



FINAL PROJECT – TL141584

**EFFECT OF FIBER COMPOSITION VARIATION
ON SOUND ABSORPTION COEFFICIENT
VALUE AND MECHANICAL PROPERTIES OF
BAGASSE AND BETUNG BAMBOO FIBRE WITH
GYPSUM MATRIX**

Muhammad Agung Sahida
Nrp. 2711 100 003

Advisor
Ir. Mohammad Farid, DEA

Department of Material and Metallurgical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2015

(halaman ini sengaja dikosongkan)



TUGAS AKHIR – TL141584

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT
TERHADAP NILAI KOEFISIEN ABSORPSI SUARA
DAN SIFAT MEKANIK PADA KOMPOSIT SERAT
AMPAS TEBU DAN BAMBU BETUNG DENGAN
Matriks GYPSUM**

Muhammad Agung Sahida
Nrp. 2711 100 003

Dosen Pembimbing
Ir. Mohammad Farid, DEA

Jurusan Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015

(halaman ini sengaja dikosongkan)

***PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT
TERHADAP NILAI KOEFISIEN ABSORPSI SUARA
DAN SIFAT MEKANIK PADA KOMPOSIT SERAT
AMPAS TEBU DAN BAMBU BETUNG DENGAN
Matriks Gypsum***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Bidang Studi Material Inovatif
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

MUHAMMAD AGENG SAHIDA
NRP. 22111100003

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir

Ir. Mohammad Farid, DEA (Pembimbing)

**SURABAYA
JANUARI 2015**

(halaman ini sengaja dikosongkan)

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT TERHADAP NILAI KOEFISIEN ABSORPSI SUARA DAN SIFAT MEKANIK PADA KOMPOSIT SERAT AMPAS TEBU DAN BAMB BETUNG DENGAN MATRIKS GYPSUM

Nama Mahasiswa : Muhammad Agung Sahida
NRP : 2711 100 003
Jurusan : Teknik Material dan Metalurgi
Dosen Pembimbing : Ir. Moh. Farid, DEA

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk membuat material komposit gypsum berpenguat serat alam sebagai penyerap suara. Permasalahan yang dikaji adalah untuk mengetahui hubungan kombinasi serat ampas tebu dan serat bambu betung bermatriks gypsum pada komposit terhadap nilai koefisien absorpsi suara, kekuatan tekan, dan kekuatan lenturnya. Perbandingan yang digunakan adalah V_f 30, 50 dan 70 % gypsum dengan panjang serat 40 mm. Tujuannya untuk mendapatkan komposit dengan nilai koefisien absorpsi suara yang memenuhi standar ISO 11654. Metode yang digunakan adalah hand lay up. Metode pengujian berdasarkan standart ASTM E1050, ASTM D790 dan ASTM D695. Dari hasil pengujian didapatkan nilai koefisien absorpsi suara dari ketiga parameter memenuhi standar ISO 11654 dengan nilai koefisien α lebih dari 0,15. Pada komposisi V_f 70% gipsum didapatkan hasil terbaik dengan nilai kekuatan lentur 2,00 MPa dan kekuatan tekan 6,05 MPa.

Kata kunci : gypsum, serat ampas tebu, serat bambu betung, koefisien absorpsi

(halaman ini sengaja dikosongkan)

EFFECT OF FIBER COMPOSITION VARIATION ON SOUND ABSORPTION COEFFICIENT VALUE AND MECHANICAL PROPERTIES OF BAGASSE AND BETUNG BAMBOO FIBRE WITH GYPSUM MATRIX

Name : Muhammad Agung Sahida
NRP : 2711 100 003
Department : Materials dan Metallurgical Eng.
Advisor : Ir. Moh. Farid, DEA

ABSTRACT

This research was done to make gypsum composite fiber reinforced material to be a sound absorbing material. The problems studied was to understand the relation between the combination of bagasse and betung bamboo's fiber with gypsum on the sound absorption coefficient value (α), compression strength, and bending strength. The composition used by is 30, 50, and 70% volume Gypsum and the length size of the fiber used was 40 mm. The aim was to get a good correlation between sound absorption coefficient value, bending strength, compression strength with given composition of fibers and its application as sound absorbing material according to ISO 11654 standard. Method used to made the composite was stamp sheet. Methods of testing were in accordance to ASTM E1050, ASTM D790 and ASTM D695 standards. From the results, obtained that the sound absorption coefficient value from three variables met the ISO 11654 standard with coefficient α value bigger than 0,15. On Vf 70% gypsum composition has the best value of bending strength at 2,00 MPa and the compression strength at 6,05 MPa.

Keywords : gypsum, bagasse fiber, betung bamboo's fiber, absorption coefficient, mechanical properties

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufiq, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Variasi Komposisi Serat terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Suara dan Sifat Mekanik Komposit pada Serat Ampas Tebu dan Bambu Betung dengan Matriks Gypsum”**, sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T)

Shalawat serta salam tidak lupa penulis haturkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga serta para sahabatnya yang senantiasa turut berjuang di jalan Allah SWT.

Selama melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bangsa Indonesia dan seluruh Rakyat Indonesia
2. Bapak Ir. Moh. Farid, DEA selaku dosen pembimbing yang telah sabar dalam memberikan dukungan, bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Mahnunah, Ghenuk, Ndlowe, Silikutik, atas semangat dan doa yang telah diberikan
4. Bapak Dr. Sungging Pintowantoro, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS
5. Bapak Dr. Lukman N.R, ST,MT selaku dosen wali penulis
6. Dosen Tim Penguji seminar dan sidang serta Seluruh Dosen Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS
7. Ardiyani Alfina, S.Si atas segala bantuan, support, dan semangat yang telah diberikan
8. Keluarga HMMT dan BSO-HMMT yang telah meramaikan jurusan. MT10, MT11, MT12, MT13, MT14, MT15 sekalian
9. Suban, S.T, Alldi S.T, Onev S.T, pejuang TA komposit ‘15
10. Alldi, Saifu, Jamal, Yoppy, Ateng, mas Onev, mas Buch, mas Toni C Blank Sapatroz Prolove dan pasukan woles. Iling, urip mung mampir ngombe, rausah mlete

11. Achmad Azmy A, S.T, Ahmad Saifullah, S.T, Gusti Umindya Nur Tajalla, S.T sang inspirator dalam belajar
12. Cak Roni, mas Jarjit, mbak Vanya, mas Aun, mas Habibi, dan teman sepegunungan lainnya atas bimbingannya
13. MT 13 tercinta, yaya metrim pebri hendriya dede alldi nita saifu zakki rizal kikin bella fiqli afu ade alfa hanung bakti jimmy irma fiki elok reny veno faiz arini dian retno huma aul ratna muzaki diani ilham yogi eben qumis rizka bagas plu anto wicak april bambang bangjams hilal ashid ici januar gunawan kevin yoppi vivi ica baul dewanti romlan rifqi barry ainun wahyu azmy yasfi lala aji eja hangga trendy suban zakihana noval armacan ghulam noris deni yusli marsha galang teddy ramon denta dana agis moo mus sheby igab yudha rima sheila genki arif ori umay eric aprian tia' mufti(c) helmi rustam nizam hafizengineer deka wira hisaya sayid alip mbah darmo faris zhazha dhanu jennis, kalian terbaik rek :v

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan. Harapannya pembaca dapat mengambil ilmu yang ada dan memberi saran atau kritik untuk kemajuan teknologi di masa yang akan datang.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit	5
2.1.1 Klasifikasi Komposit	9
2.1.2 Faktor Ikatan <i>Fiber-Matriks</i>	12
2.1.2 Serat	12
2.2 Hukum Pencampuran	13
2.3 Gypsum	14
2.4 Ampas Tebu	16
2.5 Bambu Betung	18
2.6 Material Akustik	20
2.7 Koefisien Serap Bunyi	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	27
3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian.....	28
3.2.1 Bahan Penelitian	28
3.2.2 Peralatan Penelitian.....	30

3.3 Variabel Penelitian.....	32
3.4 Rancangan Penelitian.....	32
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	33
3.5.1 Persiapan Bahan.....	33
3.5.1.1 Pengolahan Serat Ampas Tebu.....	33
3.5.1.2 Pengolahan Serat Bambu Betung.....	34
3.5.1.3 Persiapan Matriks Gypsum.....	34
3.5.1.4 Pembuatan Cetakan.....	34
3.5.1.5 Pembuatan Komposit.....	34
3.5.1.6 Pembongkaran Spesimen.....	35
3.5.2 Proses Pengujian.....	35
3.5.2.1 Pengujian Koefisien Serap Suara.....	35
3.5.2.2 Pengujian Lentur.....	37
3.5.2.3 Pengujian Tekan.....	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposit Gypsum Berpunguat Serat.....	41
4.2 Koefisien Serap Suara dari Komposit T/B-%G .	42
4.3 Kekuatan Tekan dan Lentur pada Komposit T/B-%G.....	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53

DAFTAR PUSTAKA	xix
-----------------------------	-----

LAMPIRAN	xxiii
-----------------------	-------

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keuntungan dan kerugian dari komposit	7
Tabel 2.2 Kandungan lignoselulosa pada <i>bagasse</i>	18
Tabel 2.3 Koefisien penyerapan bunyi dari material akustik.....	22
Tabel 3.1 Rancangan penelitian	33
Tabel 4.1 Data pengujian koefisien absorpsi suara	44
Tabel 4.2 Data pengujian tekan dan lentur pada komposit T/B-%G.....	48

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema pembentukan komposit.....	6
Gambar 2.2	Struktur bagan komposit.....	11
Gambar 2.3	Bubuk gypsum	16
Gambar 2.4	Ampas tebu.....	17
Gambar 2.5	Serat bambu betung	19
Gambar 2.6	Ilustrasi penyerapan energi oleh bahan akustik.....	21
Gambar 2.7	Pemantulan dan penyerapan bunyi dari media akustik.....	24
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	27
Gambar 3.2	Serat ampas tebu	28
Gambar 3.3	Serat bambu betung	28
Gambar 3.4	Gypsum	28
Gambar 3.5	Wax.....	29
Gambar 3.6	Air.....	29
Gambar 3.7	NaOH 1M	29
Gambar 3.8	Gergaji	30
Gambar 3.9	Cetakan pembuatan spesimen.....	30
Gambar 3.10	Timbangan	30
Gambar 3.11	Gelas ukur.....	31
Gambar 3.12	Penggaris	31
Gambar 3.13	Gunting	31
Gambar 3.14	Kertas amplas	32
Gambar 3.15	Rangkaian alat uji absorpsi suara.....	36
Gambar 3.16	Alat uji lentur.....	38
Gambar 3.17	Alat uji tekan	39
Gambar 4.1	Spesimen komposit T/B-%G di beberapa variasi komposisi	42
Gambar 4.2	Pengukuran koefisien serap suara pada material komposit T/B-%G	47

Gambar 4.3	Grafik kekuatan tekan pada material komposit T/B-%G.....	49
Gambar 4.4	Grafik kekuatan lentur pada material komposit T/B-%G.....	50

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

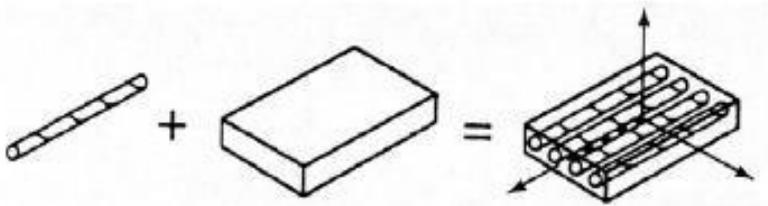
2.1 Komposit

Komposit merupakan dua atau lebih bahan yang digabung atau dicampur secara makroskopik. Maksudnya ialah penggabungan dari unsur-unsurnya secara makro. Walaupun banyak bahan yang digunakan sebagai penyusun, akan tetapi bahan-bahan tersebut biasanya tidak dianggap sebagai komposit jika satuan struktur yang terbentuk lebih cenderung ke tingkat mikroskopik daripada tingkat makroskopik. Dengan demikian paduan-paduan logam dan campuran polimer biasanya tidak diklasifikasikan sebagai komposit. Keunggulan bahan komposit adalah terbentuknya struktur baru yang merupakan penggabungan sifat-sifat unggul dari masing-masing unsur pembentuknya. Komposit mempunyai sifat yang diinginkan yang tidak dapat diperoleh dari bahan-bahan penyusun asal jika bekerja sendiri-sendiri (Gibson,1994).

Komposit juga merupakan bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer atau matriks lain diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik. Komposit juga diartikan sebagai suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda (Rijswijk,2001). Komposit adalah material multiphase, namun kebanyakan komposit tersusun dari 2 fasa, dimana salah satu penyusunnya disebut dengan nama matrik yang secara kontinue mengisolasi fasa lainnya atau biasa disebut reinforce. Karena karakteristik pembentuknya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu :

1. Penguat (reinforcement) : bahan penyusun yang mempunyai sifat kurang ductile tetapi lebih rigid serta lebih kuat
2. Matriks : bahan penyusun yang umumnya lebih ductile namun mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah

Ilustrasi ikatan dan sifat fisik komposit dapat dilihat pada gambar 2.1.



fiber (serat) matriks composite material

Gambar 2.1 Skema pembentukan komposit
(Sumber: K. van Rijswijk, et.al, 2001)

Bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro yang didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda dalam bentuk dan atau komposisi material yang tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984).

Material komposit mempunyai beberapa keuntungan diantaranya:

1. Bobotnya ringan
2. Mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik
3. Biaya produksi murah
4. Tahan korosi

Sedangkan (Peter, 2002) menjelaskan keuntungan dan kerugian komposit di dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.1
Keuntungan dan Kerugian dari Komposit

Keuntungan		Kerugian	
1.	Berat berkurang	1.	Biaya bertambah untuk bahan baku dan fabrikasi
2.	Rasio antara kekuatan atau rasio kekakuan dengan berat tinggi	2.	Sifat-sifat bidang melintang lemah
3.	Kekuatan atau kekakuan dapat beradaptasi terhadap pengaturan beban	3.	Matriks dapat menimbulkan degradasi lingkungan
4.	Lebih tahan terhadap korosi	4.	Sulit dalam mengikat
5.	Kehilangan sebagian sifat dasar material	5.	Analisa sifat-sifat fisik dan mekanik sulit dilakukan, analisis untuk efisiensi damping tidak mencapai konsensus
6.	Biaya manufaktur rendah		
7.	Konduktivitas termal atau konduktivitas listrik meningkat atau menurun		

Dari tabel 2.1 di atas dapat dilihat bahwa aplikasi komposit masih terbatas disebabkan oleh faktor ekonomi. Karena komposit menggunakan serat gelas atau material yang lain sebagai penguat, biaya bahan mentah dan biaya fabrikasi akan menjadi tinggi. Hal ini jelas terlihat pada bidang industri yang memanfaatkan material komposit, seperti pada bidang penerbangan dan kelautan.

Material komposit terdiri dari dua buah penyusun yaitu filler (bahan pengisi) dan matrik. Adapun definisi dari keduanya adalah sebagai berikut:

1. *Filler* adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Serat yang sering digunakan dalam pembuatan komposit antara lain serat E-Glass, Boron, Carbon dan

lain sebagainya. Bisa juga dari serat alam antara lain serat kenaf, jute, rami, cantula dan lain sebagainya.

2. *Matriks* bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. *Matriks* secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. *Matriks* memiliki fungsi:
 1. Mengikat serat menjadi satu kesatuan struktur
 2. Melindungi serat dari kerusakan akibat kondisi lingkungan
 3. Mentransfer dan mendistribusikan beban ke serat
 4. Menyumbangkan beberapa sifat seperti, kekakuan, ketangguhan dan tahanan listrik. (Gibson,1994)

Saat ini jenis komposit yang paling banyak digunakan adalah komposit berpenguat serat. Hal ini cukup beralasan karena memiliki keuntungan sebagai berikut:

1. Memiliki perbandingan panjang dengan diameter (*aspect ratio*) yang besar. Hal ini menggambarkan bahwa bila digunakan sebagai penguat dalam komposit, serat akan memiliki luas daerah kontak yang luas dengan matriks dibanding bila menggunakan penguat lain. Dengan demikian diharapkan akan terbentuk ikatan yang baik antara serat dengan matriks.
2. "*Size effect*". Serat memiliki ukuran yang kecil sehingga jumlah cacat per satuan volume serat akan lebih kecil dibandingkan material lain. Dengan demikian serat akan memiliki sifat mekanik yang baik dan konsisten.
3. Serat memiliki densitas yang rendah sehingga memiliki sifat mekanik spesifik (sifat mekanik per satuan densitas) yang tinggi.
4. Fleksibilitas serat dan diameternya yang kecil membuat proses manufaktur serat menjadi mudah.

2.1.1 Klasifikasi Komposit

Menurut Autar, (2006) berdasarkan *matriks* yang digunakan komposit dapat dikelompokkan atas:

1. *MMC: Metal Matriks Composite* (menggunakan *matriks* logam) Metal Matriks Composite adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matriks logam. MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah *Continuous Filamen MMC* yang digunakan dalam industri penerbangan
2. *CMC: Ceramic Matriks Composite* (menggunakan *matriks* keramik) CMC merupakan material dua fasa dengan satu fasa berfungsi sebagai penguat dan satu fasa sebagai matriks dimana matriksnya terbuat dari keramik. Penguat yang umum digunakan pada CMC adalah; oksida, carbide, nitride. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses *DIMOX* yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik di sekeliling daerah *filler*.
3. *PMC: Polymer Matriks Composite* (menggunakan *matriks* polimer).

Polimer merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan. *Matriks* polimer terbagi 2 yaitu termoset dan termoplastik. Perbedaannya polimer termoset tidak dapat didaur ulang sedangkan termoplastik dapat didaur ulang sehingga lebih banyak digunakan belakangan ini. Jenis-jenis termoplastik yang biasa digunakan adalah polypropylene (PP), polystyrene (PS), polyethylene (PE), dan lain-lain.

Berdasarkan serat yang digunakan komposit serat (fiber-matriks composites) dibedakan menjadi:

1. *Fibre composites* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.
2. *Flake composites* adalah gabungan serpih rata dengan matrik.
3. *Particulate composites* adalah gabungan partikel dengan matrik.
4. *Filled composites* adalah gabungan matrik continuous skeletal
5. *Laminar composites* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina.

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu:

1. *Continuous Fibre Composite*

Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Tipe ini mempunyai kelemahan pemisahan antar lapisan.

2. *Woven Fibre Composite (bi-directional)*

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan melemah.

3. *Discontinuous Fibre Composite*

Discontinuous Fibre Composite adalah tipe komposit dengan serat pendek.

Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 :

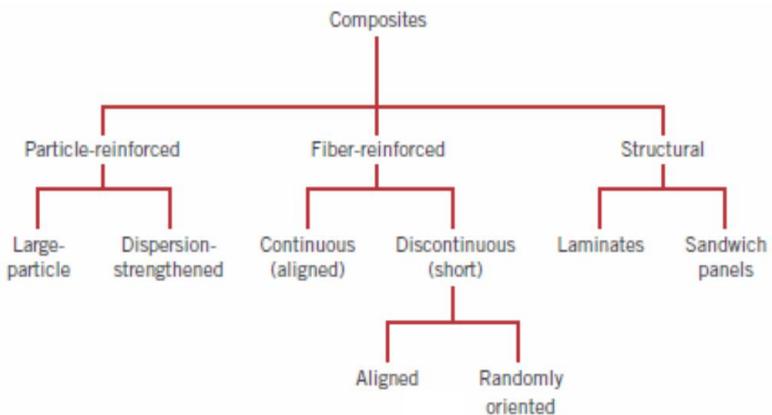
- a) *Aligned discontinuous fibre*
- b) *Off-axis aligned discontinuous fibre*
- c) *Randomly oriented discontinuous fibre*

Berdasarkan strukturnya komposit dibedakan atas:

1. *Particulate Composite Materials (komposit partikel)* merupakan jenis komposit yang menggunakan partikel/butiran sebagai filler

- (pengisi). Partikel berupa logam atau non logam dapat digunakan sebagai filler.
2. *Fibrous Composite Materials* (komposit serat) terdiri dari dua komponen penyusun yaitu matriks dan serat.
 3. *Structural Composite Materials* (komposit berlapis) terdiri dari dua atau lebih material berbeda yang direkatkan. Proses pelapisan dilakukan dengan mengkombinasikan aspek terbaik dari masing-masing lapisan untuk memperoleh bahan yang berguna.

Penjelasan mengenai klasifikasi dapat dijelaskan pada gambar 2.2 dibawah ini



Gambar 2.2. Struktur klasifikasi komposit

2.1.2 Faktor Ikatan *Fiber-Matriks*

Komposit berpenguat serat banyak diaplikasikan pada alat-alat yang membutuhkan material dengan perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat namun juga ringan. Komposit serat yang baik harus mampu menyerap *matriks* yang memudahkan melekatnya dua fase (Schwartz, 1984). Selain

itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan *matriks* berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh *matriks* dan serat. Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan *matriks* adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut (Schwartz, 1984)

2.1.3 Serat

Serat merupakan bahan yang kuat. Diameter serat antara 0,01-10 μ m dengan perbandingan panjang dan diameter (L/d) atau biasa disebut *aspect ratio*. Ukuran serat menentukan kemampuan bahan komposit menerima gaya. Karena serat yang terutama menahan gaya luar, ada dua hal yang membuat serat menahan gaya yaitu:

1. Perekatan (bonding) antara serat dan matriks (intervarsial bonding) sangat baik dan kuat, sehingga tidak mudah lepas dari matriks (debonding)
2. Kelangsingan (*aspect ratio*) yaitu perbandingan antara panjang serat dan diameter serat yang cukup besar.

Ukuran serat menentukan kemampuan bahan komposit menerima gaya atau gaya luar. Semakin panjang ukuran serat maka semakin efisien dalam menerima gaya searah serat, dan juga akan menghilangkan kemungkinan retak sepanjang batas antarmuka serat dengan matriks sehingga serat mencegah cacat permukaan (Godlief, 2011). Pencampuran yang biasa paling banyak ditemui ialah dengan mencampurkan bahan serat ke dalam matriks. Komposit

guna meningkatkan kekuatan dari bahan dasarnya tanpa membentuk ikatan kimia.

Arah serat penguat menentukan kekuatan komposit, arah serat sesuai dengan arah kekuatan maksimum. Arah serat mempengaruhi jumlah serat yang dapat diisikan ke dalam matriks. Makin cermat penataannya, makin banyak penguat dapat dimasukkan. Bila sejajar berpeluang sampai 90%, bila separuh separuh saling tegak lurus peluangnya 75%, dan tatanan acak hanya berpeluang pengisian 15 sampai 50%. Hal tersebut menentukan optimum saat komposit maksimum (Surdia, 1995).

2.2 Hukum Pencampuran

Sifat-sifat komposit pada umumnya ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain : jenis, bentuk geometris dan struktur, rasio perbandingan, daya lekat, orientasi bahan penguat bahan penyusun, dan proses pembuatan (Zulhanif,2010)

Total massa dari komposit ialah jumlah dari massa fiber dan matriks, dituliskan dengan persamaan :

$$m_c = m_m + m_f$$

$$\rho_c \cdot V_c = \rho_m \cdot V_m + \rho_f \cdot V_f$$

sehingga didapatkan massa jenis dari komposit :

$$\rho_c = (\rho_m \cdot V_m + \rho_f \cdot V_f) / V_c$$

apabila di rubah kedalam fraksi massa persamaannya menjadi :

$$\rho_c = 1 / (m_f/\rho_f + m_m/\rho_m)$$

selain itu, untuk mempermudah perhitungan dari fraksi volum ataupun fraksi beratnya dapat dituliskan dengan persamaan :

$$M_f + M_m = 1$$

$$V_f + V_m + V_v = 1$$

Dimana :

- m_c : massa komposit (gr)
- ρ_c : massa jenis komposit (gr/cm^3)
- v_c : volume komposit (cm^3)
- m_f : massa fiber (gr)
- ρ_f : massa jenis fiber (gr/cm^3)
- v_f : volume fiber (cm^3)
- m_m : massa matriks (gr)
- ρ_m : massa jenis matriks (gr/cm^3)
- v_m : volume matriks (cm^3)
- M_f : fraksi berat fiber
- M_m : fraksi berat matriks
- V_f : fraksi volume fiber
- V_m : fraksi volume matriks
- V_v : fraksi volume void

2.3 Gypsum

Menurut Sanusi (1986) gipsum sejenis hidrat kalsium sulfat adalah bahan senyawa kimia yang mengandung dua molekul hablur dan dikenal dengan nama kimia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dalam bentuk murni gipsum berupa kristal berwarna putih atau kadang-kadang warnanya keabu-abuan.

Adapun komposisi kimia bahan gipsum adalah:

1. Calcium (Ca) : 23,28 %
2. Hidrogen (H) : 2,34 %
3. Calcium Oksida (CaO) : 32,57 %
4. Air (H₂O) : 20,93 %

5. Sulfur (S) : 18,62 %

Gypsum memiliki banyak kegunaan sejak zaman prasejarah hingga sekarang. Beberapa kegunaan gipsium yaitu:

1. Drywall
2. Bahan perekat
3. Penyaring dan sebagai pupuk tanah. Di akhir abad 18 dan awal abad 19, gipsium Nova Scotia atau yang lebih dikenal dengan sebutan plaister, digunakan dalam jumlah yang besar sebagai pupuk diladang – ladang Gandum di Amerika Serikat
4. Campuran bahan pembuatan lapangan tenis
5. Sebagai pengganti kayu pada zaman kerajaan-kerajaan. Contohnya ketika kayu menjadi langka pada Zaman Perunggu, gipsium digunakan sebagai bahan bangunan
6. Sebagai pengental tofu karena memiliki kadar kalsium yang tinggi, khususnya di Benua Asia (beberapa negara Asia Timur) diproses dengan cara tradisonal
7. Sebagai penambah kekerasan untuk bahan bangunan
8. Untuk bahan baku kapur tulis
9. Sebagai salah satu bahan pembuat portland semen



Gambar 2.3 Bubuk gipsum

Gipsum juga digunakan sebagai plafon dimana gipsum mempunyai kelendutan paling minimal, fleksibel dan memiliki kemampuan konduktivitas suhu yang rendah. Berdasarkan sifat diatas gipsum sebagai plafon dengan mudah dapat di modifikasi sesuai dengan kebutuhan. Papan gipsum adalah nama generik untuk keluarga produk lembaran yang terdiri dari inti utama yang tidak terbakar dan dilapisi kertas pada permukaannya. selain untuk plafon gipsum dipakai dinding partisi seperti skat kamar dan *lining wall* (penutup tembok).

2.4 Ampas Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatra (Anonim, 2007).



Gambar 2.4 Ampas tebu

Bagasse (ampas tebu) merupakan limbah berserat yang diperoleh dari hasil samping proses penggilingan tanaman tebu (*Saccharum officinarum*). Ampas ini sebagian besar mengandung bahan lignoselulosa. *Bagasse* mengandung air 48-52%, gula rata-rata 3,3%, dan serat rata-rata 47,7%. Serat *Bagasse* sebagian besar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin serta tidak dapat larut dalam air. Menurut Lavarack *et al.* (2002) *bagasse* merupakan hasil samping proses pembuatan gula tebu (*sugarcane*) mengandung residu berupa serat, minimal 50% *bagasse* diperlukan sebagai bakar boiler, sedangkan 50% sisanya hanya ditimbun sebagai buangan yang memiliki nilai ekonomi rendah. Penimbunan *bagasse* dalam kurun waktu tertentu akan menimbulkan permasalahan bagi pabrik. Mengingat bahan ini berpotensi mudah terbakar mengotori lingkungan sekitar, dan menyita lahan yang cukup luas untuk penyimpanannya. Potensi *bagasse* di Indonesia sangat melimpah khususnya di luar pulau Jawa. Menurut Pusat

Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) tahun 2008, komposisi rata-rata hasil samping industri gula di Indonesia terdiri dari limbah cair 52,9%, blotong 3,5%, ampas tebu (*bagasse*) 32,0%, tetes tebu (*molasses*) 4,5%, dan gula 7,05% serta abu 0,1%.

Besarnya jumlah *bagasse* yang belum dimanfaatkan mendorong para peneliti untuk mengembangkan potensi *bagasse* agar memiliki nilai ekonomi. Berikut kandungan lignoselulosa pada *bagasse* (Howard, *et al.* 2003):

Tabel 2.2

Kandungan lignoselulosa pada *bagasse*

Nama Bahan	Jumlah (%)
Selulosa	33.4
Hemiselulosa	30
Lignin	36.6

2.5 Bambu Betung

Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) ialah bambu yang amat kuat, dengan jarak ruas pendek, tetapi memiliki dinding yang tebal sehingga tidak begitu liat. Garis tengah bambu betung 80-130 mm, panjang batang 10-20 m. Bambu ini sering ditanam dan tumbuh pada daerah ketinggian 1900 mdpl. (Fahmi, 2011)

Bambu betung memiliki serat yang panjang yaitu 4,69 mm. Serat yang panjang ini akan membantu terbentuknya jalinan ikatan antar serat yang lebih baik sehingga memiliki kekuatan yang tinggi dan tidak mudah ditembus oleh cahaya (Widya dan Euis, 2008; Haygreen dan Bowyer, 1996). Tebal dinding serat dari bambu betung tipis yaitu 0,009 mm akan memudahkan serat untuk melembek dan menjadi pipih sehingga memberikan permukaan yang luas bagi terjadinya ikatan antar serat, akibatnya kekuatan tariknya tinggi (Casey 1980 dalam Fatriasari 2001; Widya dan Euis, 2008). Bambu betung memiliki nilai *slenderness* (Perbandingan antara

diameter lumen dengan diameter serat) yang tinggi, sehingga sifat lentur serat akan semakin besar akibatnya pembentukan ikatan antar serat akan lebih baik. (Tamolang dan Wangaard 1961 *dalam* Ramdhani 1994).



Gambar 2.5 Serat bambu betung

Bambu betung memiliki prosentase zat terlarut dalam etanol benzena sebesar 0,91 % yang dengan kata lain sangat rendah. Akan tetapi prosentase zat terlarut dalam NaOH 1M tinggi yaitu sebesar 24,06 % . Zat terlarut dalam alkohol benzena antara lain resin, lemak, lilin dan tanin, sedangkan zat terlarut pada NaOH ialah lignin, pentosan dan heksosan. Kehadiran zat ekstraktif yang berupa minyak dan lemak akan mengurangi kekuatan ikatan antar serat, memperbesar konsumsi alkali dan memperlambat delignifikasi (Widya dan Euis, 2008). Sedangkan kehadiran zat lignin mengakibatkan sifat kegetasan serta menyebabkan resin tidak meresap

sepenuhnya pada serat bambu sehingga ikatan antara serat dan matriks tidak cukup kuat dan mempengaruhi kekuatannya ketika pengujian tarik dilakukan. (Arfie, 2010)

Kadar holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) pada Bambu Betung juga tinggi yaitu 83,8%. Selulosa yang tinggi mengindikasikan serat yang kuat, warna pulp lebih putih, relatif tahan terhadap bahan kimia dalam pemisahan dan pemurniannya serta tidak larut dalam pelarut organik netral dan air (Casey 1980 *dalam* Wardoyo 2001). Hemiselulosa yang tinggi menyebabkan serat bersifat lebih fleksibel yang penting dalam proses penggilingan, seratnya lebih mengambang dan plastis karena daya serap airnya tinggi. Serat yang plastis menyebabkan luas permukaan yang tinggi pada waktu pembentukan pulp. (Widya dan Euis, 2008)

2.6 Material Akustik

Material akustik adalah material teknik yang fungsi utamanya adalah untuk menyerap suara/bising. Material akustik adalah suatu bahan yang dapat menyerap energi suara yang datang dari sumber suara. Pada dasarnya semua bahan dapat menyerap energi suara, namun besarnya energi yang diserap berbedabeda untuk tiap bahan. Energi suara tersebut dikonversi menjadi energi panas, yang merupakan hasil dari friksi dan resistansi dari berbagai material untuk bergerak dan berdeformasi. Energi suara datang yang tiba pada suatu bahan akan diubah sebagian oleh bahan tersebut menjadi energi lain, seperti misalnya getar (vibrasi) atau energi panas. Oleh karena itu, bahan yang mampu menyerap suara pada umumnya mempunyai struktur berpori atau berserat.

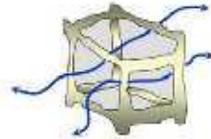
Nilai absorpsivitas suara dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\alpha = W_a/W_i$$

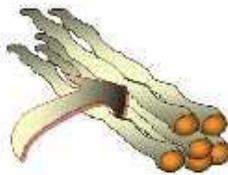
Dimana W_a dan W_i masing-masing adalah daya suara yang diserap dan daya suara yang tiba pada permukaan bahan. Secara ilustratif, gejala penyerapan suara oleh suatu bahan akustik dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut.



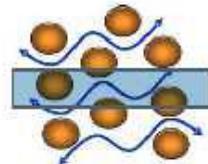
Energi suara datang pada permukaan bahan



Ilustrasi 'penyerapan' energi suara oleh bahan porous



Energi suara datang pada permukaan bahan



Ilustrasi 'penyerapan' energi suara oleh bahan berserat

Gambar 2.6 Ilustrasi penyerapan energi suara oleh bahan akustik

(sumber : repository.usu.ac.id)

Bahan-bahan akustik yang tergolong sebagai bahan penyerap suara antara lain adalah *glass wool*, *rock wool*, *soft board*, *carpet*, kain, busa, *acoustic tiles*, *resonator*, dan lain-lain.

2.7 Koefisien Serap Bunyi

Penyerap jenis berserat adalah penyerap yang paling banyak dijumpai, sebagai contoh jenis selimut mineral *wool* (*rockwool* atau *glasswool*). Penyerap jenis ini mampu menyerap bunyi dalam jangkauan frekuensi yang lebar dan

lebih disukai karena tidak mudah terbakar. Namun kelemahannya terletak pada model permukaan yang berserat sehingga harus digunakan dengan hati-hati agar lapisan serat tidak rusak/cacat dan kemungkinan terlepasnya serat-serat halus ke udara karena usia pemakaian. Penyerap dari bahan berserat dipasarkan dari berbagai ketebalan dan kerapatan sehingga yang paling sesuai dengan frekuensi bunyi yang hendak diserap. Sebagai gambaran umum untuk menyerap bunyi frekuensi rendah diperlukan penyerap berserat dalam ketebalan yang lebih bila dibandingkan dengan untuk menyerap suara berfrekuensi tinggi. Sebagai contoh bila untuk suara berfrekuensi tinggi dibutuhkan ketebalan 30 mm, maka untuk frekuensi rendah dibutuhkan ketebalan 75 mm sampai dengan 100 mm (Mediastika, 2009).

Untuk nilai koefisien penyerapan bunyi pada berbagai material dengan ketebalan tertentu dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini

Tabel 2.3

Keofisien penyerapan bunyi dari material akustik

Material	Frekwensi (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
<i>Gypsum board</i> (13 mm)	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Kayu	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
Gelas	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
<i>Tegel geocoustic</i> (81 mm)	0.13	0.74	2.35	2.53	2.03	1.73
Beton yang dituang	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Bata tidak dihaluskan	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
<i>Steel deck</i> (150 mm)	0.58	0.64	0.71	0.63	0.47	0.40

Sumber : Doelle, Leslie L, 1993.

Proses pemindahan daya bunyi dari suatu ruang tertentu, dalam mengurangi tingkat tekanan bunyi dalam volume tertentu, dikenal sebagai penyerapan bunyi. Proses ini berkaitan dengan penurunan jumlah energi bunyi dari udara

yang menjalar hingga ia mengenai suatu media berpori atau fleksibel. Bagian energi terserap ketika gelombang bunyi dipantulkan darinya disebut dengan koefisien serapan bunyi dari material.

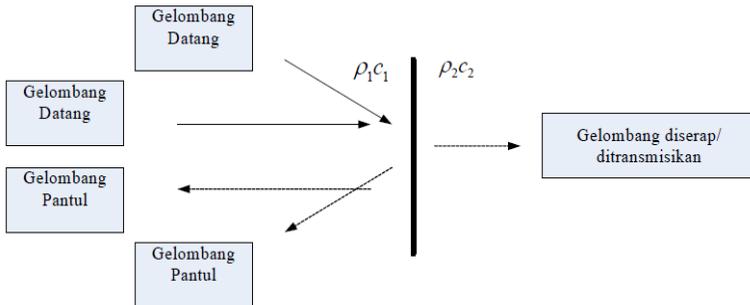
Bila suatu gelombang bunyi datang bertemu pada suatu permukaan batas yang memisahkan dua daerah dengan laju gelombang berbeda (seperti gambar 2.6), maka gelombang bunyi tersebut akan dipantulkan (R) dan diserap/ditransmisikan (α) dan kemungkinan yang terjadi adalah :

1. Dipantulkan semua ($R = 1$), artinya ketika gelombang bunyi datang dan dipantulkan kembali maka nilai efisiensi $R = 1$ atau koefisien pantul (R) adalah 1.
2. Ditransmisikan/diserap semua ($\alpha = 1$), artinya jika gelombang bunyi datang dan gelombang tersebut diserap semua maka nilai efisiensi $\alpha = 1$ atau koefisien serap (α) adalah 1.
3. Sebagian gelombang akan dipantulkan dan sebagian lagi akan ditransmisikan/diserap ($0 < \alpha < 1$).

Jika pada suatu media akustik terdapat dua material dengan sifat impedansi $\rho_1 c_1$ dan $\rho_2 c_2$ seperti pada gambar 2.6, dimana ρ adalah massa jenis material dan c adalah cepat rambat bunyi. Gelombang datang dari arah kiri merambat tegak lurus terhadap permukaan bahan. Jika $\rho_1 c_1$ lebih kecil dari $\rho_2 c_2$ kemudian energi dari gelombang datang tidak dapat ditransmisikan melewati dataran antar muka, setiap energi yang tersisa akan menjadi gelombang pantul. Sedangkan jika $\rho_1 c_1$ lebih besar dari $\rho_2 c_2$ dan energi dari gelombang

datang dapat ditransmisikan melewati dataran antar muka, setiap energi akan menjadi gelombang yang diserap. Jika $\rho_1 c_1$ sama besar dengan $\rho_2 c_2$ dan energy yang ada yang dapat ditransmisikan dan ada juga yang tidak dapat ditransmisikan maka sebagian akan menjadi gelombang

pantul dan sebagian lagi akan menjadi gelombang yang diserap.



Gambar 2.7 Pemantulan dan penyerapan bunyi dari media akustik

Sehingga dapat disimpulkan bahwa:

1. $\rho_1 c_1 > \rho_2 c_2$ akan dipantulkan
2. $\rho_1 c_1 < \rho_2 c_2$ akan diserap
3. $\rho_1 c_1 = \rho_2 c_2$ akan diserap dan dipantulkan

Perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dengan energi suara yang datang pada permukaan bahan tersebut didefinisikan sebagai koefisien absorpsi (α). Harga koefisien ini bergantung dari sifat material, frekuensi bunyi, dan sudut gelombang bunyi ketika mengenai permukaan material tersebut. Secara matematis dapat ditulis seperti rumus berikut :

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

$$\alpha = 1 - [R]^2 = 1 - [Z_2 - \rho_1 c_1 / \rho_1 c_1 + Z_2]^2$$

dimana :

$$Z_2 = \rho_2 c_2 = \text{Applied force} / \text{Particle Velocity}$$

- = Impedansi pada bahan ($\text{kg/m}^2 \text{ s} = \text{rayls}$)
 ρ_1 = Kerapatan udara (kg/m^3)
 ρ_2 = Kerapatan bahan
 C_1 = Cepat rambat bunyi diudara (m/s)
 C_2 = Cepat rambat bunyi pada bahan (m/s)

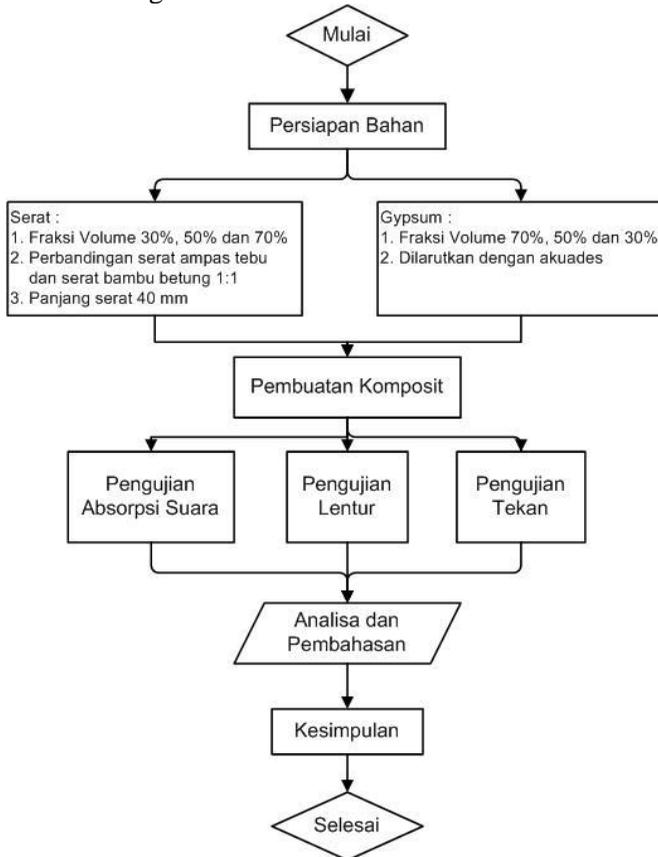
Dengan R adalah koefisien refleksi suara, yang didefinisikan sebagai perbandingan tekanan gelombang suara yang dipantulkan terhadap tekanan gelombang suara yang datang. Persamaan tersebut menggunakan asumsi bahwa tidak ada suara yang ditransmisikan atau diteruskan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan alur penelitian yang digambarkan seperti Gambar 3.1 di bawah. Pembuatan diagram alir penelitian bertujuan agar mempermudah pemahaman mengenai langkah-langkah penelitian yang dilakukan, karena digambarkan dengan sistematis.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Serat ampas tebu



Gambar 3.2 Serat ampas tebu

2. Serat bambu betung



Gambar 3.3 Serat bambu betung

3. Gypsum



Gambar 3.4 Gypsum

4. Wax/lotion



Gambar 3.5 Wax

5. Air



Gambar 3.6 Air

6. NaOH 1M



Gambar 3.7 NaOH 1M

3.2.1 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Gergaji

Gergaji digunakan untuk memotong bambu agar sesuai dengan ukuran yang diinginkan.



Gambar 3.8 Gergaji

2. Cetakan

Cetakan digunakan untuk mencetak spesimen uji



Gambar 3.9 cetakan pembuatan spesimen

3. Timbangan digital

Timbangan digital berfungsi untuk menimbang bahan yang akan digunakan



Gambar 3.10 Timbangan

4. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume larutan akuades dan NaOH yang digunakan



Gambar 3.11 Gelas ukur

5. Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur panjang serat, dan dimensi spesimen



Gambar 3.12 Penggaris

6. Gunting

Gunting digunakan untuk memotong serat



Gambar 3.13 Gunting

7. Kertas gosok

Kertas gosok digunakan untuk meratakan permukaan spesimen



Gambar 3.14 Kertas amplas

8. Mesin Uji Lentur

Mesin uji lentur yang digunakan milik Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

9. Mesin Uji Tekan

Mesin uji lentur yang digunakan milik Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

10. Mesin Uji Absorpsi Suara

Alat uji koefisien absorpsi suara milik laboratorium akustik material di Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ialah perbandingan fraksi volume, namun karena diameter serat yang berbeda-beda dan terlalu banyaknya serat yang dibutuhkan, maka perbandingan yang digunakan antara gipsium (G) dan serat (S) dikonversikan ke fraksi berat. perbandingannya sebesar:

1. 30% G : 70% S
2. 50% G : 50% S
3. 70% G : 30% S.

3.4 Rancangan Penelitian

Untuk pelaksanaan penelitian, dibawah ini adalah rancangan penelitian yang dilakukan.

Tabel 3.1 Rancangan penelitian

No	Material Komposit		Sam pel	Pengujian					
	Serat	Gipsum		Uji Lentur	Uji Tekan	Uji Absorpsi Suara			
1	70 % Vc Vft:Vfb (1 : 1)	30% Vc	1	V	V	V	V	V	V
			2	V		V		V	
			3	V		V		V	
2	50% Vc Vft:Vfb (1 : 1)	50% Vc	1	V	V	V	V	V	V
			2	V		V		V	
			3	V		V		V	
3	30% Vc Vft:Vfb (1 : 1)	70% Vc	1	V	V	V	V	V	V
			2	V		V		V	
			3	V		v		V	

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan persiapan bahan. Persiapan bahan ini penting untuk dilakukan, karena dapat mempengaruhi hasil pengujian dan dapat mempengaruhi hasil dari analisa dan pembahasan yang kita lakukan.

3.5.1 Persiapan Bahan

3.5.1.1 Pengolahan Serat Ampas Tebu

1. Serat ampas tebu dari sisa limbah industri gula direndam 1 hari lalu dicuci bersih dengan air, kemudian disisir dengan sikat kawat untuk menghilangkan gabus yang menempel dengan serat. Setelah itu dikeringkan di bawah sinar matahari selama 7 hari.
2. Serat ampas tebu yang telah dikering dilakukan penyisiran lagi untuk menghilangkan gabus yang masih melekat pada serat.

3. Serat dalam ampas tebu diambil satu persatu secara manual dengan menggunakan tangan untuk mendapatkan benang-benang serat tebu
4. Benang-benang serat yang telah terkumpul bervariasi baik diameter maupun panjangnya, oleh karena itu diseleksi yang panjangnya lebih dari 40mm
5. Serat tersebut kemudian dipotong dengan ukuran 40 mm.

3.5.1.2 Pengolahan Serat Bambu Betung

1. Bambu betung dipotong sepanjang 40 mm dengan gergaji.
2. Setelah dipotong, bambu dipukul-pukul hingga hancur dan serat terpisah dengan lidinnya secara makro satu sama lain.
3. Serat bambu yang telah dipukul-pukul direndam dengan larutan NaOH 1M untuk mengurangi kandungan ligninnya.
4. Serat dicuci bersih dengan air, lalu dikeringkan.
5. Setelah itu serat diambil dengan mencabutnya satu persatu

3.5.1.3 Persiapan Matriks Gypsum

1. Gypsum ditimbang berdasarkan perbandingan yang telah ditentukan
2. Pengadukan gipsium menggunakan air dengan perbandingan 1:1 sampai merata.

3.5.1.4 Pembuatan Cetakan

1. Untuk bagian atas dan bawah cetakan digunakan kaca dengan ukuran 25x25 cm.
2. Untuk cetakan spesimen uji absorpsi suara terbuat dari bahan seng dengan diameter 10 cm dan tinggi 1 cm
3. Untuk cetakan spesimen uji tekan terbuat dari kayu dengan dimensi 1,27x1,27x2,54 cm.
4. Untuk cetakan spesimen uji lentur terbuat dari kayu dengan dimensi 12,8x2,5x0,4 cm

3.5.1.5 Pembuatan Komposit

1. Gypsum yang sudah diaduk secara merata dicampurkan dengan serat bambu betung dan ampas tebu yang telah tercampur lalu dituangkan ke dalam cetakan yang sudah ada, dengan perbandingan fraksi massa yang telah dihitung.
2. Campuran gipsium dan serat yang sudah dimasukkan ke dalam cetakan diratakan ke seluruh penampang cetakan agar mempermudah saat di pres.
3. Setelah seluruh volume cetakan terisi penuh, maka dilakukan pengepresan dengan tujuan agar tidak terbentuk rongga-rongga udara dalam spesimen hasil cetakan

3.5.1.6 Pembongkaran Spesimen

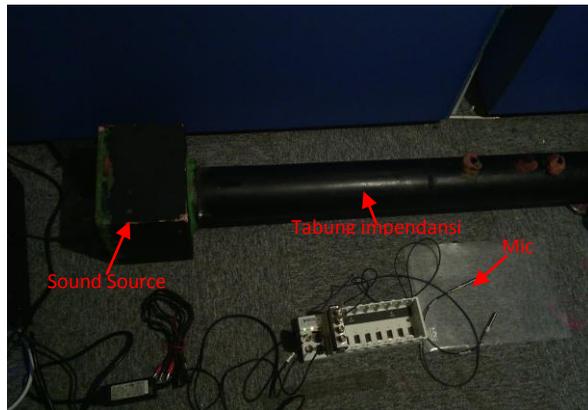
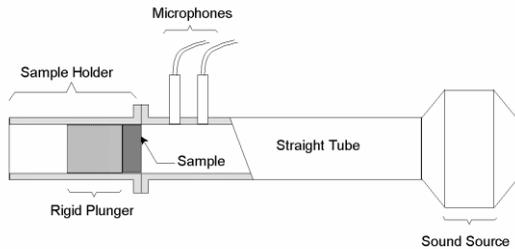
Setelah pengepresan, spesimen dibongkar dari cetakan untuk kemudian dikeringkan selama 1-2 hari dengan cara dijemur pada terik matahari untuk menghilangkan kandungan air yang masih tersisa pada gipsium.

3.5.2 Proses Pengujian

Setelah bahan komposit jadi, dilakukan beberapa pengujian yakni :

3.5.2.1 Pengujian Koefisien Penyerapan Suara

Peralatan yang digunakan untuk mengukur koefisien serap bahan adalah tabung impendansi dengan standarisasi menurut ASTM E1050. Pengujian dilakukan di Laboratorium Akustik Material, Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dimensi spesimennya berbentuk tabung dengan diameter 100mm dan tinggi 10mm. Berikut ini rangkaian alat tabung impendansi untuk mengukur uji penyerapan suara:

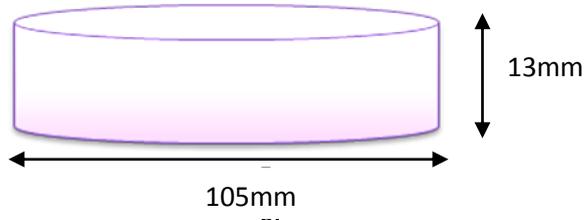


Gambar 3.15 Rangkaian alat uji absorpsi suara

Rangkaian alat terdiri dari:

1. *Acoustic material testing*: Untuk menganalisa sinyal yang diterima mikrofon
2. *Power Amplifier*: Untuk menguatkan gelombang bunyi

3. *Impedance Tube*: Sebagai tempat pengukuran koefisien serapan sampel.
4. *Komputer*: Untuk mengolah dan menampilkan data pengujian .



Gambar 3.9 Dimensi spesimen uji absorpsi suara

Pengujian *Absorption* adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu bahan untuk 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. Prinsip pengujian adalah spesimen yang berbentuk lingkaran dimasukkan ke dalam bagian kepala tabung impedansi kemudian diatur frekuensi suara pada amplifier dengan frekuensi 125 – 5000 Hz, maka speaker akan memberikan suara ke dalam tabung impedansi dan sound level meter

Data yang diperoleh akan dimasukkan ke persamaan

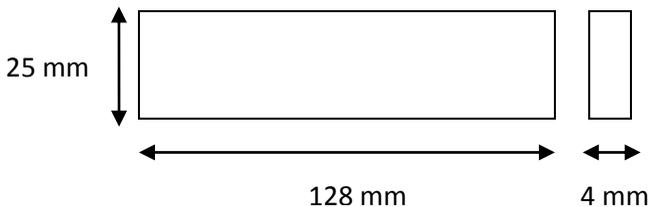
$$L = L_{maks} - L_{min} \quad (3.1)$$

$$n = \log_{10}^{-1} \frac{L}{20} \quad (3.2)$$

$$\alpha = \frac{4}{n + \frac{1}{n} + 2} \quad (3.3)$$

3.5.2.2 Pengujian Lentur

Pengujian lentur dilakukan dengan metode three point bend, dimana spesimen diletakan pada kedua tumpuan. Mesin yang digunakan adalah mesin uji Torsee milik Baristand Surabaya. Kekuatan lentur digunakan untuk menunjukkan kekakuan dari suatu material ketika dibengkokkan. Prosedur pengujian menurut standar ASTM D790. Dimensi spesimen yang diuji sesuai standart tersebut ialah sebesar 12,8x2,5x0,4 cm



Kekuatan lentur suatu material dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (3.4)$$

Keterangan:

σ_f = kekuatan lentur (MPa)

b = lebar spesimen (mm)

L = Support span (mm)

d = tebal spesimen (mm)

P = Beban yang diberikan saat pengujian (N)

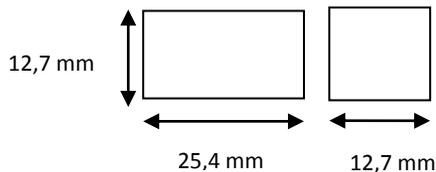
..



Gambar 3.16 Alat uji kelenturan

3.5.2.3 Pengujian Tekan

Pengujian tekan dilakukan menggunakan mesin uji Nexygen milik Baristand Surabaya dengan standar ASTM D695. Pengujian tekan ini dilakukan dengan menggunakan alat Torsee Universal Testing Machine. Dimensi spesimen yang diuji ialah 12,7x12,7x25,4 mm.



Kekuatan tekan merupakan nilai kemampuan pada area material uji untuk menerima beban tekan. Untuk mendapatkan kekuatan tekan dapat dihitung dengan rumus:

$$\sigma_c = \frac{f_c}{A} \quad (3.5)$$

Keterangan:

σ_c = Kekuatan tekan (MPa)

F_c = Beban tekan (N)

A = Luas penampang terkecil spesimen (mm²)



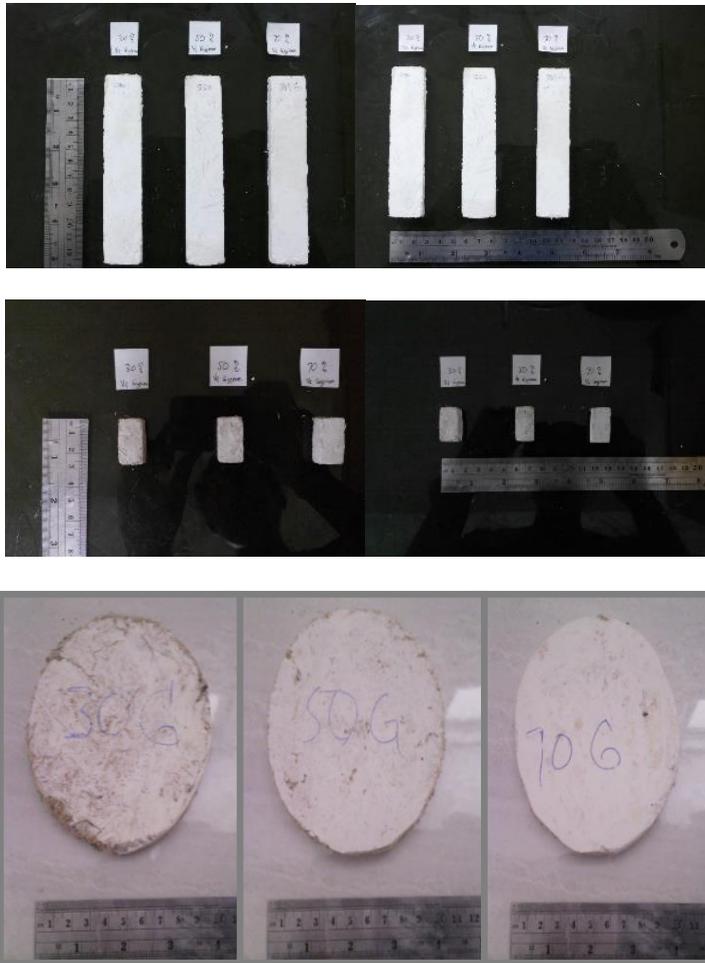
Gambar 3.17 Alat uji tekan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposit Gypsum Berpenguat Serat

Komposit yang digunakan dalam penelitian ini berbahan dasar gipsum yang didapatkan secara komersial dari PT Siam-Indo Gypsum Industry Bekasi, serat ampas tebu dari pabrik gula PTPN Candi Sidoarjo, dan serat bambu betung dari daerah Lumajang. Komposit berpenguat serat ampas tebu dan serat bambu betung dengan bermatriks gipsum (T/B-G) ini dibuat dengan cara metode *hand lay up*. Langkah pertama dalam pembuatan komposit ini dilakukan pencampuran serat ampas tebu dan serat bambu betung dengan perbandingan fraksi volume 1:1. Kemudian pencampuran gipsum dengan akuades dengan perbandingan fraksi volume 1:1 sehingga membentuk larutan gipsum. Selanjutnya serat yang telah tercampur dimasukkan dalam larutan gipsum dengan variasi volume 70% serat ampas tebu dan bambu betung dengan 30% gipsum (T/B-30%G), 50% serat ampas tebu dan bambu betung dengan 50% gipsum (T/B-50%G), dan 30% serat ampas tebu dan bambu betung dengan 70% gipsum (T/B-70%G). Spesimen kemudian dicetak ke dalam cetakan yang pada permukaannya berasal dari kayu yang telah dilapisi wax dan dasarnya berasal dari kaca. Kemudian permukaannya yang masih basah diratakan dan ditekan dengan pemberian beban. Setelah kering spesimen dilepaskan dari cetakan. Gambar 4.1 menunjukkan spesimen komposit T/B-G yang telah dilepas dari cetakan. Bentuk permukaannya halus dan warnanya putih dengan adanya serat membuat corak tersendiri.



Gambar 4.1 Spesimen uji absorpsi suara komposit T/B-G di beberapa variasi komposisi

4.2 Koefisien Serap Suara dari Komposit T/B-%G

Komposisi pada pembuatan spesimen komposit sangat mempengaruhi dari hasil nilai koefisien absorpsi suara. Pengaruh dari serat yang ditambahkan pada material

komposit bermatriks gipsium akan menghasilkan nilai koefisien absorpsi yang berbeda. Hal ini dikarenakan serat terdiri dari beberapa serat halus yang apabila dilihat dari mikroskop optik terlihat bahwa serat tersebut memiliki pori-pori yang mampu menampung suara. Selain itu, ikatan fisis antara serat sebagai penguat dan matriks gipsium juga akan membentuk rongga-rongga halus yang akan menampung suara yang diterima oleh spesimen komposit.

Pengujian koefisien absorpsi dilakukan di Laboratorium Akustik di Jurusan Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Metodenya sesuai standar ASTM E1050 mengenai pengujian material akustik. Perangkat yang digunakan pada eksperimen ini meliputi : dua mikrofon, amplifier, tabung impedansi, *pulse multi analyzer*, dan laptop. Cara kerjanya, spesimen dipasang didalam tabung impedansi dengan posisi melintang menggunakan penyangga plastisin. Kemudian gelombang dikeluarkan dari sumber bunyi yang terhubung dengan amplifier di ujung tabung. Bunyi awal diserap oleh mikrofon yang terdekat dengan sumber bunyi, lalu ada gelombang yang lurus ke permukaan spesimen komposit dan ditangkap kembali oleh mikrofon yang kedua. Hasil dari gelombang suara yang datang dan gelombang suara yang tertangkap kemudian dianalisis untuk mendapatkan fungsi respon frekuensi. Perhitungan nilai koefisien penyerapan suara digunakan perangkat lunak (*software*) Pulse v.6. Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk grafik menggunakan *software* matlab. Dengan grafik ini, kemudian perilaku penyerapan suara pada komposit gipsium dianalisis dan kemudian dilakukan intepretasi.

Kualitas dari bahan penyerap suara ditunjukkan dengan harga α (nilai koefisien absorpsi), 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 itu sendiri.

Dari pengujian koefisien absorpsi yang telah dilakukan, diperoleh hasil data sebagai berikut :

Tabel 4.1

Data pengujian koefisien absorpsi suara

Frekuensi (Hz)	Nilai Koefisien Absorpsi suara (α)			
	100 %G	T/B- 70%G	T/B- 50%G	T/B- 30%G
125	0.048	0.179	0.182	0.154
315	0.067	0.292	0.225	0.259
630	0.016	0.392	0.31	0.36
1250	0.063	0.39	0.359	0.405
2000	0.0016	0.352	0.381	0.406
4000	0.138	0.396	0.431	0.444

Dari hasil pengujian koefisien absorpsi pada komposit serat ampas tebu dan bambu betung dengan matriks gipsum dapat dilihat pada tabel 4.1, nilai koefisien absorpsi terhadap 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 serat sehingga berdampak pada nilai koefisien absorpsi.

Pada spesimen yang terbuat dari 100% gipsum, menunjukkan bahwa spesimen gipsum ini mempunyai koefisien penyerapan suara yang buruk. Pada frekuensi tinggi terutama pada frekuensi 2000 Hz, nilai koefisien absorpsinya hanya berkisar 0,0016. Oleh karena itu material berbahan gipsum saja kurang cocok untuk material penyerap suara.

Pada spesimen komposit A (T/B-30%G) terlihat bahwa spesimen dengan komposisi ini mempunyai kemampuan penyerapan suara yang baik. Pada frekuensi rendah nilai α

(koefisien absorpsi)nya sebesar 0,154 pada frekuensi 125 Hz, namun menurun pada frekuensi 160 Hz dengan nilai α sebesar 0,154. Akan tetapi pada frekuensi selanjutnya 200, 250, 315, 400 sampai 630 Hz nilai α nya terus meningkat sampai 0,36. Pada rentang frekuensi sedang antara 800 sampai 2000 Hz nilai α nya terus mengalami kenaikan sampai nilai 0,406. Sedangkan pada rentang frekuensi tinggi 2000 Hz sampai 4000 Hz kemampuan menyerap suaranya sangat baik dengan peningkatan nilai α sampai 0,444 sehingga kemampuan penyerapan terbaik ada pada frekuensi 4000 Hz dengan nilai α tertinggi

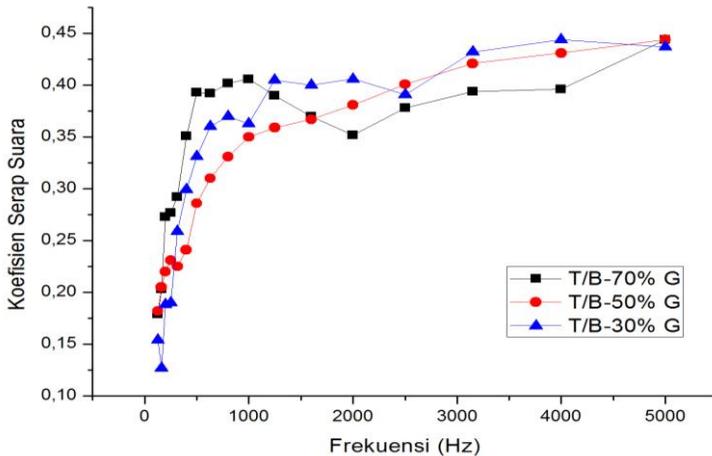
Hasil uji spesimen komposit B (T/B-50%G) terlihat bahwa spesimen dengan komposisi ini mempunyai kemampuan penyerapan suara yang baik pula. Pada frekuensi rendah 125 Hz nilai α nya sebesar 0,182. Kemudian pada frekuensi 160 sampai 630 Hz nilai α tersebut naik secara konstan tanpa mengalami penurunan sampai mencapai nilai α nya sebesar 0,31. Pada frekuensi sedang antara 800 sampai 2000 Hz nilai koefisien absorpsi nya terus meningkat sampai dengan nilai α nya sebesar 0,381. Pada frekuensi tinggi, nilai α nya terus mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi ini mempunyai kestabilan yang baik dalam penyerapan suara. Kemampuan penyerapan suara tertinggi pada frekuensi 4000 Hz dengan nilai α sebesar 0,431.

Kemudian pada spesimen komposit C (T/B-70%G) bahwa spesimen dengan komposisi ini juga mempunyai kemampuan penyerapan suara yang baik. Pada frekuensi rendah 125 Hz nilai α nya sebesar 0,179. Kemudian pada frekuensi 160 sampai 630 Hz nilai α tersebut naik secara konstan tanpa mengalami penurunan sampai mencapai nilai α nya sebesar 0,392. Pada frekuensi sedang antara 800 sampai 1000 Hz nilai koefisien absorpsi nya meningkat sampai dengan nilai α nya sebesar 0,39, namun pada frekuensi 1250, 1600, sampai 2000 Hz nilai α nya menurun

hingga 0,352. Lalu pada frekuensi tinggi, nilai α nya kembali mengalami peningkatan. Kemampuan penyerapan suara tertinggi pada frekuensi 4000 Hz dengan nilai α sebesar 0,396.

Gambar 4.2 menunjukkan karakteristik kemampuan penyerapan suara ketiga spesimen ini mirip pada frekuensi tinggi. Perbedaan koefisien penyerapan suara terlihat berbeda di frekuensi rendah dan sedang tetapi pada rentang frekuensi tinggi perbedaan koefisiennya penyerapan suaranya sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh hubungan antara banyaknya komposisi serat terhadap nilai koefisien absorpsi suara.

Dari hasil pengujian untuk komposit berpenguat serat dengan menggunakan matriks gipsum koefisien absorpsi untuk spesimen A, spesimen B dan spesimen C berbeda – beda karena nilai kerapatan dari ketiga jenis spesimen tersebut berbeda – beda. Pada frekuensi rendah 100 Hz – 800 Hz spesimen C mempunyai nilai koefisien penyerapan suara yang lebih tinggi dari pada spesimen A dan spesimen B, sedangkan pada frekuensi tinggi 2000-5000 Hz spesimen A dengan perbandingan serat yang paling banyak mempunyai nilai koefisien penyerapan suara yang paling tinggi dibandingkan dengan kedua spesimen lain. Hal ini disebabkan karena pada spesimen A mengandung serat ampas tebu dan bambu betung membuat suara yang terserap lebih diakibatkan adanya ruang yang terbentuk dalam spesimen sedangkan pada spesimen C malah sebaliknya, mengandung serat ampas tebu dan bambu betung yang paling sedikit.



Gambar 4.2 Pengukuran koefisien serap suara pada material komposit T/B-%G

Jadi adanya penambahan serat ampas tebu dan bambu betung pada komposit dengan matriks gipsum akan meningkatkan nilai koefisien absorpsi pada frekuensi tinggi. Tetapi pada frekuensi rendah mempunyai nilai koefisien absorpsi yang rendah, namun sudah memenuhi standart ISO 11654. Dengan adanya kandungan serat ampas tebu dan bambu betung yang berbeda-beda dapat menyebabkan terjadi perbedaan kerapatan yang berbeda-beda pula. Dimana adanya kandungan serat ampas tebu dan bambu betung akan mengurangi kerapatan.

Serat ampas tebu dan bambu betung juga dapat mengakibatkan spesimen menjadi tidak homogen karena adanya penyebaran serat ampas tebu dan bambu betung yang tidak merata. Ketidak homogenan spesimen akan mempengaruhi nilai koefisien absorpsi. Secara umum berdasarkan nilai NRC (Noise Reduction Coeffisien), maka spesimen C dapat menyerap suara yang lebih baik pada frekuensi rendah sampai sedang dari pada kedua spesimen

karena mengandung serat ampas tebu dan bambu betung yang lebih sedikit. Namun pada frekuensi tinggi spesimen C adalah spesimen yang memiliki nilai NRC yang paling kecil dibandingkan kedua jenis spesimen yang lain karena kemampuan penyerapan suaranya lebih rendah. Jadi pada frekuensi yang tinggi, kemampuan penyerapan spesimen A lebih baik daripada spesimen B dan C. menurut Yusril (2013) semakin banyak kandungan serat 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.

4.3 Kekuatan Tekan dan Lentur pada Komposit T/B-%G

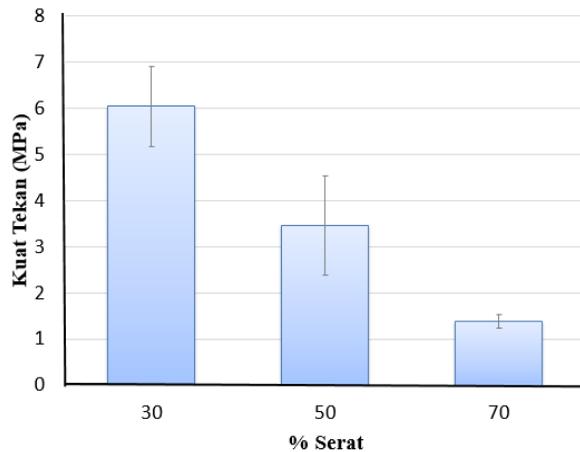
Dari pengujian kekuatan tekan dan kekuatan lentur yang telah dilakukan, diperoleh hasil data sebagai berikut :

Tabel 4.2

Data pengujian tekan dan lentur pada komposit T/B-%G

Material	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Lentur (MPa)
T/B-70%G	6,05 ±0,87	2,00 ±0,63
T/B-50%G	3,46 ±1,07	1,52 ±0,18
T/B-30%G	1,38 ±0,14	1,61 ±0,57

Dari analisa hasil kekuatan tekan dan lentur tabel 4.2 diatas, kemudian diplotkan ke dalam grafik.

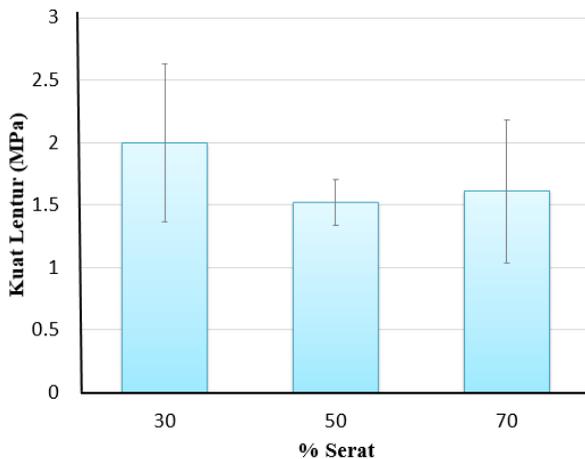


Gambar 4.3 Grafik kekuatan tekan pada material komposit T/B-%G

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa pada komposit spesimen T/B-70%G mempunyai nilai kekuatan tekan tertinggi sebesar 6,05 MPa. Pada spesimen komposit T/B-50%G kekuatan tekannya sebesar 3,46 MPa. Sedangkan pada spesimen komposit T/B-30%G mempunyai nilai kekuatan tekan yang paling rendah yakni sebesar 1,38 MPa.

Nilai ini menunjukkan bahwa adanya penambahan serat mempengaruhi kekuatan tekan dari material komposit. Semakin banyak serat yang ditambahkan maka kemampuan tekan komposit semakin turun. Hal ini dikarenakan adanya ikatan antara gipsium sebagai matriks dalam komposit dengan serat sebagai penguat yang kurang baik. Pengaruh penambahan serat akan lebih terlihat apabila dilakukan pengujian tarik. Serat akan berperan sebagai penanggung tegangan terbesar pada proses uji tarik sebelum material mengalami patah. Namaun sebaliknya pada uji tekan, peran matriks akan lebih terlihat. Semakin banyak matriks yang ada pada komposit maka akan menambah rigiditas atau kerapatan pada material tersebut.

Pada spesimen T/B-30%G memiliki kekuatan tekan yang lebih rendah daripada spesimen yang lain, namun untuk koefisien penyerap suara spesimen tersebut memiliki nilai koefisien α yang paling baik pada saat menerima frekuensi tinggi. Hal ini dikarenakan serat yang terkandung pada komposit berperan membentuk ruang sebagai penyerap suara apabila ada energi suara yang mengenai material komposit.



Gambar 4.4 Grafik kekuatan lentur pada material komposit T/B-%G

Berdasarkan hasil pengujian, nilai kekuatan lentur terendah ada pada spesimen komposit T/B-50%G sebesar 1,52 MPa dan kekuatan lentur tertinggi ada pada spesimen komposit T/B-70%G sebesar 2 MPa. dan hasil dari material T/B-30%G sebesar 1,61 MPa. Dari hasil pengujian lentur juga menunjukkan bahwa kekuatan lentur terbesar ada pada komposisi dengan volume matriks terbanyak, dan kekuatan lentur terendah ada pada komposisi perbandingan serat dan

matriks 1:1. Hal ini menunjukkan adanya indikasi bahwa penerimaan beban pada pengujian lentur hanya berpusat di tengah dan adanya distribusi serat yang kurang baik akan membuat nilai kekuatan bendungnya tidak sesuai seiring dengan penambahan komposisi penguatnya. Menurut Emmy (2012) kurangnya serat yang ditambahkan akan menurunkan kemampuan komposit untuk menahan beban yang diberikan, sehingga dapat dilihat dalam bentuk patahannya setelah dilakukan pengujian terlihat lebih getas dikarenakan kurangnya serat yang ditambahkan. Hal ini dapat terjadi apabila antara serat yang satu dengan yang lain saling membentuk ikatan antar muka yang kuat dengan adanya *per coupling agent* atau perekat. Namun apabila serat yang ditambahkan terlalu banyak maka kemungkinan terbentuk rongga atau celah antar serat juga semakin besar. Maka dari itu setiap komposisi komposit akan mempunyai batas tertentu sampai seberapa ia mampu ditambahi dengan penguat. Menurut Yeremias (2012) penambahan fraksi volume ternyata tidak terlalu berpengaruh besar terhadap nilai kekuatan bendungnya. Hal tersebut cukup beralasan karena pada proses pembuatan komposit kontrol serat baik dari aspek rasio, panjang, ataupun orientasi yang kurang teliti akan menimbulkan hasil yang berbeda pula. Pada material komposit dengan arah orientasi serat acak, kemampuan menahan beban lenturnya tidak sebagus komposit dengan arah serat longitudinal dikarenakan susunan dan penyebaran serat yang tidak merata dan homogen arahnya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Koefisien absorpsi gypsum dengan penambahan serat ampas tebu dan bambu betung memiliki nilai koefisien $\alpha > 0,15$ sehingga telah memenuhi standar ISO 11654
2. Variasi fraksi volume matriks gypsum dan serat (ampas tebu dan bambu betung) berpengaruh terhadap kekuatan tekan dan kekuatan lentur. Nilai sifat mekanik pada komposit ini semakin menurun seiring dengan penambahan serat, nilai kekuatan tekan dan kekuatan lentur terbesar ada pada komposisi Vf 70% gypsum.
3. Material komposit gypsum berpenguat serat ampas tebu dan bambu betung merupakan material isotropi berorientasi serat acak 2 dimensi, dalam aplikasinya dapat digunakan sebagai *wall tiles*.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Pembuatan spesimen sebaiknya menggunakan cetakan yang mempunyai alat penekan sehingga proses pengepresannya dapat diatur
2. Untuk meningkatkan kekuatan mekaniknya bisa ditambahkan bahan lain (misal: *malaic anhydride*) dalam matriksnya.
3. Dilakukan pengujian lanjutan untuk mengetahui kekuatan mekanik yang lain (kekuatan cabut sekrup, kekuatan tancap paku, dll) untuk pemakaian panel board atau planks

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D695. 2001. *Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics*. (USA: ASTM International)
- ASTM D790. 2003. *Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials*, Annual book of ASTM Standards, Vol.08.01, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphia, USA.
- ASTM-E1050-98. *Standard test method for impedance and absorption of acoustical material using a tube, two microphones, and digital frequency analysis system*. ASTM Subcommittee E33.01
- Autar, K. Kaw. 2006. "Mechanics of Composite Materials, University of South Florida, Tampa. Taylor & Francis Group
- Doelle, L. L. 1972. *Akustik Lingkungan*. Jakarta: Erlangga.
- Doost, Kazem et. al. 2013. Correlation Between Sound Absorption Coefficients With Physical and Mechanical Properties of Insulation Boards Made From Sugar Cane Bagasse. Journal Science Direct
- Egan, David. 2005. *Concept in Architectural Acoustic*. New York : Mc Graw-Hill Book Company.
- Emmy Dyah, dkk. 2012. *Pengaruh Panjang serat dan Fraksi Volume terhadap Kekuatan Impact dan Bending Material Komposit Polyester-Fiberglass dan Polyester-Pandan Wangi*. Dinamika Teknik Mesin, volume 2 No.1
- Gibson, R. F. 1994. *Principles of Composite Material*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Ghavami, Khosrow. 2005. Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements. Cement and Concrete Composites Vol 27: 637-649. <http://www.elsevier.com>
- Howard R.L., E. Abotsi, E.L.J. van Rensburg and S. Howard. 2003. *Lignocellulose biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production*. Afr. J. Biotechnol. 2.

- Irwan, Yusril. 2013. *Karakteristik Akustik Papan Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik Keramik*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri. ITN Bandung
- K. van Rijswijk, M.Sc, et.al. 2001. *Natural Fibre Composites Structures and Materials*. Laboratory Faculty of Aerospace Engineering Delft University of Technology.
- Lee, Y and Changwhan, J. 2003. *Sound Absorption Properties of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers*. *AUTEX Research Journal*. Vol. 3, No.2.
- Lord, P., dan T. Duncan. 2001. *Detail Akustik*, edisi 3. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Mediastika, E Christina. 2009. *Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan*. Yogyakarta.
- Paino. 2011. *Pemanfaatan Serat Bambu sebagai Campuran Gypsum untuk Pembuatan Profil Plafon dengan Bahan Pengikat Lateks Akrilik*. Tesis Fakultas MIPA USU, Medan.
- Pell, Yeremias. 2012. Pengaruh Fraksi Volume terhadap Karakterisasi Mekanik Green Composite Widuri – Epoxy. Sainstek. Universitas Nusa Cendana.
- Peter, S. T. 2002. *Composite Materials and Processes*. In: Harper, C. A. Ed. *Handbook of Plastics, Elastomers, & Composites*. 4th ed. N. Y.: McGraw-Hill Companies, Inc
- Purwadi,R.E. 1993. *Sifat Fisis Mekanis Papan Gypsum dari Sabut Kelapa*, Skripsi Fakultas Kehutanan IPB, Fahutan IPB Bogor.
- Qory, dkk. 2014. Analisa Koefisien Bunyi Material Serat Batang Kelapa Sawit dengan Gypsum Menggunakan Sonic Wave Analyzer. JOM FMIPA volume 1. Universitas Riau
- Sanusi, M. 1986. *Mutu dan Pemurnian Gypsum Di Sulawesi Selatan-Ujung Pandang*, Jurnal Kimia 36
- Schwartz, M.M. 1984. *Composite Materials Handbook*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Simatupang,M.H. 1985. *Petunjuk Membuat Panel Kayu Dengan Perekat Gypsum*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan Bogor.

- Sujarwata dan Sarwi. 2006. Pemanfaatan *Limbah Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Peredam Bunyi*. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia Vol.4 No2.
- Yudo, Hartono dan Sukanto Sujatmiko. 2008. *Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (Baggase) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik dan Impak*. Kapal Vol. 5 No. 2.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN A (Perhitungan)

Mencari massa jenis serat

$$p_2 = \frac{w_1 \times p_w}{w_2 - (w_3 - ww)}$$

Keterangan :

p_2 = massa jenis serat (gr/cm³)

p_w = massa jenis air (gr/cm³)

w_1 = massa kering (gr)

w_2 = massa basah (gr)

w_3 = massa dalam air (gr)

ww = massa benang dan timbangan

Untuk perhitungan serat ampas tebu diketahui :

$$p_w = 1 \text{ gr/cm}^3$$

$$w_1 = 1 \text{ gr}$$

$$w_2 = 4,36 \text{ gr}$$

$$w_3 = 0,135 \text{ gr}$$

Asumsi : timbangan dapat dinetralkan, sehingga $ww=0$

Sehingga massa jenis serat ampas tebu,

$$p_2 = \frac{1 \times 1}{4,36 - (0,135)}$$
$$p_2 = 0,237 \text{ gr/cm}^3$$

Untuk perhitungan serat bambu betung diketahui :

$$p_w = 1 \text{ gr/cm}^3$$

$$w_1 = 1 \text{ gr}$$

$$w_2 = 4,07 \text{ gr}$$

$$w_3 = 0,117 \text{ gr}$$

Asumsi : timbangan dapat dinetralkan, sehingga $w_w=0$
Sehingga massa jenis serat bambu betung,

$$\rho_2 = \frac{1 \times 1}{4,07 - (0,117)}$$
$$\rho_2 = 0,253 \text{ gr/cm}^3$$

Untuk massa jenis gipsum sesuai dengan yang tertera pada label kemasan diketahui = $2,32 \text{ gr/cm}^3$

Perhitungan komposisi

Dimensi cetakan berdasarkan standar yang telah ditentukan pada metodologi.

Mencari volume masing-masing cetakan :

- Cetakan Uji Lentur
 $V = p \times l \times t = 128\text{mm} \times 25\text{mm} \times 4 \text{ mm}$
 $= 12800 \text{ mm}^3$
 $= 12,8 \text{ cm}^3$
- Cetakan Uji Tekan
 $V = 25,4 \text{ mm} \times 12,7 \text{ mm} \times 12,7 \text{ mm}$
 $= 4096,77 \text{ mm}^3$
 $= 4,097 \text{ cm}^3$
- Cetakan Uji Koefisien Absorpsi
 $V = \pi r^2 t = \pi (52,5 \text{ mm})^2 \times 13 \text{ mm}$
 $= 112567,19 \text{ mm}^3$
 $= 112,567 \text{ cm}^3$

Perbandingan fraksi massa

Spesimen A, (T/B-30%G)

volume serat : volume gipsum = 70%:30%

- Uji Lentur

Fraksi volume serat

$$0,5 \times 70\% \times \text{Volume cetakan} = 35\% \times 12,8 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat} = 4,48 \text{ cm}^3$$

serat ampas tebu

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,237 \text{ gr/cm}^3 \times 4,48 \text{ cm}^3 \\ = 1,062 \text{ gr}$$

serat bambu betung

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,253 \text{ gr/cm}^3 \times 4,48 \text{ cm}^3 \\ = 1,13 \text{ gr}$$

Fraksi volume matriks

$$30\% \times \text{Volume cetakan} = 30\% \times 12,8 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume matriks} = 3,84$$

gypsum

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 2,32 \text{ gr/cm}^3 \times 3,48 \text{ cm}^3 \\ = 8,91 \text{ gr}$$

- Uji Tekan

Fraksi volume serat

$$0,5 \times 70\% \times \text{Volume cetakan} = 35\% \times 4,097 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat} = 1,43 \text{ cm}^3$$

serat ampas tebu

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,237 \text{ gr/cm}^3 \times 1,43 \text{ cm}^3$$

$$= 0,39 \text{ gr}$$

serat bambu betung

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,253 \text{ gr/cm}^3 \times 1,43 \text{ cm}^3$$

$$= 0,36 \text{ gr}$$

Fraksi volume matriks

$$30\% \times \text{Volume cetakan} = 30\% \times 4,097 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume matriks} = 1,23$$

gypsum

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 2,32 \text{ gr/cm}^3 \times 1,23 \text{ cm}^3$$

$$= 2,85 \text{ gr}$$

- Uji Absorpsi Suara

Fraksi volume serat

$$0,5 \times 70\% \times \text{Volume cetakan} = 35\% \times 112,57 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat} = 39,4 \text{ cm}^3$$

serat ampas tebu

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,237 \text{ gr/cm}^3 \times 39,4 \text{ cm}^3$$

$$= 9,34 \text{ gr}$$

serat bambu betung

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,253 \text{ gr/cm}^3 \times 39,4 \text{ cm}^3$$

$$= 9,97 \text{ gr}$$

Fraksi volume matriks

$$30\% \times \text{Volume cetakan} = 30\% \times 112,57 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume matriks} = 33,77$$

gypsum

$$\rho = m/v$$

$$\begin{aligned} m &= \rho v = 2,32 \text{ gr/cm}^3 \times 33,77 \text{ cm}^3 \\ &= 78,35 \text{ gr} \end{aligned}$$

Spesimen B, (T/B-50%G)

$$\text{volume serat : volume gipsum} = 50\%:50\%$$

- Uji Lentur

Fraksi volume serat

$$0,5 \times 50\% \times \text{Volume cetakan} = 25\% \times 12,8 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat} = 3,2 \text{ cm}^3$$

serat ampas tebu

$$\rho = m/v$$

$$\begin{aligned} m &= \rho v = 0,237 \text{ gr/cm}^3 \times 3,2 \text{ cm}^3 \\ &= 0,758 \text{ gr} \end{aligned}$$

serat bambu betung

$$\rho = m/v$$

$$\begin{aligned} m &= \rho v = 0,253 \text{ gr/cm}^3 \times 3,2 \text{ cm}^3 \\ &= 0,81 \text{ gr} \end{aligned}$$

Fraksi volume matriks

$$50\% \times \text{Volume cetakan} = 50\% \times 12,8 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume matriks} = 6,4$$

gypsum

$$\rho = m/v$$

$$\begin{aligned} m &= \rho v = 2,32 \text{ gr/cm}^3 \times 6,4 \text{ cm}^3 \\ &= 14,85 \text{ gr} \end{aligned}$$

- Uji Tekan

Fraksi volume serat

$$0,5 \times 50\% \times \text{Volume cetakan} = 25\% \times 4,097 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat} = 1,024 \text{ cm}^3$$

serat ampas tebu

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,237 \text{ gr/cm}^3 \times 1,024 \text{ cm}^3$$

$$= 0,243 \text{ gr}$$

serat bambu betung

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,253 \text{ gr/cm}^3 \times 1,024 \text{ cm}^3$$

$$= 0,259 \text{ gr}$$

Fraksi volume matriks

$$50\% \times \text{Volume cetakan} = 50\% \times 4,097 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume matriks} = 2,048$$

gypsum

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 2,32 \text{ gr/cm}^3 \times 2,048 \text{ cm}^3$$

$$= 4,75 \text{ gr}$$

- Uji Absorpsi Suara

Fraksi volume serat

$$0,5 \times 50\% \times \text{Volume cetakan} = 25\% \times 112,57 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat} = 28,14 \text{ cm}^3$$

serat ampas tebu

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,237 \text{ gr/cm}^3 \times 28,14 \text{ cm}^3$$

$$= 6,67 \text{ gr}$$

serat bambu betung

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,253 \text{ gr/cm}^3 \times 28,14 \text{ cm}^3 \\ = 7,12 \text{ gr}$$

Fraksi volume matriks

$$50\% \times \text{Volume cetakan} = 50\% \times 112,57 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume matriks} = 56,28$$

gypsum

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 2,32 \text{ gr/cm}^3 \times 56,28 \text{ cm}^3 \\ = 130,57 \text{ gr}$$

Spesimen C, (T/B-70%G)

$$\text{volume serat} : \text{volume gipsum} = 30\%:70\%$$

- Uji Lentur

Fraksi volume serat

$$0,5 \times 30\% \times \text{Volume cetakan} = 15\% \times 12,8 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat} = 1,92 \text{ cm}^3$$

serat ampas tebu

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,237 \text{ gr/cm}^3 \times 1,92 \text{ cm}^3 \\ = 0,46 \text{ gr}$$

serat bambu betung

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,253 \text{ gr/cm}^3 \times 1,92 \text{ cm}^3 \\ = 0,486 \text{ gr}$$

Fraksi volume matriks

$$70\% \times \text{Volume cetakan} = 70\% \times 12,8 \text{ cm}^3$$

Volume matriks = 8,96

gypsum

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 2,32 \text{ gr/cm}^3 \times 8,96 \text{ cm}^3 \\ = 20,79 \text{ gr}$$

- Uji Tekan

Fraksi volume serat

$$0,5 \times 30\% \times \text{Volume cetakan} = 15\% \times 4,097 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat} = 0,61 \text{ cm}^3$$

serat ampas tebu

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,237 \text{ gr/cm}^3 \times 0,614 \text{ cm}^3 \\ = 0,145 \text{ gr}$$

serat bambu betung

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,253 \text{ gr/cm}^3 \times 0,614 \text{ cm}^3 \\ = 0,155 \text{ gr}$$

Fraksi volume matriks

$$70\% \times \text{Volume cetakan} = 70\% \times 4,097 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume matriks} = 2,87$$

gypsum

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 2,32 \text{ gr/cm}^3 \times 2,87 \text{ cm}^3 \\ = 6,65 \text{ gr}$$

- Uji Absorpsi Suara

Fraksi volume serat

$$0,5 \times 30\% \times \text{Volume cetakan} = 15\% \times 112,57 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume serat} = 16,89 \text{ cm}^3$$

serat ampas tebu

$$\rho = m/v$$

$$\begin{aligned} m &= \rho v = 0,237 \text{ gr/cm}^3 \times 16,89 \text{ cm}^3 \\ &= 4 \text{ gr} \end{aligned}$$

serat bambu betung

$$\rho = m/v$$

$$\begin{aligned} m &= \rho v = 0,253 \text{ gr/cm}^3 \times 16,89 \text{ cm}^3 \\ &= 4,27 \text{ gr} \end{aligned}$$

Fraksi volume matriks

$$70\% \times \text{Volume cetakan} = 70\% \times 112,57 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume matriks} = 78,79$$

gypsum

$$\rho = m/v$$

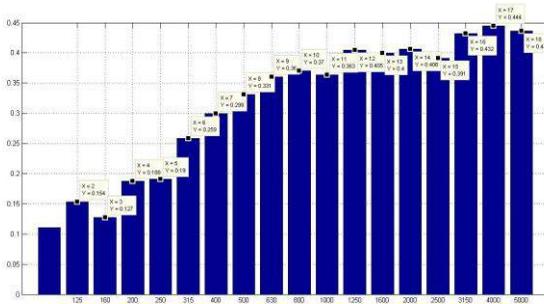
$$\begin{aligned} m &= \rho v = 2,32 \text{ gr/cm}^3 \times 78,79 \text{ cm}^3 \\ &= 182,8 \text{ gr} \end{aligned}$$

(halaman ini sengaja dikosongkan)

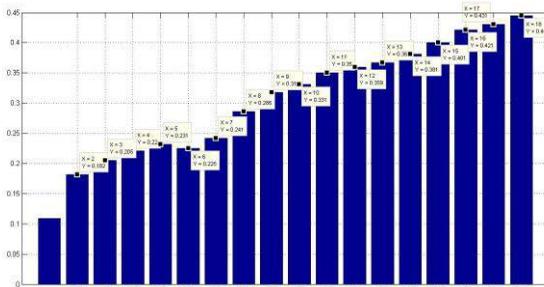
LAMPIRAN B (Hasil Pengujian)

Data pengujian koefisien serap suara

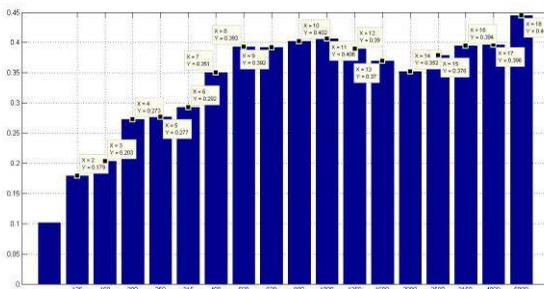
1. komposit T/B-30%G



2. komposit T/B-50%G



3. komposit T/B-70%G



Data pengujian lentur

Material	No.	Lebar benda uji (cm)	Tebal benda uji (cm)	Beban patah (Kg)	Kuat lentur (Kg/cm²)
T/B-	1	2,46	0,86	3,46	28,92
70%G	2	2,45	0,83	1,23	11,11
T/B-	1	2,6	0,80	1,95	17,86
50%G	2	2,56	0,86	1,58	12,57
T/B-	1	2,46	0,81	2,56	24,17
30%G	2	2,31	0,81	0,80	8,04



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENKAJIAN KEBIJAKAN IKLIM DAN MUTU INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, (031) 7000034, Fax. (031) 8410480
<http://surabaya.bpkim.kemendperin.go.id/>

LAPORAN PENGUJIAN

Test Report

No. 4440/LHU/IX/2014

NO. ANALISA : P 4604 s/d 4606
Analisa No.

KOMODITI : Komposit
Commodity

DIBUAT UNTUK : STEFANUS LAGA SUBAN
Executed For

ALAMAT : Semampir Selatan Gg. 2A No. 81 SURABAYA
Adress

DITERIMA TANGGAL : 23 Desember 2014
Received Date

URAIAN SAMPEL : Telah diterima 3 (tiga) sample Komposit dengan data sebagai berikut :
Detail of Sample

Kode : 30 %, 50 %, -
Ukuran : Panjang 12,7 Cm, Lebar 2,5 Cm, Tebal 0,85 Cm
Kondisi luar : Baik, warna putih

Sampel tersebut diatas telah dilakukan pengujian Lentur sesuai dengan metode SNI

TANGGAL PENGUJIAN : 24 Desember 2014 – 29 Desember 2014
Tested Date

METODE UJI : SNI Cara uji Lentur
Test Method

METODE PENGAMBILAN CONTOH : -
Sampling Method

HASIL PENGUJIAN : Terlampir
Test Result

DITERBITKAN TANGGAL : 30 Desember 2014
Issued Date



Halaman 1 dari 2
Page 1 of 2

Perhatian :
Laporan Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh diatas.
Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan
Kode Dek : FRM - 11.2.4

Nomor Analisa : P 4604 s/d P 4606
Jenis Sampel : Komposit
Ukuran : Panjang 12,7 Cm, Lebar 2,5 Cm, Tebal 0,85 Cm
Keadaan luar : Baik, warna putih

Uraian	Satuan	Hasil Uji					
		P 4604 (30 %)		P 4605 (50 %)		P 4606	
		1	2	1	2	1	2
Lebar benda uji	Cm	2,46	2,31	2,60	2,56	2,465	2,45
Tebal benda uji	Cm	0,81	0,81	0,80	0,865	0,85	0,83
Jarak tumpuhan	Cm	10,16					
Beban patah	Kg	2,56	0,80	1,95	1,59	3,46	1,23
Kuat lentur	Kg/Cm ²	24,17	8,04	17,86	12,57	28,92	11,11

Catatan : Sampel di uji sesuai permintaan



Data pengujian lentur

Material	No.	Ukuran (mm)	Beban tekan (Kgf)	Kuat Tekan (Kg/cm²)
T/B- 70%G	1	14,91x15,47	99,06	42,1
	2	13,39x13,94	166,10	76,7
	3	12,70x14,65	119,10	62,8
T/B- 50%G	1	14,39x14,31	121,10	57,7
	2	13,65x13,99	60,30	31,0
	3	13,29x12,04	24,60	15,1
T/B- 30%G	1	12,44x13,65	18	10,4
	2	13,02x13,33	26,4	14,9
	3	12,91x13,73	28,9	16,0

LAPORAN PENGUJIAN

Test Report

No. 4343/LHU/F/IXI/2014

NO. ANALISA : P 4447 s/d P 4449
Analisa No.

KOMODITI : Komposit
Commodity

DIBUAT UNTUK : STEFANUS LAGA SUBAN
Executed For

ALAMAT : Semampir Selatan Gg. 2A No. 61 SURABAYA
Address

DITERIMA TANGGAL : 18 Desember 2014
Received Date

URAIAN SAMPEL : Telah diterima 3 (tiga) jenis sample Komposit dengan data sebagai berikut :
Detail of Sample

Kode : 70 %, 30 %, 50 %
Ukuran : 1/2" x 1/2" x 1"
Bentuk : Balok
Keadaan luar : Balok, warna putih

Sampel tersebut diatas telah dilakukan pengujian Kuat tekan sesuai dengan metode SNI 03-0691-1989

TANGGAL PENGUJIAN : 18 Desember 2014 – 19 Desember 2014
Tested Date

METODE UJI : SNI 03-0691-1989 Cara uji tekan
Test Method

METODE PENGAMBILAN CONTOH : -
Sampling Method

HASIL PENGUJIAN : Terlampir
Test Result

DITERBITKAN TANGGAL : 22 Desember 2014
Issued Date



**BADAN PENKAJIAN KEBIJAKAN IKLIM DAN MUTU INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI
BARISTAND INDUSTRI SURABAYA**

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya (60244), Telp. (031) 8410054, (031) 70000034, Fax. (031) 8410480
<http://surabaya.bpki.kemiperin.go.id/>

Nomor Analisa : P 4447 s/d P 4449
Jenis Sampel : Komposit
Bentuk : Balok
Ukuran : $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{2}$ " x 1"
Keadaan luar : Baik, warna putih

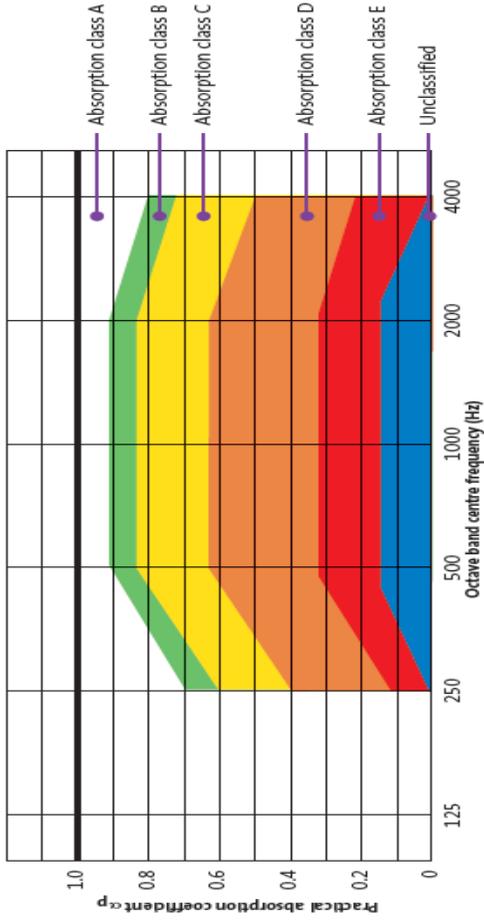
No. Analisa	Ukuran			Hasil Uji					
	P 4447 (70 %) mm	P 4448 (30 %) mm	P 4449 (50 %) mm	P 4447		P 4448		P 4449	
				Beban tekan (Kgf)	Kuat tekan (MPa)	Beban tekan (Kgf)	Kuat tekan (MPa)	Beban tekan (Kgf)	Kuat tekan (MPa)
1	14,91x15,47	12,44x13,65	14,39x14,31	99,06	4,21	18	1,04	121,10	5,77
2	13,39x13,94	13,02x13,33	13,65x13,99	146,10	7,67	26,4	1,49	60,30	3,10
3	12,70x14,65	12,91x13,73	13,29x12,04	119,10	6,28	28,9	1,60	24,60	1,51

Catatan : Sampel di uji sesuai permintaan



ORIGINAL
ASLI

Figure 5.4- Absorption classes from BS EN/ISO 11654: 1997



STANDARISASI

ISO 11654

Klasifikasi building material berdasar kemampuan serap suara pada gipsum

Figure 5.5 – British Gypsum ceiling selector guide

Sound absorption values with page references

Type	Product name	U		E	D										C		B		
		0.10	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85			
Tiles	Gyprex SATIN/PAR	*	*																
	Gyprex BIO	*	*																
	Casoprano BIANCA	*	*																
	Casoprano FORTE	*	*																
	Casoprano VOICE									87									
	Casoprano NOVA									87	87	87							
	Casoprano ALTO	*	*																
	Casoprano CLA								87	87	87								
	Casoprano ROC	*	*																
	Casoprano STAR	*	*																
	Gyptone BASE 21	*	*																
	Gyptone SKITO											88		88			88	88	
	Gyptone LINE 4												88	88					
	Gyptone POINT 11												88	88					
	Gyptone POINT 12						88												
Gyptone QUATTRO 20									88				88						
Gyptone QUATTRO 22								88											
Planks	Gyptone BASE 23	*	*																
	Gyptone LINE 8												88						
	Gyptone POINT 15												88						
	Gyptone QUATTRO 35												88		88				
Boards	Gyptone QUATTRO 41												88		88				
	Gyptone QUATTRO 45											88	88		88				
	Gyptone QUATTRO 46							88	88										
	Gyptone QUATTRO 47				88	88													
	Gyptone LINE 6						88	88	88										
	Gyptone BASE Curve	*	*																
	Gyptone LINE 7 Curve							88		88									
	Rigitone 8/18									90	90		90		90				
	Rigitone 10/23								90	90			90						
	Rigitone 15/30								90	90			90		90				
	Rigitone 12-20/66								90	90			90		90				
	Rigitone 8-15-20			90	90	90													
	Rigitone 8-15-20 SUPER								90	90									

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Muhammad Agung Sahida lahir di Gresik pada tahun 1993. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Abdan Nafi dan Mahnunah. Pendidikan yang penulis tempuh bermula dari MI Al-Falah Sembayat (1999-2005), SMPN 3 Gresik (2005-2008), SMAN 1 Gresik (2008-2011), dan dari 2011 sampai sekarang di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS Surabaya masuk melalui jalur SNMPTN Undangan. Penulis aktif dalam berorganisasi. Pada tahun kedua dikampus, penulis diamanahi sebagai staff Badan Semi Otonom (BSO) Minat Bakat Himpunan Mahasiswa Teknik Material dan Metalurgi (HMMT) dan juga staff departemen Hublu UKM Cinta Rebana ITS. Pada tahun ketiga dikampus, penulis diamanahi sebagai PJ MAT BSO MB 2013/2014. Penulis melakukan kerja praktek di PT Jindal Stainless Steel plant Gresik. Penulis mengambil studi pada bidang manufaktur material inovatif untuk tugas akhir di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS. Untuk menghubungi penulis dapat melalui email magungs03@gmail.com atau nomer telepon 085733551482.