absorpsi ketiga jenis spesimen

Frekuensi (Hz)	Nilai Absorpsi rata-rata		
	A	B	C
100	0.19	0.23	0.25
125	0.68	0.50	0.50
160	0.21	0.19	0.21
200	0.35	0.48	0.41
250	0.08	0.09	0.10
315	0.07	0.09	0.11
400	0.06	0.07	0.10
500	0.08	0.09	0.11
630	0.12	0.12	0.13
800	0.19	0.09	0.10
1000	0.40	0.15	0.18
1250	0.44	0.62	0.69
1600	0.81	0.85	0.79
2000	0.74	0.66	0.72
2500	0.43	0.58	0.41
3150	0.30	0.40	0.29
4000	0.49	0.50	0.45



Gambar 5.1. Grafik Koefisien absorpsi rata rata matrik semen terhadap frekuensi tiap jenis papan

5.3 Data Hasil Pengujian Absorpsi untuk matrik Gypsum.

Pengujian dilakukan pada tiga spesimen (1, 2, 3)

Tabel 5.11. Data hasil pengujian absorpsi Spesimen gypsum total tanpa serat

Frekuensi (Hz)	1		2		3	
	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin
100	59,6	34,6	58,6	34,6	59,2	37,2
125	56,4	45,6	56	43,6	59	41
160	71,2	44,8	71,8	47,4	82,8	60,2
200	65	44,2	64	45,6	66	50
250	85,2	55,2	82,6	50,4	82,2	51,6
315	78	48,6	79,2	47	84,2	54,8
400	84,8	56	87,2	53,8	91,6	63,2
500	80,4	54,8	77,6	47,2	79	52,8
630	88,6	56	79,2	52,8	82,6	56,2
800	70	46	73,6	48,4	70	48
1000	71	45	80,2	60,4	81,4	60
1250	79,8	57,4	72,8	61,4	82,8	73
1600	63,8	51,4	62,4	54	65,6	53,8
2000	69,6	46	71	58	64,2	48,4
2500	72,6	58,4	73	56,2	73,2	50,6
3150	50,2	33,8	51,2	33	51,2	27
4000	70,4	52	72,6	54	74,6	53

Tabel 5.12. Data hasil pengujian absorpsi Spesimen bermatrik gypsum dengan perbandingan 1 : 2

Frekuensi (Hz)	1		2		3	
	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin
100	58,6	34,4	58,4	33,8	58	34,2
125	57,8	42,6	57,8	42,6	57,6	42,6
160	81,2	55,4	82,2	55,8	81	55
200	65,6	46,4	65,8	46,2	65,6	46,2
250	82,2	51,2	82	47,6	82,2	50,6
315	81,6	51,4	81,4	48	81,4	50,4
400	88,8	59	88,6	53,6	88,4	58,6
500	79,8	54	80	47,8	80,4	53,4
630	82	62,6	81,8	52,4	82	59,8
800	79,6	61,6	80,6	49,6	80	59,2
1000	87,2	68,8	84,8	59,4	85,6	66,4
1250	70	58	70,2	53,6	70,2	52,8
1600	48	34,6	47,4	39,8	48	36,2
2000	63,8	44,2	63,4	55	63,8	44,4
2500	72,2	62,6	72,6	51	72,4	56,6
3150	50,8	35,2	51	30,4	51	33,2
4000	70,6	55,8	71,4	50,4	71,6	52,6

Tabel 5.13. Data hasil pengujian absorpsi Spesimen bermatrik gipsum dengan perbandingan 1 : 3

Frekuensi	1		2		3	
	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin	Lmax	Lmin
100	58	34,2	58,4	33,8	57,8	34,8
125	57,8	42,6	57,8	42,4	57,8	42,4
160	81	54,6	81,2	55,2	79,8	54,2
200	65,6	45,4	65,6	45,8	65,6	46,2
250	82,2	52	82	51	82,4	52,2
315	81,4	51,8	81,4	53	81,2	51,2
400	88,2	61	88,4	61	88,2	58
500	80,2	56,4	80	54,6	80	54,2
630	81,4	63	81,6	60,4	81,8	59,2
800	79	57,4	79,8	57,4	79,6	56,6
1000	86,4	63,2	85,4	68,6	85	68,2
1250	70	52	69,8	55,2	69,8	56,2
1600	47,2	33	47,2	32	47,2	31
2000	61	45,8	62	45,6	60	48
2500	73	61,2	72,8	55	73	58
3150	51,8	40,4	51,2	30,4	51,2	38
4000	74	58,4	74,4	57	74,6	54,4

Pengolahan Data *Absorption* papan bermatrik gipsum

Dalam pengolahan data ini diambil satu contoh perhitungan yaitu spesimen papan semen total tanpa serat pada frekuensi 100 Hz

1. Menghitung besarnya tekanan suara (L)

$$L = L_{\text{maks}} - L_{\text{min}}$$

$$L_1 = 59,6 - 34,6 = 25 \text{ db}$$

$$L_2 = 58,6 - 34,6 = 24 \text{ db}$$

$$L_3 = 59,2 - 37,2 = 22 \text{ db}$$

2. Menghitung *Standing Wave Ratio* (n)

$$n = \log_{10}^{-1} \frac{L}{20}$$

$$n_1 = \log_{10}^{-1} \frac{25}{20} = 17,7$$

$$n_2 = \log_{10}^{-1} \frac{24}{20} = 15,8$$

$$n_3 = \log_{10}^{-1} \frac{22}{20} = 12,58$$

Tabel 5.14. Data Perhitungan Standing Wave ratio Spesimen Gypsum Total tanpa serat

Frekuensi	L			n		
	1	2	3	1	2	3
100	25	24	22	17,78	15,85	12,59
125	10,8	12,4	18	3,47	4,17	7,94
160	26,4	24,4	22,6	20,89	16,60	13,49
200	20,8	18,4	16	10,96	8,32	6,31
250	30	32,2	30,6	31,62	40,74	33,88
315	29,4	32,2	29,4	29,51	40,74	29,51
400	28,8	33,4	28,4	27,54	46,77	26,30
500	25,6	30,4	26,2	19,05	33,11	20,42
630	32,6	26,4	26,4	42,66	20,89	20,89
800	24	25,2	22	15,85	18,20	12,59
1000	26	19,8	21,4	19,95	9,77	11,75
1250	22,4	11,4	9,8	13,18	3,72	3,09
1600	12,4	8,4	11,8	4,17	2,63	3,89
2000	23,6	13	15,8	15,14	4,47	6,17
2500	14,2	16,8	22,6	5,13	6,92	13,49
3150	16,4	18,2	24,2	6,61	8,13	16,22
4000	18,4	18,6	21,6	8,32	8,51	12,02

Tabel 5.15. Data Perhitungan Standing Wave ratio Spesimen bermatrik gipsium dengan perbandingan 1 : 2

Frekuensi	L			n		
	1	2	3	1	2	3
100	24,2	24,6	23,8	16,22	16,98	15,49
125	15,2	15,2	15	5,75	5,75	5,62
160	25,8	26,4	26	19,50	20,89	19,95
200	19,2	19,6	19,4	9,12	9,55	9,33
250	31	34,4	31,6	35,48	52,48	38,02
315	30,2	33,4	31	32,36	46,77	35,48

400	29,8	35	29,8	30,90	56,23	30,90
500	25,8	32,2	27	19,50	40,74	22,39
630	19,4	29,4	22,2	9,33	29,51	12,88
800	18	31	20,8	7,94	35,48	10,96
1000	18,4	25,4	19,2	8,32	18,62	9,12
1250	12	16,6	17,4	3,98	6,76	7,41
1600	13,4	7,6	11,8	4,68	2,40	3,89
2000	19,6	8,4	19,4	9,55	2,63	9,33
2500	9,6	21,6	15,8	3,02	12,02	6,17
3150	15,6	20,6	17,8	6,03	10,72	7,76
4000	14,8	21	19	5,50	11,22	8,91

Tabel 5.16. Data Perhitungan Standing Wave ratio Spesimen bermatrik gipsium dengan perbandingan 1 : 3

Frekuensi	L			n		
	1	2	3	1	2	3
100	23,8	24,6	23	15,49	16,98	14,13
125	15,2	15,4	15,4	5,75	5,89	5,89
160	26,4	26	25,6	20,89	19,95	19,05
200	20,2	19,8	19,4	10,23	9,77	9,33
250	30,2	31	30,2	32,36	35,48	32,36
315	29,6	28,4	30	30,20	26,30	31,62
400	27,2	27,4	30,2	22,91	23,44	32,36
500	23,8	25,4	25,8	15,49	18,62	19,50
630	18,4	21,2	22,6	8,32	11,48	13,49
800	21,6	22,4	23	12,02	13,18	14,13
1000	23,2	16,8	16,8	14,45	6,92	6,92
1250	18	14,6	13,6	7,94	5,37	4,79
1600	14,2	15,2	16,2	5,13	5,75	6,46
2000	15,2	16,4	12	5,75	6,61	3,98
2500	11,8	17,8	15	3,89	7,76	5,62
3150	11,4	20,8	13,2	3,72	10,96	4,57
4000	15,6	17,4	20,2	6,03	7,41	10,23

3. Menghitung koefisien *absorption* (α)

$$\alpha = \frac{4}{n + \frac{1}{n} + 2}$$

$$\alpha_1 = \frac{4}{17,7 + \frac{1}{17,7} + 2} = 0,20$$

$$\alpha_2 = \frac{4}{15,8 + \frac{1}{15,8} + 2} = 0,22$$

$$\alpha_3 = \frac{4}{12,58 + \frac{1}{12,58} + 2} = 0,27$$

4. Menghitung nilai rata-rata nilai koefisien *absorption*

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}{n}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{0,20 + 0,22 + 0,27}{3} = 0,23$$

Tabel 5.17 . Rata rata nilai Koefisien Absorpsi Spsimen Gypsum Total tanpa serat

Frekuensi	α			$\bar{\alpha}$
	1	2	3	
100	0,20	0,22	0,27	0,23
125	0,69	0,62	0,40	0,57
160	0,17	0,21	0,26	0,22
200	0,31	0,38	0,47	0,39
250	0,12	0,09	0,11	0,11
315	0,13	0,09	0,13	0,12
400	0,14	0,08	0,14	0,12
500	0,19	0,11	0,18	0,16
630	0,09	0,17	0,17	0,15
800	0,22	0,20	0,27	0,23

1000	0,18	0,34	0,29	0,27
1250	0,26	0,67	0,74	0,56
1600	0,62	0,80	0,65	0,69
2000	0,23	0,60	0,48	0,44
2500	0,55	0,44	0,26	0,41
3150	0,46	0,39	0,22	0,36
4000	0,38	0,38	0,28	0,35

Tabel 5.18 . Rata rata nilai Koefisien Absorpsi Spesimen bermatrik gips dengan perbandingan 1 : 2

Frekuensi	α			$\bar{\alpha}$
	1	2	3	
100	0,22	0,21	0,23	0,22
125	0,50	0,50	0,51	0,51
160	0,19	0,17	0,18	0,18
200	0,36	0,34	0,35	0,35
250	0,11	0,07	0,10	0,09
315	0,12	0,08	0,11	0,10
400	0,12	0,07	0,12	0,10
500	0,19	0,09	0,16	0,15
630	0,35	0,13	0,27	0,25
800	0,40	0,11	0,31	0,27
1000	0,38	0,19	0,36	0,31
1250	0,64	0,45	0,42	0,50
1600	0,58	0,83	0,65	0,69
2000	0,34	0,80	0,35	0,50
2500	0,75	0,28	0,48	0,50
3150	0,49	0,31	0,40	0,40
4000	0,52	0,30	0,36	0,39

Tabel 5.18 . Rata rata nilai Koefisien Absorpsi Spesimen bermatrik gipsium dengan perbandingan 1 : 3

Frekuensi	α			$\bar{\alpha}$
	1	2	3	
100	0,23	0,21	0,25	0,23
125	0,50	0,50	0,50	0,50
160	0,17	0,18	0,19	0,18
200	0,32	0,34	0,35	0,34
250	0,12	0,11	0,12	0,11
315	0,12	0,14	0,12	0,13
400	0,16	0,16	0,12	0,14
500	0,23	0,19	0,19	0,20
630	0,38	0,29	0,26	0,31
800	0,28	0,26	0,25	0,26
1000	0,24	0,44	0,44	0,37
1250	0,40	0,53	0,57	0,50
1600	0,55	0,50	0,46	0,51
2000	0,50	0,46	0,64	0,53
2500	0,65	0,40	0,51	0,52
3150	0,67	0,31	0,59	0,52
4000	0,49	0,42	0,32	0,41

Jadi apabila di bandingkan nilai absorpsi rata-rata pada ketiga jenis spesimen adalah sebagai berikut :

Jika di misalkan :

A = Spesimen papan gipsium tanpa serat

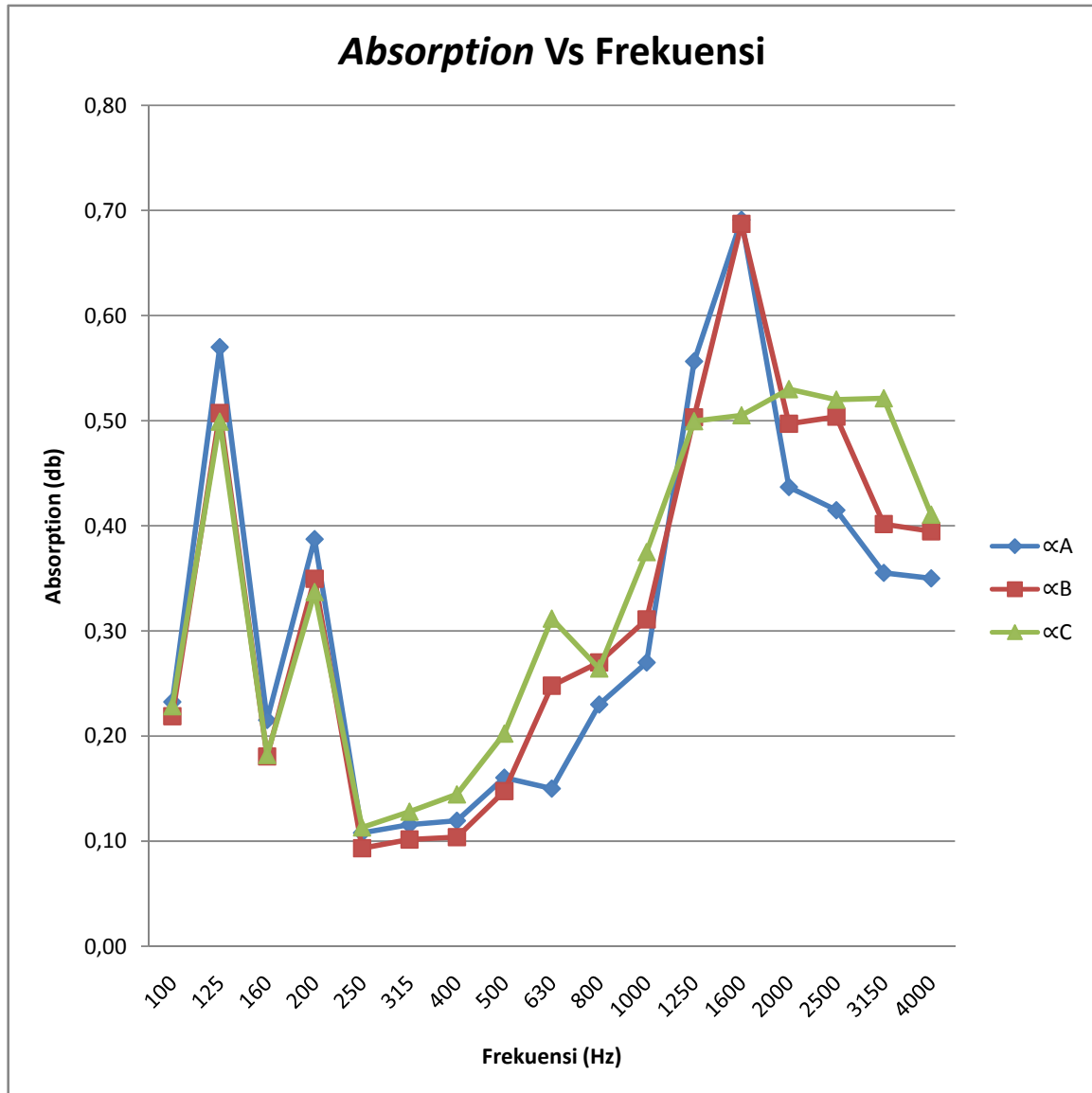
B = Spesimen papan komposit bermatrik gipsium dengan perbandingan 1 : 2

C = Spesimen papan komposit bermatrik gipsium dengan perbandingan 1 : 3

Maka pada tabel perbandingan di bawah dapat di lihat pada tabel 4.19.

Tabel 5.19. Nilai rata rata koefisien absorpsi ketiga jenis spesimen

Frekuensi (Hz)	Nilai Absorpsi rata-rata		
	A	B	C
100	0,23	0,22	0,23
125	0,57	0,51	0,50
160	0,22	0,18	0,18
200	0,39	0,35	0,34
250	0,11	0,09	0,11
315	0,12	0,10	0,13
400	0,12	0,10	0,14
500	0,16	0,15	0,20
630	0,15	0,25	0,31
800	0,23	0,27	0,26
1000	0,27	0,31	0,37
1250	0,56	0,50	0,50
1600	0,69	0,69	0,51
2000	0,44	0,50	0,53
2500	0,41	0,50	0,52
3150	0,36	0,40	0,52
4000	0,35	0,39	0,41



Gambar 5.2. Grafik Koefisien absorsi rata rata matrik gipsium terhadap frekuensi tiap tiap jenis papan

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

Dari hasil pengujian untuk matrik semen dilihat gambar 4.1 , koefisien absorpsi rata vs frekuensi setiap spesimen berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena perbedaan dari

komposisi spesimen tersebut yang menyebabkan perbedaan kerapatan ataupun ketidakhomogenan spesimen tersebut, ketidak homogenan tersebut disebabkan karena tidak meratanya sebaran serabut sehingga berdampak kepada angka koefisien absorpsi.

Pada spesimen A (semen murni) terlihat bahwa spesimen ini mempunyai koefisien penyerapan suara yang baik pada frekuensi rendah terutama pada frekuensi 125 Hz. Sedangkan pada rentang frekuensi medium, kemampuan menyerap suaranya berkurang dan pada frekuensi tinggi 1600 Hz sampai 2000 Hz dapat menyerap suara dengan sangat baik.

Pada spesimen B (1 : 2) terlihat bahwa pada frekuensi 125 Hz, 200 Hz, 1600 Hz sampai 4000 Hz mempunyai koefisien penyerapan yang baik, dan pada spesimen C (1 : 3) mempunyai nilai koefisien penyerapan yang hampir mirip dengan spesimen B.

Jika melihat perilaku pada grafik, karakteristik ketiga spesimen ini mirip. Koefisien penyerapan suara besar di frekuensi rendah dan tinggi tetapi pada frekuensi rentang medium koefisiennya penyerapan suaranya sangat kecil.

Dari hasil pengujian untuk matrik gipsium dilihat gambar 4.2, Koefisien absorpsi untuk spesimen (A) gypsum total, spesimen (B) 1 : 2, dan spesimen (C) 1 : 3 berbeda – beda karena nilai kerapatan dari ketiga jenis spesimen tersebut berbeda – beda. Pada frekuensi rendah (100 Hz – 250 Hz) spesimen A mempunyai nilai koefisien penyerapan suara yang lebih tinggi dari pada spesimen B dan spesimen C, sedangkan pada frekuensi tinggi (2000 Hz-4000Hz) spesimen C mempunyai nilai koefisien penyerapan suara yang paling tinggi dibandingkan dengan kedua spesimen lain. Hal ini disebabkan karena pada spesimen A tidak mengandung serat sabut kelapa sedangkan pada spesimen C mengandung serat sabut kelapa yang paling banyak.

Jadi adanya penambahan serat sabut kelapa pada komposit dengan matriks gypsum akan meningkatkan nilai koefisien absorpsi pada frekuensi tinggi. Tetapi pada frekuensi rendah mempunyai nilai koefisien absorpsi yang rendah. Dengan adanya kandungan serat sabut kelapa yang berbeda-beda dapat menyebabkan terjadi perbedaan kerapatan yang berbeda-beda pula. Dimana adanya kandungan serat sabut kelapa akan mengurangi kerapatan.

Serat sabut kelapa juga mengakibatkan spesimen menjadi tidak homogen karena adanya penyebaran serat sabut kelapa yang tidak merata. Ketidakhomogenan spesimen akan mempengaruhi nilai koefisien absorpsi. Sedangkan pada spesimen A (gypsum total) ketidakhomogenan bisa diakibatkan karena adanya porositas/rongga udara dalam spesimen.

Secara umum berdasarkan nilai NRC (*Noise Reduction Coefisien*), maka spesimen C dapat menyerap suara yang lebih banyak dari pada kedua spesimen karena mengandung serat sabut kelapa. Sedangkan spesimen A adalah spesimen yang memiliki nilai NRC yang paling kecil dibandingkan kedua jenis spesimen yang lain karena tidak memiliki kandungan serat sabut kelapa. Jadi semakin banyak kandungan serat sabut kelapa dalam spesimen maka nilai NRC akan semakin besar.

Semakin besar penyerapan suara suatu spesimen bukan berarti bahwa spesimen tersebut bagus karena tergantung dari kegunaannya, karena koefisien absorpsi berhubungan dengan kondisi dalam ruangan. Semakin besar suatu spesimen menyerap suara misalnya 1 maka suara dalam suatu ruangan akan langsung hilang tanpa ada pemantulan tetapi jika penyerapan suaranya rendah maka suara akan bergema atau dipantulkan dengan waktu dengung yang lama sampai dengung tersebut hilang sehingga suatu bahan penyerap suara yang bagus atau tidak ditentukan dari tempat kegunaannya.

5.4 Pengolahan Data *Transmission loss*

Pada pengujian ini Luas sampel uji/spesimen (S) = 0,69 m x 0,69 m dan Volume ruang penerima (V) = 19 m³

dimana Keterangan- keterangan lambang dalam beberapa data pengujian adalah :

E = Energi

L1 = Ruang sumber

L2 = Ruang penerima

S1 = Sudut satu

S2 = Sudut dua

S3 = Sudut tiga

S4 = Sudut empat

Data Pengujian papan bermatrik semen

Sebagai contoh perhitungan di gunakan data dari papan komposit bermatrik semen dengan serat kelapa yang di tambahkan Alumunium Hollow. Penambahan serat alumunium hollow ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan bending dari papan komposit serat kelapa ini, namun perlu juga di ketahui pengaruh serat tersebut terhadap karakteristik akustiknya.

Pengujian *transmission loss* ini, dilakukan pengujian dengan memberikan sumber suara berfrekuensi 125 Hz sampai 4000 Hz dari ruangan sumber, kemudian suara ini di teruskan

keruangan penerima, dan didapatkan tekanan suara dari ruang penerima dengan microphone pada setiap sudut ruangan. Sehingga dari pengujian ini di dapatkan data tekanan seperti pada tabel 5.20 dan tabel 5.21.

Tabel 5.20 Tekanan Pada Ruang Sumber Setiap Sudut

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
L2S1	66,10471	72,52111	75,38381	73,73823	73,81566	81,56889	84,70739	86,58281	85,75088	85,78389	85,47429	82,9026	82,16599	82,81699	78,6181	77,57169
L2S2	62,80007	66,68998	65,4364	69,10308	81,65306	82,39257	83,71725	87,23444	86,41167	85,64847	85,92036	83,06037	81,73811	82,76657	77,94948	78,09491
L2S3	76,19168	73,4443	72,41037	70,99626	77,36755	78,87722	84,50249	85,70996	85,28569	84,7862	84,69454	83,7842	82,22994	83,14861	80,05353	77,87382
L2S4	74,37658	72,29804	71,72976	70,28432	74,0905	79,28582	83,91743	86,31497	86,68252	85,25946	85,34672	83,3502	81,37851	83,14929	79,02033	78,11767

Keterangan : L2S1= Ruang sumber pada sudut satu

L2S2= Ruang sumber pada sudut dua

L2S3= Ruang sumber pada sudut tiga

L2S4= Ruang sumber pada sudut empat

Tabel 5.21. Tekanan Pada Ruang Penerima Setiap Sudut

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
L1P1	49,45329	58,97808	52,74349	49,56445	55,11732	59,97221	59,88696	62,41429	61,31495	58,91822	58,82591	56,26868	57,64433	56,94518	52,2091	49,38981
L1P2	53,02301	50,7405	59,13189	51,06378	54,57614	57,12041	58,0448	60,71575	61,11483	59,58248	56,65578	56,47107	57,1699	58,7071	52,10184	49,36454
L1P3	59,40324	60,33168	54,48491	50,07346	56,86779	57,96751	58,37572	63,1329	62,00223	59,82326	56,84059	55,29961	56,88415	58,27668	52,35954	49,5006
L1P4	55,3242	48,64773	56,63319	48,05657	52,95421	58,3283	59,98681	65,21383	61,05013	60,29338	57,98891	55,36893	56,38929	56,94647	51,99173	49,42736

Keterangan : L1P1=Ruang penerima pada sudut satu

L1P2=Ruang penerima pada sudut dua

L1P3=Ruang penerima pada sudut tiga

L1P4=Ruang penerima pada sudut empat

Dari data diatas, dipatkan tekanan pada frekuensi 125Hz – 4000Hz dari setiap sudut ruang sumber dan ruang penerima. Dengan mendapatkan tekanan dari setiap frekuensi dan dari setiap sudut ruangan, dapat ditentukan energi suara dengan melakukan perhitungan sebagai berikut.

A. Perubahan Tekanan Menjadi Energi

Dari hasil tabel tekanan pada setiap frekuensi dari pengujian *Transmission loss* (tabel 5.20 dan tabel 5.21), dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan energi dengan menggunakan persamaan:

$$ELS = 10^{\left[\frac{LP}{10}\right]}$$

Keterangan : E = Energi

LP = Tekanan pada ruang penerima

LS = Tekanan pada ruang sumber

Untuk perhitungan energi ini diambil sebagai contoh pada frekuensi 125 Hz. Perhitungannya dilakukan pada ruang sumber dan ruang penerima:

a. Pada ruang sumber

$$EL2S1 = 10^{\left[\frac{L1P1}{10}\right]} = 10^{\left[\frac{66,1047}{10}\right]} = 4078219$$

$$EL2S2 = 10^{\left[\frac{L1P1}{10}\right]} = 10^{\left[\frac{62,8001}{10}\right]} = 1905493$$

$$EL2S3 = 10^{\left[\frac{L1P1}{10}\right]} = 10^{\left[\frac{76,1917}{10}\right]} = 41607149$$

$$EL2S4 = 10^{\left[\frac{L1P1}{10}\right]} = 10^{\left[\frac{74,37658}{10}\right]} = 27394157$$

Tabel 5.22 Energi Suara Pada Ruang Sumber

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
EL1P1	88171,59	790329,9	188082,8	90457,55	324886,9	993620,6	974308,2	1743530	1353615	779511,1	763117	423514,5	581344,2	494900,7	166306,8	86892,22
EL1P2	200586,3	118590,7	818820,3	127755,2	286822,9	515276,9	637500,3	1179167	1292656	908339,5	462996,4	443718,1	521182,9	742523,1	162249,7	86388,05
EL1P3	871613,3	1079363	280860,7	101705,9	486159,2	626255,3	687974,4	2057264	1585708	960120,6	483124,2	338813,4	487994,8	672462	172168,5	89137,41
EL1P4	340737,9	73244,2	460594,6	63923,04	197433,5	680503,3	996966,8	3321875	1273542	1069888	629348,1	344265,3	435440,2	495047,3	158187,7	87646,69

Keterangan : EL2S1= energi pada ruang sumber pada sudut satu

EL2S2= energi pada ruang sumber pada sudut dua

EL2S3= energi pada ruang sumber pada sudut tiga

EL2S4= energi pada ruang sumber pada sudut empat

b. Pada ruang penerima

$$EL1P1 = 10^{\left[\frac{L1P1}{10}\right]} = 10^{\left[\frac{49,45329}{10}\right]} = 88171,59$$

$$EL1P2 = 10^{\left[\frac{L1P1}{10}\right]} = 10^{\left[\frac{53,02301}{10}\right]} = 200586,3$$

$$EL1P3 = 10^{\left[\frac{L1P1}{10}\right]} = 10^{\left[\frac{59,40324}{10}\right]} = 871613,3$$

$$EL1P4 = 10^{\left[\frac{L1P1}{10}\right]} = 10^{\left[\frac{55,3242}{10}\right]} = 340737,9$$

Tabel 5.23 . Energi Suara Pada Ruang penerima

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
EL2S1	4078219	17869432	34544649	23649534	24074965	143512227	295623268,7	455282159	375913596	378781591	352719491	195101392	164664208	191293106	72746083	57170084
EL2S2	1905493	4666567	3496556	8134081	1,46E+08	173482897	235356071,1	528986344	437690548	367153300	390873388	202319070	149214557	189085031	62365968	64489743
EL2S3	41607149	22101895	17419567	12578409	54545043	77218611	281999997,9	372388453	337729804	301037247	294750100	239012013	167106908	206472046	101240241	61288894
EL2S4	27394157	16974786	14892803	10676576	25647772	84836446	246458173,8	428052867	465856106	335695492	342509198	216281768	137357206	206504324	79805606	64828608

Keterangan : EL2S1= energi pada ruang penerima pada sudut satu

EL2S2= energi pada ruang penerima pada sudut dua

EL2S3= energi pada ruang penerima pada sudut tiga

EL2S4= energi pada ruang penerima pada sudut empat

B. Menghitung Nilai Rata-rata Energi

Contoh perhitungan nilai rata-rata energi dilakukan pada frekuensi 125Hz. Dengan pengolahan data sebagai berikut:

a. Pada ruang penerima

$$EL2 = \frac{EL2S1 + EL2S2 + EL2S3 + EL2S4}{n}$$

$$EL2 = \frac{4078219 + 200586,3 + 41607149 + 27394157}{4} = 18746254$$

Tabel 5.24. Energi Rata-rata Pada Ruang Penerima

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
EL2	18746254	15403170	17588394	13759650	62647134	119762545	264859377,9	446177456	404297514	345666908	345213044	213178561	154585720	198338626	79039475	61944332

Keterangan: EL2 = energi rata-rata pada ruang penerima

b. Pada ruang sumber

$$EL1 = \frac{EL1P1 + EL1P2 + EL1P3 + EL1P4}{n}$$

$$EL1 = \frac{88171,59 + 956402,5 + 871613,3 + 340737,9}{4} = 375277,3$$

Tabel 5.25. Energi Rata-rata Pada Ruang Sumber

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
EL1	375277,3	515382	437089,6	95960,42	323825,7	703914,04	824187,422	2075458,89	1376380,1	929464,8	584646,44	387577,84	506490,53	601233,27	164728,15	87516,09

Keterangan : EL1= energi rata-rata pada ruang sumber

C. Mengubah bentuk energi ke dalam bentuk tekanan suara

Dari energi rata-rata yang didapat kemudian kita melakukan pengolahan data untuk mendapatkan tekanan suara dengan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut dengan contoh perhitungan untuk frekuensi 125Hz.

$$L = 10 \times \log (EL)$$

Keterangan : L= tekanan suara

EL = energi rata-rata

a. Pada ruang penerima

$$L1 = 10 \times \log (EL1)$$

$$L1 = 10 \times \log (18746254) = 55,74352$$

Tabel 5.26 Tekanan Pada Ruang Penerima

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
L1	20,9691	22,0412	23,0103	23,9794	24,98311	26,0206	26,98970004	27,9934055	29,0308999	30	30,9691	32,0412	33,0103	33,9794	34,983106	36,0206

Keterangan : L1 tekanan suara pada ruang penerima

b. Pada ruang sumber

$$L2 = 10 \times \log (EL2)$$

$$L2 = 10 \times \log (375277,3) = 72,72915$$

Tabel 5.27 Tekanan Pada Ruang Sumber

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
L2	20,9691	22,0412	23,0103	23,9794	24,98311	26,0206	26,98970004	27,9934055	29,0308999	30	30,9691	32,0412	33,0103	33,9794	34,983106	36,0206

Keterangan : L2 = tekanan suara pada ruang sumber

a. Menghitung *Noise Reduction*

Setelah mendapatkan hasil tekanan suara, maka kita menentukan noise reduction dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$NR = (L_1 - L_2)$$

Keterangan : NR= Noise Reduction

L1 = tekanan suara pada ruang penerima

L2 = tekanan suara pada ruang sumber

Contoh perhitungan 125Hz

$$NR = (L_1 - L_2) \times -1$$

$$NR = (55,74352 - 72,72915) \times -1 = 16,9856$$

Tabel 5.28 Noise Reduction

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
NR	16,98562	14,75481	16,04656	21,56515	22,8659	22,308014	25,06989372	23,3239349	24,6796268	25,704249	27,711939	27,403846	24,84598	25,183643	26,810762	28,49914

b. Menghitung waktu dengung rata-rata

Menghitung waktu dengung rata-rata dari pengujian akustik yang bertujuan agar dapat menentukan besarnya penyerapan suara. Dengan persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\bar{T} = \frac{T1 + T2 + T3 + T4}{n}$$

Keterangan: T= Waktu rata-rata

T1= waktu dengung pada sudut satu

T2= waktu dengung pada sudut dua

T3= waktu dengung pada sudut tiga

T4= waktu dengung pada sudut empat

$$\bar{T} = \frac{1,487 + 1,491 + 1,429 + 1,441}{4} = 1,462 \text{ s}$$

Tabel 5.29 Waktu Dengung Rata-rata

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
T20 [s]	1,487	1,436	1,57	1,672	1,653	1,562	1,564	1,38	1,638	1,542	1,546	1,616	1,493	1,482	1,428	1,258
T20 [s]	1,491	1,49	1,464	1,679	1,655	1,599	1,432	1,487	1,654	1,645	1,631	1,517	1,418	1,323	1,331	1,22
T20 [s]	1,429	1,342	1,545	1,751	1,597	1,732	1,558	1,56	1,579	1,537	1,5	1,511	1,47	1,471	1,446	1,296
T20 [s]	1,441	1,557	1,679	1,6	1,697	1,551	1,657	1,75	1,844	1,695	1,656	1,568	1,414	1,397	1,425	1,303
rata2	1,462	1,45625	1,5645	1,6755	1,6505	1,611	1,55275	1,54425	1,67875	1,60475	1,58325	1,553	1,44875	1,41825	1,4075	1,26925

c. Menghitung total penyerapan suara A_{rec}

Setelah mendapatkan waktu dengung rata-rata pada ruang penerima, sehingga dapat di tentukan total penyerapan suara pada ruangan penerima dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_{rec} = 0,161 \frac{V}{T}$$

Keterangan : V =koefisien volume ruang pengujian

T = waktu rata-rata (s)

A_{rec} = total penyerapan suara pada ruang penerima

Untuk menghitung penyerapan suara yang terjadi contoh perhitungan yang dilakukan adalah dengan menggunakan frekuensi 125 Hz

$$A_{rec} = 0,161 \frac{19}{1,462} = 2,09234$$

Tabel 5.29. Total penyerapan suara pada ruang penerima A_{rec}

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
A_{rec}	2,092339	2,100601	1,955257	1,825724	1,853378	1,8988206	1,970053132	1,98089688	1,82218913	1,9062159	1,9321017	1,969736	2,1114754	2,1568835	2,173357	2,410085

d. Menentukan Harga Transmision Loss (TL)

Hasil hasil perhitungan di atas di gunakan untuk menentukan harga Transmission Loss (TL). Harga Transmission Loss adalah besarnya suara yang dapat ditransferkan oleh papan komposit. Untuk mengetahui Transmission Loss yang terjadi maka dilakukan pengolahan data dengan persamaan sebagai berikut:

$$TL = NR + 10 \log \frac{S}{A_{rec}}$$

Keterangan :

TL= Transmission loss

NR= Noise Reduction dB

A_{rec} = total penyerapan suara pada ruang penerima

S = luas sampel uji/partisi

Setelah mendapatkan nilai Transmission Loss dari perhitungan kemudian dilakukan pembulatan hasil, sehingga tidak ada angka desimal dari Transmission Loss yang didapat dengan syarat jika angka desimal TL < 0,5 maka dibulatkan menjadi 0 sedangkan jika didapat angka desimal TL > 0,5 maka nilai dibulatkan menjadi 1.

$$TL = 16,986 + 10 \log \frac{(0,69 \times 0,69)}{2,09234} = 10,5563$$

Dengan pembulatan harga Transmission Loss menjadi TL = 11

Tabel 5.30 Tabel Transmission Loss

Frekuensi	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
TL	10,55628	8,308355	9,9115	15,72778	16,96324	16,300156	18,90209615	17,132298	18,8506741	19,679509	21,628621	21,236748	18,377102	18,622358	20,216433	21,4558

e. Perhitungan STC

Harga Transmission Loss di gunakan untuk menentukan harga STC (sound transmission class) dimana STC adalah rugi rugi transmisi suara dari dinding yang dibuat. Untuk memudahkan dalam menentukan besarnya penyekatan suara maka didefinisikan suatu besaran angka tunggal *Sound Transmission Class (STC)*. Nilai *STC* ditetapkan berdasarkan baku mutu yang dikeluarkan oleh *American Society for Testing and Materials (ASTM)*. Untuk menentukan harga *STC* dari suatu bahan, grafik hasil pengukuran *TL* dibandingkan dengan kurva-kurva *STC* standar, kemudian dicari kurva *STC* yang terdekat. Kurva *STC* standar terdiri dari nilai-nilai *TL* referensi untuk setiap frekuensi, yang nilainya tergantung dari nilai *TL* referensi pada frekuensi 500 Hz.

Setelah diperoleh nilai *TL* pada setiap frekuensi, kemudian dilihat nilai *TL* pada frekuensi 500 Hz yang di jadikan sebagai acuan untuk menentukan nilai *STC*. Pada tabel 4.31, di perhatikan angka selisih antara *TL* dengan *STC*. Sebagai contoh, pada standar di tetapkan bahwa frekuensi acuan adalah 500Hz dengan *STC* adalah 25 dB sehingga kurva standar yang digunakan sebagai pembanding adalah *STC 25*.

Tabel 5.31 tabel selisih antara TL terhadap STC-25

f (Hz)	TL referensi (dB)	
	STC-N	Stc 25
125	N-16	9
160	N-13	12
200	N-10	15
250	N-7	18
315	N-4	21
400	N-1	24
500	N	25
630	N+1	26
800	N+2	27
1000	N+3	28
1250	N+4	29
1600	N+4	29
2000	N+4	29
2500	N+4	29
3150	N+4	29
4000	N+4	29

Untuk menentukan nilai STC dari bahan yang diuji, maka perlu dilakukan pengolahan data dengan syarat yang sudah ditentukan agar nilai dari STC bahan yang diuji benar.

Syarat nilai STC dinyatakan benar jika :

1. Selisih dari data *TL* pada setiap frekuensi terhadap nilai *STC* di frekuensi tersebut tidak boleh lebih kecil dari -8 dB ($TL_f - STC_f$ harus > -8 dB).
2. Total dari selisih data *TL* terhadap nilai *STC* yang bernilai negatif tidak boleh lebih kecil dari -32 dB

Setelah diperoleh nilai STC yang benar dan memenuhi syarat maka selanjutnya dicoba ke nilai STC yang lebih besar. Nilai STC yang diambil adalah nilai STC yang paling besar dan memenuhi syarat.

Perhitungan STC untuk Spesimen Serat Kelapa dan Alumunium Hollow Bar dengan matrik semen adalah sebagai berikut:

Setelah diperoleh nilai TL pada setiap frekuensi, kemudian dilihat nilai TL pada frekuensi 500 Hz. Maka pada frekuensi 500 Hz harga TL adalah 19 dB, sehingga kurva standar yang

digunakan sebagai pembanding adalah STC 19. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.32 selisih antara TL terhadap STC-19.

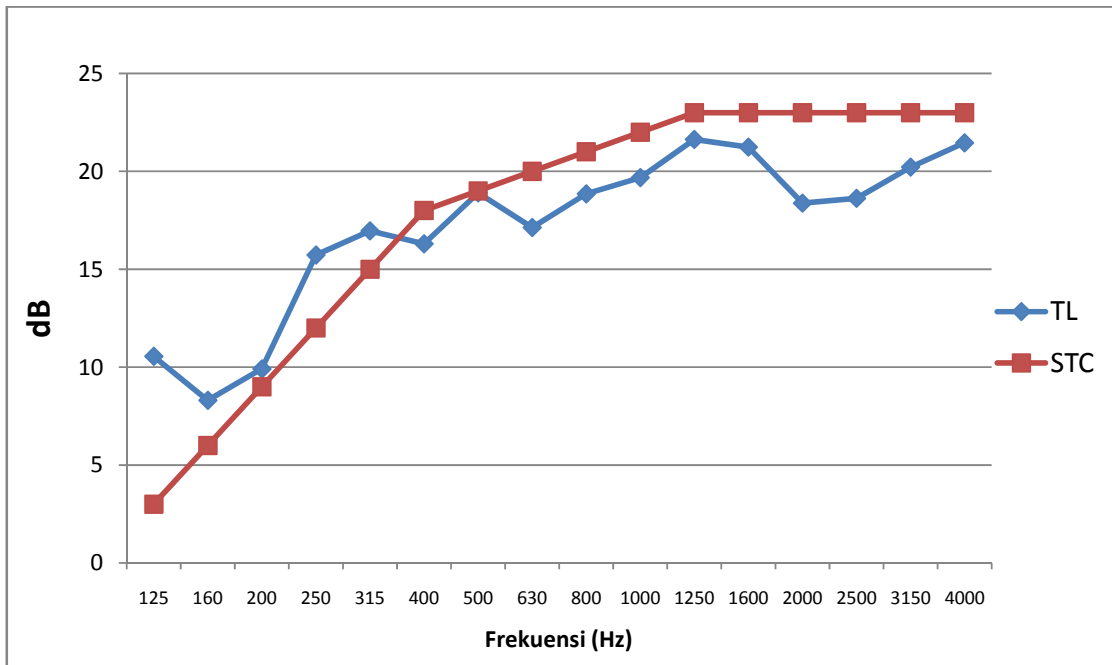
Tabel 5.32. Selisih antara TL terhadap spersimen dengan STC-19

Frekuensi	TL	STC-19	(TL - STC)
125	11	3	7
160	8	6	2
200	10	9	1
250	16	12	4
315	17	15	2
400	16	18	-2
500	19	19	0
630	17	20	-3
800	19	21	-2
1000	20	22	-2
1250	22	23	-1
1600	21	23	-2
2000	18	23	-5
2500	19	23	-4
3150	20	23	-3
4000	21	23	-2
Jumlah (TL -STC)			-25

Dari hasil perbandingan didapat ($TL_f - STC_f > -8$ dB) dan Total dari selisih data TL terhadap nilai $STC-19$ yang bernilai negatif tidak lebih kecil dari -32 dB sehingga STC 19 yang didapat adalah benar. Kurva STC standar terdiri dari nilai-nilai TL referensi untuk setiap frekuensi, yang nilainya tergantung dari nilai TL referensi pada frekuensi 500 Hz, menurut pola pada tabel di bawah ini. Penamaan kurva STC diambil dari nilai TL referensi pada frekuensi 500 Hz. Untuk mempermudah penentuan nilai STC .

Dari tabel 4.32 dapat di buat kurva Transmision Loss seperti pada gambar 4.3.

Dari gambar 4.3 dapat di lihat, pada frekuensi 500 yang dijadikan sebagai acuan, kurva transmission loss berimpit dengan kurva standar STC pada nilai 19 dB, Sehingga spesimen serat kelapa dengan matrik semen dan alumunium hollow bar dengan tebal 2cm dinyatakan memiliki nilai STC 19.



Gambar 5.3. Kurva Transmission Loss Papan serat bermatrik semen dengan alumunium hollow STC 19

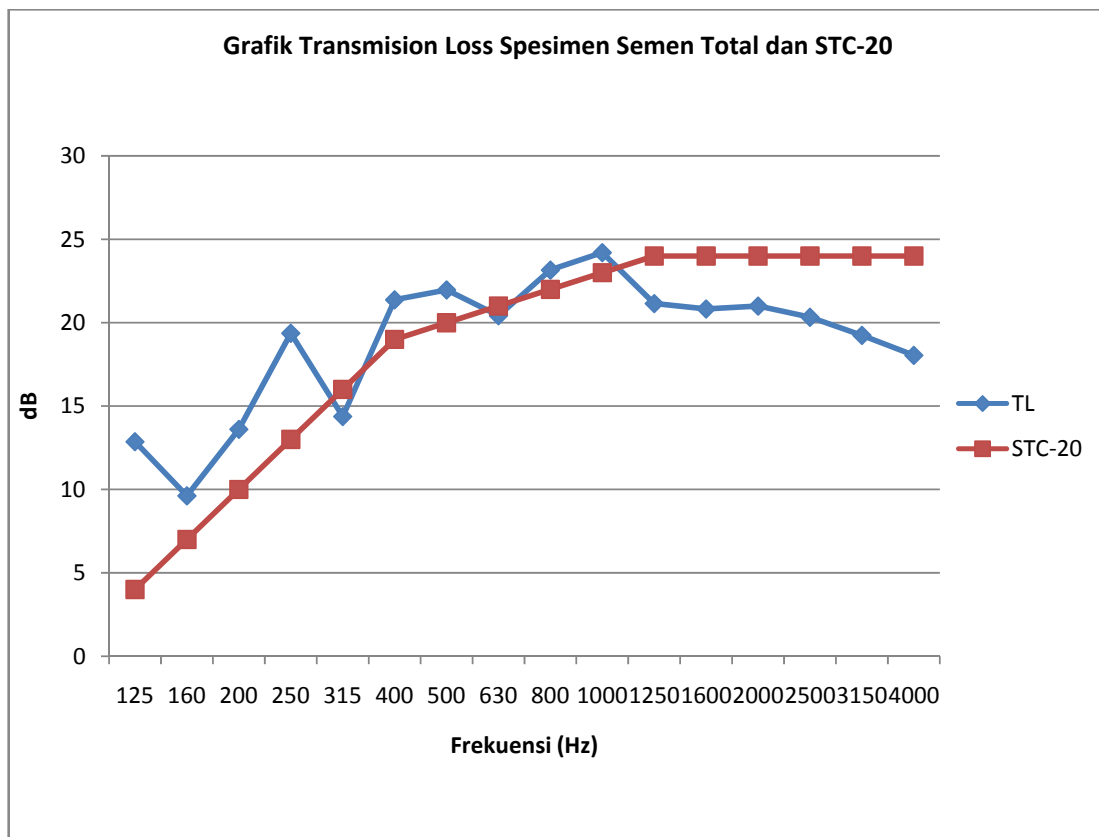
Dengan menggunakan metoda yang sama dengan cara dan langkah langkah seperti contoh perhitungan di atas, maka untuk spesimen berikutnya didapatkan angka STC sebagai berikut:

(data-data hasil Pengujian terdapat pada lampiran) :

a. Harga STC untuk papan dengan matrik semen tanpa serat.

Tabel 5.33. Selisih harga TL dengan STC untuk papan dengan matrik semen tanpa serat

Frekuensi	TL	STC-20	(TL - STC)
125	13	4	9
160	10	7	3
200	14	10	4
250	19	13	6
315	14	16	-2
400	21	19	2
500	22	20	2
630	20	21	-1
800	23	22	1
1000	24	23	1
1250	21	24	-3
1600	21	24	-3
2000	21	24	-3
2500	20	24	-4
3150	19	24	-5
4000	18	24	-6
Jumlah (TL -STC)			-26

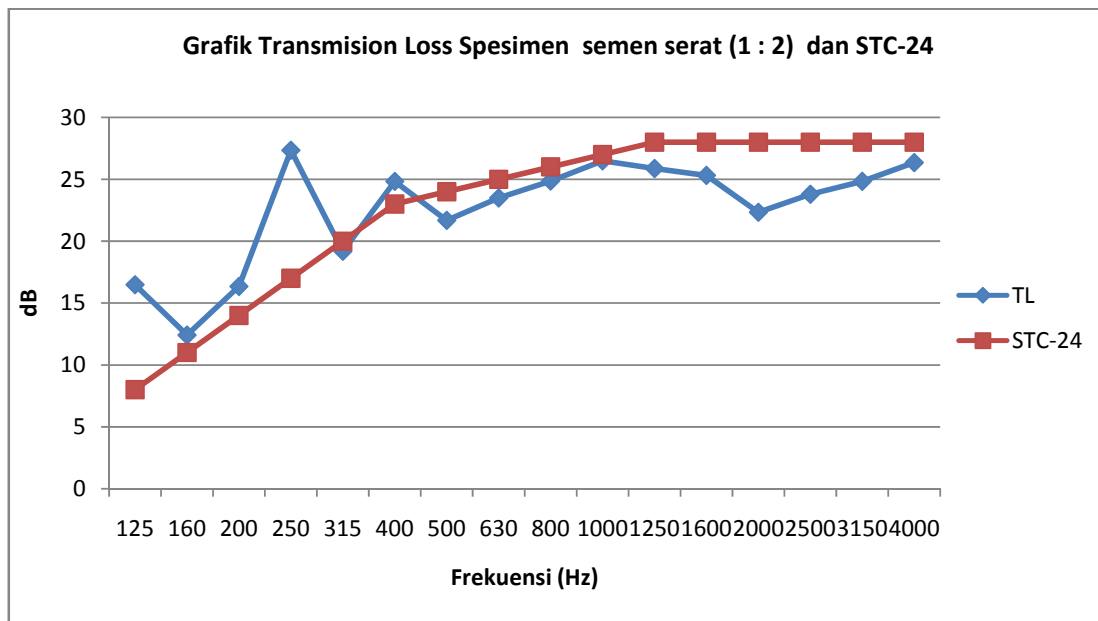


Gambar 5.4 Kurva Transmision Loss Papan serat bermatrik semen total

b. Harga STC Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 2

Tabel 5.34. Selisih harga TL dengan STC Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 2

Frekuensi	TL	STC-24	(TL - STC)
125	16	8	8
160	12	11	1
200	16	14	2
250	27	17	10
315	19	20	-1
400	25	23	2
500	22	24	-2
630	23	25	-2
800	25	26	-1
1000	26	27	-1
1250	26	28	-2
1600	25	28	-3
2000	22	28	-6
2500	24	28	-4
3150	25	28	-3
4000	26	28	-2
Jumlah (TL - STC)			-26

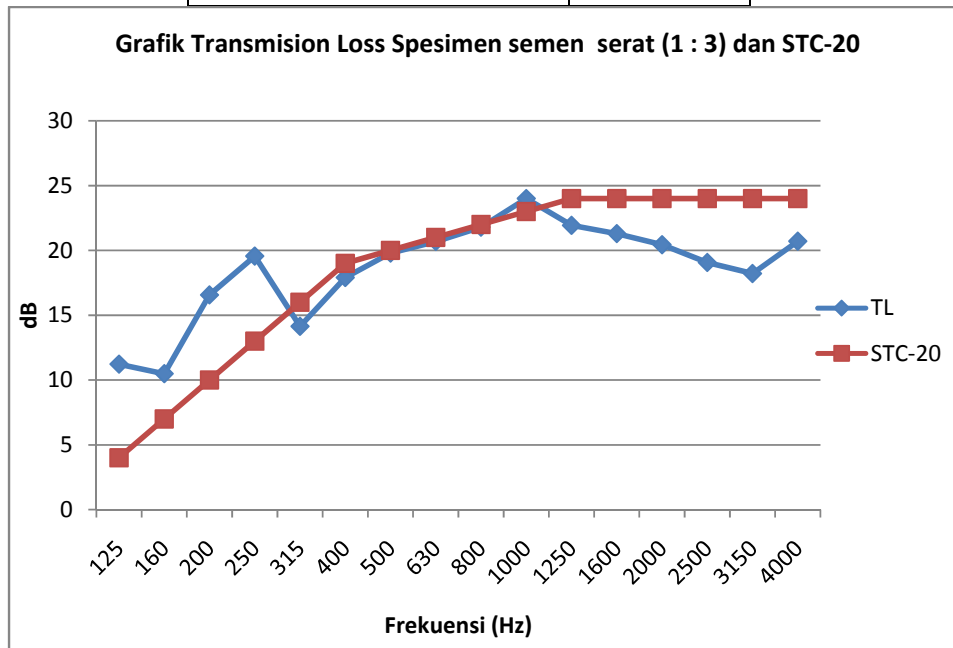


Gambar 5.5 . Kurva Transmision Loss Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 2

c. Harga STC Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 3

Tabel 5.35. Selisih harga TL dengan STC Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 3

Frekuensi	TL	STC-20	(TL - STC)
125	11	4	7
160	10	7	3
200	17	10	7
250	20	13	7
315	14	16	-2
400	18	19	-1
500	20	20	0
630	21	21	0
800	22	22	0
1000	24	23	1
1250	22	24	-2
1600	21	24	-3
2000	20	24	-4
2500	19	24	-5
3150	18	24	-6
4000	21	24	-3
Jumlah (TL - STC)			-25

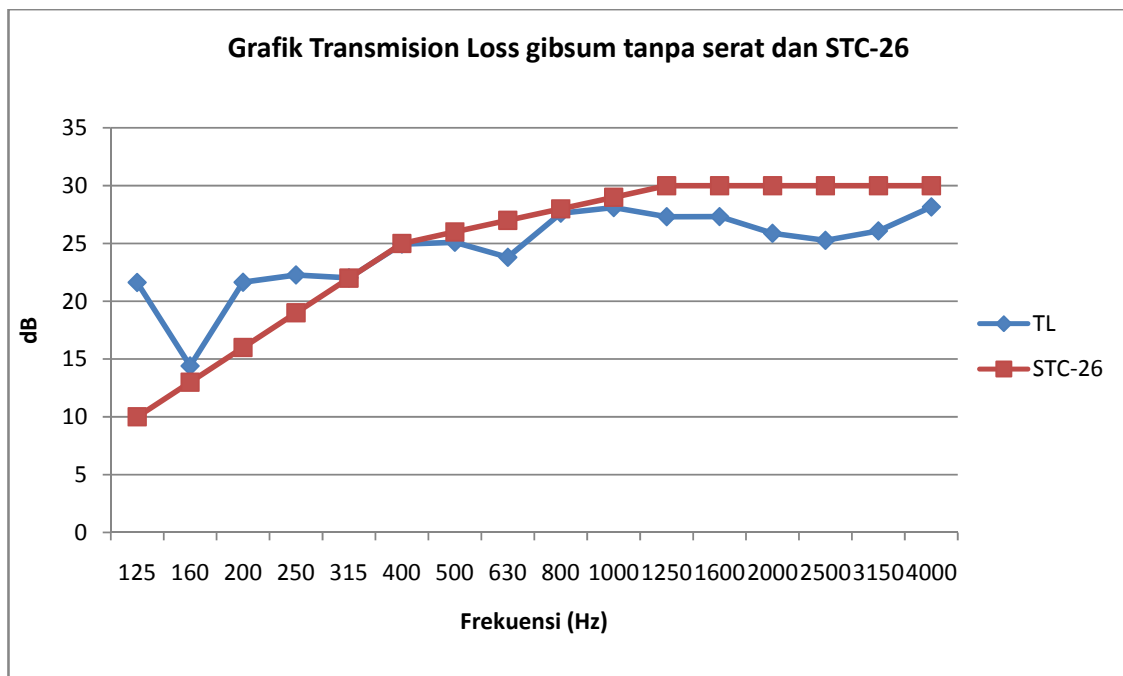


Gambar 5.6 Kurva Transmision Loss Spesimen bermatrik semen dengan perbandingan 1 : 3

d. Harga STC untuk papan dengan matrik gipsium tanpa serat.

Tabel 5.36. Selisih harga TL dengan STC untuk papan dengan matrik gipsium tanpa serat

Frekuensi	TL	STC-26	(TL - STC)
125	22	10	12
160	14	13	1
200	22	16	6
250	22	19	3
315	22	22	0
400	25	25	0
500	25	26	-1
630	24	27	-3
800	28	28	0
1000	28	29	-1
1250	27	30	-3
1600	27	30	-3
2000	26	30	-4
2500	25	30	-5
3150	26	30	-4
4000	28	30	-2
Jumlah (TL - STC)			-3

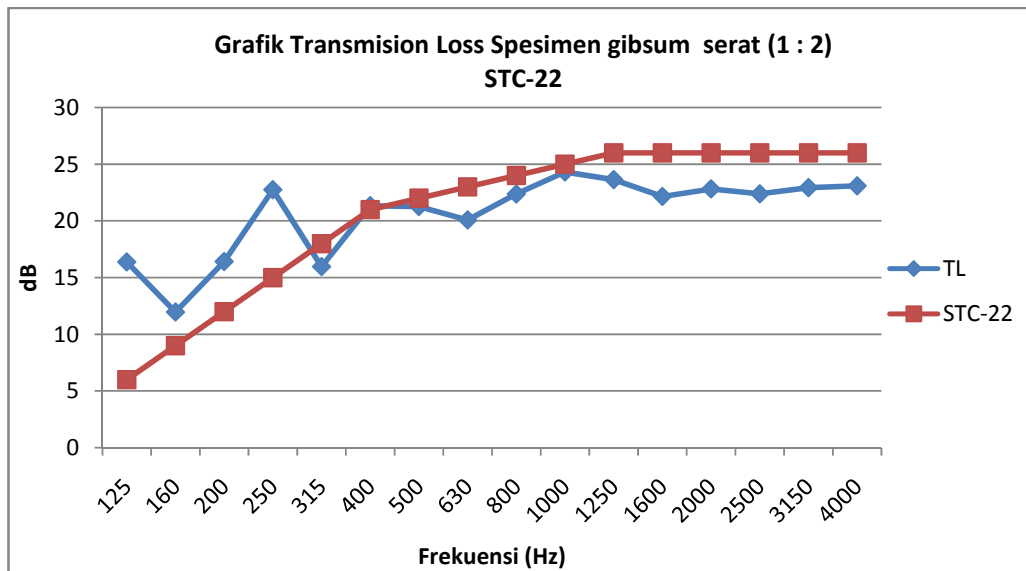


Gambar 5.7 . Kurva Transmission Loss Spesimen bermatrik gipsium tanpa serat

e. Harga STC Spesimen bermatrik gipsum dengan perbandingan 1 : 2

Tabel 5.37. Selisih harga TL dengan STC untuk papan dengan matrik gipsum (1:2)

Frekuensi	TL	STC-22	(TL - STC)
125	16	6	10
160	12	9	3
200	16	12	4
250	23	15	8
315	16	18	-2
400	21	21	0
500	21	22	-1
630	20	23	-3
800	22	24	-2
1000	24	25	-1
1250	24	26	-2
1600	22	26	-4
2000	23	26	-3
2500	22	26	-4
3150	23	26	-3
4000	23	26	-3
Jumlah (TL - STC)			-16

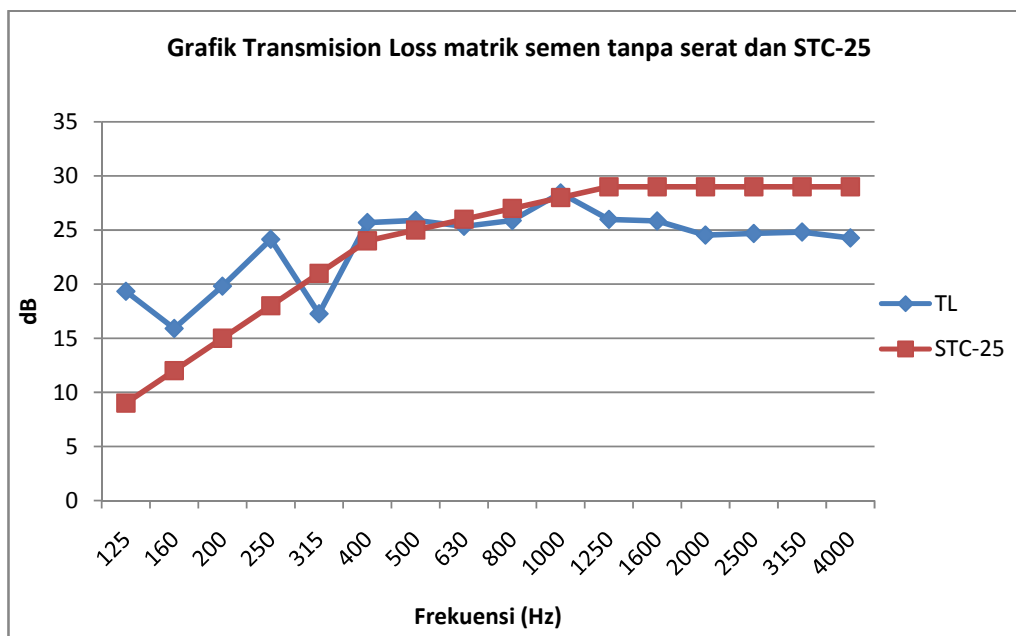


Gambar 5.8 . Kurva Transmission Spesimen bermatrik gipsum dengan perbandingan 1 : 2

f. Harga STC Spesimen bermatrik gipsum dengan perbandingan 1 : 3

Tabel 5.38. Selisih harga TL dengan STC untuk papan dengan matrik gipsum (1 : 3)

Frekuensi	TL	STC-25	(TL - STC)
125	19	9	10
160	16	12	4
200	20	15	5
250	24	18	6
315	17	21	-4
400	26	24	2
500	26	25	1
630	25	26	-1
800	26	27	-1
1000	28	28	0
1250	26	29	-3
1600	26	29	-3
2000	25	29	-4
2500	25	29	-4
3150	25	29	-4
4000	24	29	-5
Jumlah (TL - STC)			-13

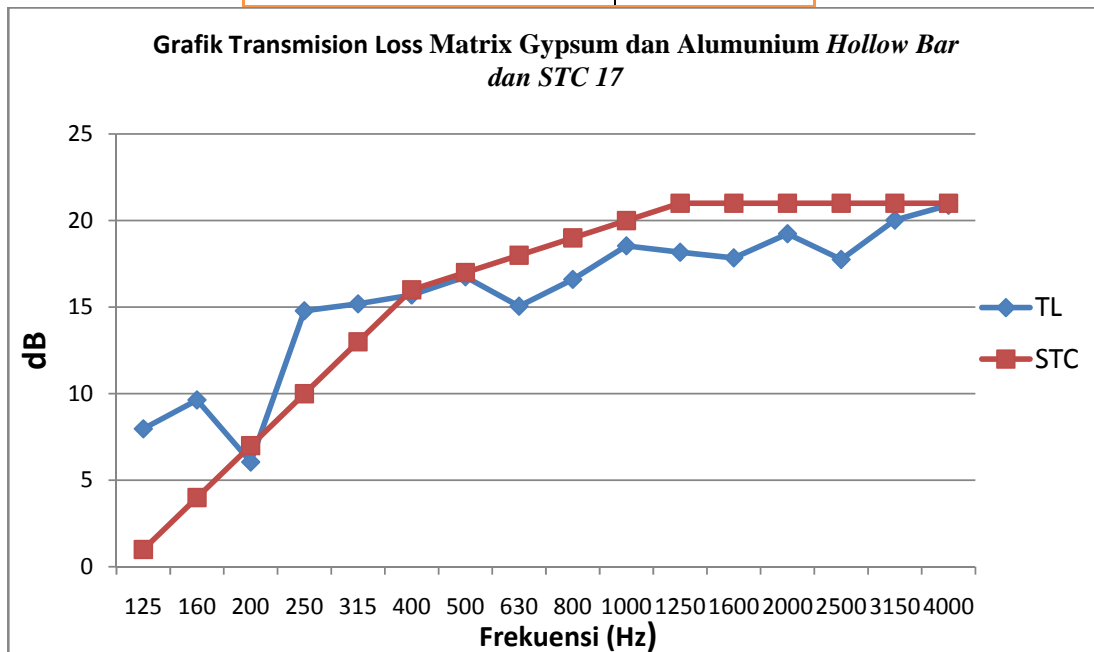


Gambar 5.9 . Kurva Transmision Spesimen bermatrik gipsum dengan perbandingan 1 : 3

g. Harga STC Spesimen bermatrik gipsum dengan perbandingan serat (1 : 3) dengan tambahan serat aluminium hollow.

Tabel 5.39. Selisih harga TL dengan STC untuk papan dengan matrik gipsum serat (1:3) dengan tambahan aluminium Hollow

Frekuensi	TL	STC-17	(TL - STC)
125	8	1	7
160	10	4	6
200	6	7	-1
250	15	10	5
315	15	13	2
400	16	16	0
500	17	17	0
630	15	18	-3
800	17	19	-2
1000	19	20	-1
1250	18	21	-3
1600	18	21	-3
2000	19	21	-2
2500	18	21	-3
3150	20	21	-1
4000	21	21	0
Jumlah (TL -STC)			-20

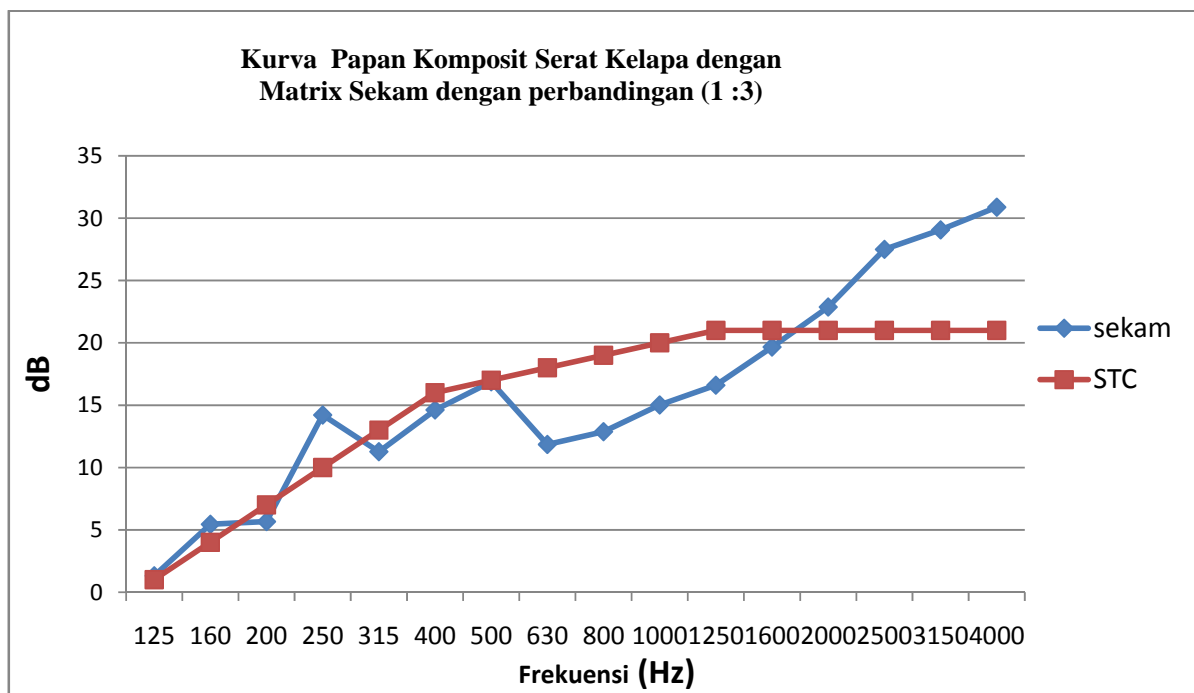


Gambar 5.10 . Kurva Transmission Loss Papan serat bermatrik gipsum dengan aluminium hollow

h. Harga STC Spesimen bermatrik sekam dengan perbandingan serat (1 : 3)

Tabel 5.39. Selisih harga TL dengan STC untuk papan dengan matrik sekam dengan serat (1:3)

Frekuensi	TL	STC-17	(TL - STC)
125	1	1	0
160	5	4	1
200	6	7	-1
250	14	10	4
315	11	13	-2
400	15	16	1
500	17	17	0
630	12	18	-6
800	13	19	-6
1000	15	20	-5
1250	17	21	-4
1600	20	21	-1
2000	23	21	2
2500	28	21	7
3150	29	21	8
4000	31	21	10
Jumlah (TL -STC)			8



Gambar 5.11 . Kurva Transmission Loss Papan serat sekam dengan perbandingan serat (1:3)

Pembahasan secara umum, pada proses pencampuran dimana perbandingan antara semen dengan air harus benar, agar semen dapat lebih cepat mengering karena jika terlalu banyak air maka spesimen sulit untuk mengering dan menyebabkan pada saat pencampuran banyak semen yang larut terbawa air, mengalir dan terbang. Hal ini juga sama dengan matrik gipsium, perbandingan air dengan gipsium harus benar dan pada gipsium juga, pengadukan dan pencampuran harus dalam waktu yang sangat cepat karena gipsium apabila terkena air akan cepat mengeras dan akan sulit untuk di cetak kedalam mesin pres. Perbandingan air dengan semen yang paling optimum adalah 1 liter air : 1 kg semen, begitu juga untuk gipsium perbandingannya adalah 1 liter air : 1 kg semen.

Metoda pengepresan sambil dipanaskan dengan menggunakan smawar untuk pemadatan dan pengeringan, sangat bermanfaat untuk meningkatkan ketangguhan, karena pada saat pemanasan pada temperatur sekitar 75°C hingga 100°C akan mengurangi porositas. Porositas yang tinggi akan menurunkan ketangguhan dari papan komposit bermatrik keramik ini.

Deskripsi dari nilai STC adalah sebagai berikut (Alton, Everest 1998) :

- 50– 60 Sangat bagus sekali, suara keras terdengar lemah atau tidak sama sekali
- 40 – 50 Sangat bagus, suara terdengar lemah
- 35 – 40 Bagus, suara keras terdengar tetapi harus lebih didengarkan
- 30 – 35 Cukup, suara keras cukup terdengar
- 25 – 30 Jelek, suara normal mudah atau jelas didengar
- 20 – 25 Sangat jelek, suara pelan dapat terdengar

Angka STC dari komposit serat kelapa dengan matrik semen dan alumunium hollow bar rendah yaitu STC 19. Tidak jauh berbeda juga dengan hasil STC pada papan gypsum dengan serat kelapa yang di tambahkan dengan Alumunium Hollow memiliki nilai STC 17, angka ini jauh dibawah batas standar nilai STC yang menyatakan mulai terjadinya peredaman suara yang baik yaitu dengan nilai STC 35 – 40. Artinya spesimen papan gypsum atau papan semen memiliki nilai STC yang sangat rendah dengan kemampuan untuk meredam suara yang sangat rendah, yang berarti suara pelan dapat terdengar.

Hal ini dapat di sebabkan karena spesimen tidak memiliki daya absorber atau penyerap suara. Tetapi hampir keseluruhan spesimen adalah material padat yang dapat meneruskan suara dengan baik. Seharusnya didalam spesimen terdapat absorber dengan material yang mampu menyerap suara dengan baik seperti glass wool. Jika spesimen komposit tersebut

ditambahkan absorber ada kemungkinan nilai STC dapat meningkat atau menjadi lebih baik dalam meredam suara.

Ketebalan dari spesimen mempengaruhi rambatan suara sehingga jika spesimen ditambah ketebalannya maka kemungkinan nilai STC dari spesimen tersebut akan meningkat pula.

Penggunaan material yang hypoallergenic sangat baik untuk mengurangi rambatan suara. Spons adalah salah satu material yang lebih dianjurkan untuk pengisi area kedap suara. Spons lebih kuat untuk menyerap pemantulan suara yang ditimbulkan oleh loudspeaker di bandingkan dengan material berbahan dasar semen. Material spons juga terbuat dari bahan sintetis yang tidak mudah lapuk sehingga lebih awet dan tahan lama. Dengan karakteristik demikian, spons dapat menjadi material pelapis dinding yang baik untuk meredam suara.

Pada umumnya, dinding peredam dilapisi dengan material semacam wol yang berserabut dan kemudian ditutup dengan lapisan karpet. Jika dibandingkan dengan spesimen komposit serat kelapa dengan matrik semen, maka kemampuan meredam suara dari spesimen yang dibuat tersebut berbeda karena komposit yang dibuat tidak memiliki absorber sedangkan peredam pada umumnya memiliki absorber (wol).

Transmission loss untuk spesimen bermatrik semen total, spesimen 1 : 3, dan spesimen 1 : 2 berbeda – beda untuk setiap frekuensi tetapi secara umum mulai dari frekuensi 400 Hz – 4000 Hz, spesimen 1 : 2 memiliki nilai transmision loss yang lebih besar dibandingkan kedua spesimen. Sedangkan spesimen total memiliki nilai TL yang hampir sama jika dibandingkan dengan spesimen 1 : 3. Hal ini disebabkan karena ketidakhomogenan pada spesimen sehingga didapatkan nilai TL yang mirip.

Pada pengujian transmision loss terhadap ketiga spesimen, didapatkan bahwa nilai STC spesimen semen total dengan spesimen 1 : 3 adalah sama yaitu STC-20. Sedangkan untuk spesimen 1 : 2 nilai STC-nya adalah STC-24. Nilai STC ini dipengaruhi oleh jumlah serat kelapa yang terkandung pada spesimen. Tetapi pada spesimen 1 : 3 nilai STC yang sama dengan semen total dapat diakibatkan karena kandungan serat kelapa di dalam spesimen tersebut belum terlalu berpengaruh untuk dapat merubah nilai STC spesimen 1 : 3.

Dari nilai-nilai STC ini dapat dianalisa bahwa ketiga spesimen yang diuji sangat tidak bagus sebagai dinding dengan tujuan mengurangi suara karena suara pelan akan tetap terdengar jelas.

Pada ketiga spesimen dengan kandungan serat sabut kelapa dan gypsum yang sama pada spesimen gypsum total, spesimen 1 : 3, dan spesimen 1 : 2 diperoleh nilai koefisien absorpsi

yang berbeda – beda, hal disebabkan karena ketidakhomogenan spesimen yang diuji. Dimana pada spesimen 1 : 3 dan spesimen 1 : 2 tersebut di perkirakan memiliki serat yang tidak homogen dan tidak merata dalam spesimen. Sedangkan untuk spesimen gypsum total ketidakhomogenan bisa disebabkan karena adanya porositas atau rongga udara dalam spesimen tersebut.

Koefisien absorpsi untuk spesimen (A) gypsum total, spesimen (B), dan spesimen (C) berbeda – beda karena nilai kerapatan dari ketiga jenis spesimen tersebut berbeda – beda. Pada frekuensi rendah (100 Hz – 250Hz) spesimen A mempunyai nilai koefisien penyerapan suara yang lebih tinggi dari pada spesimen B dan spesimen C, sedangkan pada frekuensi tinggi (2000 Hz-4000Hz) spesimen C mempunyai nilai koefisien penyerapan suara yang paling tinggi dibandingkan dengan kedua spesimen lain. Hal ini disebabkan karena pada spesimen A tidak mengandung serat sabut kelapa sedangkan pada spesimen C mengandung serat sabut kelapa yang paling banyak. Jadi adanya penambahan serat sabut kelapa pada komposit dengan matriks gypsum akan meningkatkan nilai koefisien absorpsi pada frekuensi tinggi. Tetapi pada frekuensi rendah mempunyai nilai koefisien absorpsi yang rendah. Dengan adanya kandungan serat sabut kelapa yang berbeda-beda dapat menyebabkan terjadi perbedaan kerapatan yang berbeda-beda pula. Dimana adanya kandungan serat sabut kelapa akan mengurangi kerapatan.

Secara umum berdasarkan nilai NRC (*Noise Reduction Coefisien*), maka spesimen C dapat menyerap suara yang lebih banyak dari pada kedua spesimen karena mengandung serat sabut kelapa. Sedangkan spesimen A (gypsum total) adalah spesimen yang memiliki nilai NRC yang paling kecil dibandingkan kedua jenis spesimen yang lain karena tidak memiliki kandungan serat sabut kelapa. Jadi semakin banyak kandungan serat sabut kelapa dalam spesimen maka nilai NRC akan semakin besar.

Nilai *transmission loss (TL)* untuk spesimen gypsum, spesimen 1 : 3, dan spesimen 1 : 2 berbeda – beda untuk setiap frekuensi tetapi secara umum mulai dari frekuensi 1600 Hz – 4000 Hz, spesimen gypsum total memiliki nilai *transmission loss* yang lebih besar dibandingkan kedua spesimen sedangkan spesimen 1 : 2 memiliki nilai TL yang paling kecil dibandingkan dengan kedua spesimen lain. Hal ini disebabkan karena kerapatan dan kandungan serat sabut kelapa di tiap spesimen berbeda-beda dimana spesimen gypsum total tidak mengandung serat sabut kelapa sehingga memiliki kerapatan yang tinggi dan juga lebih homogen yang mengakibatkan nilai TL-nya lebih besar sedangkan pada spesimen 1 : 2

memiliki kerapatan yang rendah dan juga tidak homogen karena adanya kandungan serat sabut kelapa yang banyak dan tidak merata sehingga nilai TL spesimen 1 : 2 lebih kecil dibandingkan kedua spesimen yang lain.

Pada pengujian *transmission loss* pada ketiga spesimen memiliki nilai *Sound Transmission Class (STC)* yang berbeda-beda, dimana nilai STC spesimen gypsum tanpa serat lebih besar dibandingkan kedua spesimen yaitu sebesar 26 sedangkan nilai STC spesimen 1 : 3 adalah sebesar 25 dan nilai STC spesimen 1 : 2 adalah sebesar 22. Berdasarkan nilai tersebut maka papan komposit bermatrik gypsum dengan serat kelapa tidak baik apabila digunakan sebagai dinding yang bertujuan untuk mengurangi suara dimana suara normal akan terdengar jelas dan suara pelan akan tetap terdengar jelas.

BAB VI

KESIMPULAN

Sabut Kelapa yang dipilih adalah sabut kelapa tua dengan alasan kandungan air pada sabut kelapa tersebut sudah sangat rendah dan dari hasil pengujian sebelumnya kekuatan serat kelapa tua lebih tinggi di banding kelapa muda. Hal ini di sebabkan karena kelapa muda, mengandung air yang tinggi dan pada saat pengeringan akan terjadi pelapukan.

Perbandingan serat dengan matrik yaitu 1 : 2 dan 1 : 3 adalah perbandingan yang memiliki karakteristik mekanik yang tinggi, dimana dari hasil uji bending menyatakan bahwa karakteristik patahan yang paling baik terdapat pada perbandingan tersebut.

Sebelum proses pencampuran, sabut dan matrik di timbang untuk mendapatkan perbandingan yang di inginkan. Matrik di campur air, dengan perbandingan 1 liter air untuk 1 kg gipsum dan dengan perbandingan 1 liter air untuk 1 kg semen.

Panjang serat yang optimum adalah antara 6 cm hingga 10 cm, dengan alasan apabila serat terlalu pendek, kemampuan serat untuk mengikat matrik terhadap kekuatan lengkung sangat rendah, dan apabila serat terlalu panjang akan menimbulkan porositas atau rongga yang banyak serta kesulitan dalam pencampuran dengan matriknya.

Dari hasil uji absorpsi untuk papan dengan matrik semen memiliki koefisien absorpsi yang tinggi pada frekwensi 1600 Hz.

Adanya ketidakhomogenan menyebabkan koefisien absorpsi berbeda-beda pada ketiga spesimen dengan kandungan matrik dan serat sabut kelapa yang sama.

Adanya perbedaan kerapatan menyebabkan nilai koefisien absorpsi berbeda beda pada ketiga jenis spesimen (spesimen semen total tanpa serat, gipsum total tanpa serat atau papan komposit dengan serat 1 : 3 dan 1 : 2).

Besarnya nilai koefisien absorpsi suatu benda yang diperlukan untuk dijadikan dinding tergantung dari kegunaannya.

Nilai transmision loss yang berbeda-beda untuk ketiga jenis spesimen disebabkan karena adanya perbedaan kerapatan.

Nilai STC pada spesimen semen total (STC = 20) nilai STC sama dengan spesimen 1 : 3 (STC = 20) , dan spesimen 1 : 2 (STC = 24).

Adanya ketidakhomogenan serta perbedaan kerapatan menyebabkan nilai koefisien absorpsi, *Noise reduction coefficient (NRC)*, nilai *transmission loss (TL)* dan STC pada ketiga jenis spesimen yaitu spesimen gypsum, spesimen 1 : 3, spesimen 1 : 2 berbeda-beda. Adanya

ketidakhomogenan dan perbedaan kerapatan disebabkan karena kandungan serat sabut kelapa dalam spesimen.

Nilai STC pada spesimen gypsum total (STC = 26) lebih besar dari pada nilai STC pada spesimen 1 : 3 (STC = 25) , dan spesimen 1 : 2 (STC=20) dimana ketiga komposisi papan komposit tersebut tidak dapat mereduksi suara dengan baik.

Adanya kandungan serat sabut kelapa menyebabkan nilai *transmission loss* dan nilai STC suatu bahan menjadi berkurang tetapi nilai koefisien absorpsi dan *Noise reduction coefficient (NRC)* menjadi naik.

Besarnya kandungan serabut serat kelapa mempengaruhi nilai transmision loss, nilai STC dan nilai absorption.

Dari hasil pengujian, ketiga spesimen tidak disarankan untuk menjadi bahan pelapis dinding atau apapun dengan tujuan untuk mereduksi suara karena nilai STC yang didapat tergolong rendah dan sangat tidak baik untuk mereduksi suara.

Terhadap papan serat sabut kelapa dengan matriks semen mungkin dapat dilakukan pengujian *transmission loss* dan *absorption* dengan menyertakan variasi profil spesimen dan juga variasi permukaan, karena dalam bidang akustik hal ini sangat mempengaruhi nilai-nilai yang akan didapat.

PUSTAKA ACUAN

1. Alton, Everest 1998 *“Master Handbook of Acoustics, Mexico,*
2. American Society for Testing and Materials. 2004. “ASTM E413 – 04: Classification for Rating Sound Insulation”.
3. Anderson, J.E, Meriman, H., Porsche, K. 2007,; *Sustainable Building Materials. International Journal for Service Learning in Engineering, 2 (2), 102-130.*
4. Beranek, Louis L, 1988, *“Noise and Vibration Control”*. Institute of Noise Control Engineering, Washington D.C.
5. Cook, DJ., Pama, RP. 2008, et al : *Coir Fibre Reinforced Cement as A Low Cost Roofing Material*. Building Environ.
6. Japanese Standard Association. Particleboards. JIS A5905-1994. Japanese Standard Association, Japan; 1994. p. 9-15.
7. Kinsler, Lawrence E. & Austin R. Frey, 1982. *“Fundamentals of Acoustics 3rd Ed.”*. John Wiley & Sons, New York,
8. Thai Industrial Standard Institute. 1989. *Cement Bonded Particle Boards High Density*. TISI 878-2532 (2989). Thai Industrial Standard Institute, Thailand;
9. Wehrhahn, 2000, *“Process Options for The Production of Fiber, Presentation for 7th International Inorganic-Bonded Wood & Fiber Composites Materials Conference”*.
10. www.hayleis-export.com/AboutCoir_Fibre5.html _____, *Introduction to Coir Fibre,*
11. waryntek.progressio.or.id _____, *Kelapa (Cocos Nucifera),*
12. Wu'.D. Eusebio, D.A., 2003 *“Cement Bonded” Today’s Alternatives*. Forest Product Research and Development Institute, College, Laguna 4031.
13. Yusril Irwan, 2008, *Pemanfaatan Sabut Kelapa untuk Pembuatan Papan Semen Serat Sabut Kelapa,* Seminar Nasional VII Rekrayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri.
14. [http:// Hand_lay-up_moulding.png](http://Hand_lay-up_moulding.png)

Biografi/Daftar Riwayat Hidup Anggota Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Yusril Irwan
2	Jabatan Fungsional	3 D
3	Jabatan Struktural	-
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	990103
5	NIDN	0427067202
6	Tempat dan Tanggal lahir	Jakarta, 27 Juni 1972
7	Alamat rumah	Jl. Giri Mekar Indah I Blok B 45 No.16 Perum. Giri Mekar Bandung
8	Nomor Telepon/Faks/HP	082129147101
9	Alamat Kantor	Jl. PHH Mustofa 23 Bandung
10	Nomor Telepon/Faks	(022)7272215
11	Alamat E-mail	yusril@itenas.ac.id
12	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = 30 orang

14. Matakuliah yang diampu	1. Material Teknik
	2. Metalurgi Fisik
	3. Proses Pengecoran
	4. Proses Pengelasan

Biografi/Daftar Riwayat Hidup Anggota Peneliti

B. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Tito Shantika, MEng
2	Jabatan Fungsional	3B
3	Jabatan Struktural	-
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	060202
5	NIDN	
6	Tempat dan Tanggal lahir	Purwakarta, 10 Juni 1979
7	Alamat rumah	Jl.Gerlong Tengah 82 Bandung
8	Nomor Telepon/Faks/HP	085860111130
9	Alamat Kantor	Jl. PHH Mustofa 23 Bandung
10	Nomor Telepon/Faks	(022)7272215
11	Alamat E-mail	tshantika@itenas.ac.id
12	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = 20 orang

14. Matakuliah yang diampu	5. CAD
	6. Rekayasa Perpipaian
	7. Tugas Akhir
	8. Tugas Elemen Mesin

Bandung, Desember 2013
Peneliti utama.,

(Yusril Irwan. MT)