



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

ANALISIS SIFAT FISIS DAN MEKANIK PAPAN KOMPOSIT GIPSUM SERAT IJUK DENGAN PENAMBAHAN BORAKS (Dinatrium Tetraborat Decahydrate)

SKRIPSI



**HILDA TRISNA
0810441002**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

SKRIPSI

ANALISIS SIFAT FISIS DAN MEKANIK PAPAN KOMPOSIT GIPSUM SERAT IJUK DENGAN PENAMBAHAN BORAKS (*Dinatrium Tetraborat Decahydrate*)

disusun oleh:

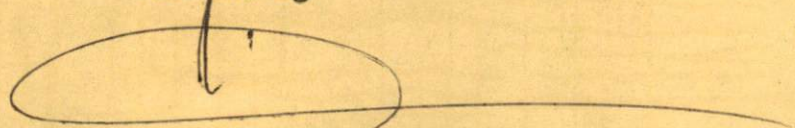
HILDA TRISNA

0810441002

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 24 Juli 2012

Tim Penguji

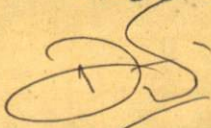
Pembimbing



Drs. Alimin Mahyudin, M.Si

NIP. 196106031989011001

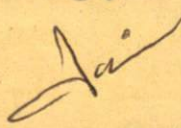
Penguji I



Dr. Dahyunir Dahlan

NIP. 196811281995121002

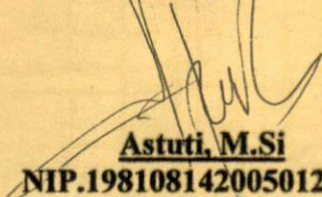
Penguji II



Dr. Harmadi

NIP. 197112221999031001

Penguji III



Astuti, M.Si

NIP.198108142005012002

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Hai jamaah jin dan manusia,
jika kamu sanggup menembus (melintasi)
penjuru langit dan bumi maka lintasilah..
kamu tidak dapat menembusnya
melainkan dengan kekuatan....
(Ar Rahmaan: 33)*

*...Allah akan meninggikan orang-orang
yang beriman di antaramu
dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan
beberapa derajat
(Al Mujaadilah: 11)*

Allah..
Ya Rahmaan... Ya Rahiim..
Rezeki dariMu sungguh tak terhitung..
Meski sering ku mengeluh..
namun kasihMu tetap selalu menyertaku..
Kau selalu menuntut langkahku..tetap dalam ridhoMu...

Hari ini,
sepenggal episode tlah mampu kuselesaikan..
Lelah tlah berganti bahagia..
sujud syukur ku padaMu Ya ALLAH...

Kupersembahkan semua untuk mu Mama, untuk mu Ayah..
dan untuk Kekak-Kekak ku tercinta...♥♥

♥ Mama.. Ayah...

Terimakasih..

atas kasih sayang.. pengorbanan yang tlah diberikan ...
semua diusahakan untukku... ingin melihatku bahagia...
Mendidih, membina dan membesarkanku
hingga aku menjadi seorang sarjana...
semua karena pengorbanannya.. semua karena doanya ...

Kusadar.. betapa pun aku berusaha..
apapun tak kan berarti..
untuk dapat membalas semuanya..
semua yang tlah dicurahkan kepadaku...

Namun..

izinkanlah aku untuk skedar dapat membahagiakan mama..
membahagiakan ayah..
ku akan terus berusaha memberikan yang terbaik..
untuk semuanya...

♥ to my luphy sista n brother...

hahah.. kudadit....
makasih ya lah doain Hilda.. lah ndukung Hilda..
sabar ngadapin Hilda.. dengarkan curhatan Hilda..
sabar dengar keluhan Hilda..
sabar dengan kecengengan adekmu ini.. he
moga hito bisa samo-samo sukses ya hahah.. kudadit..

♥ buad ponakan kecikku..

cepat gede ya Naura caryank.. biar bisa jadi sarjana kayak mam.. hehe

♥ buad keluarga besar..

makasih sudah turut mendoakan ya...

buad warga Fisika

buad 'ajo' danil, bang hamdi, dori, irfan nursa, hendri 'kincai',
firmansyah, uda sonata, uda malien 'n rekan2 seperjuangan di
labor material → makasi baged bantuannya selama penelitian
ya, terutama buad 'ajo' danil,, ☺

buad uda roni, kak yesi, kak leksi, bang sumar, bang jai, bang
frans madah, kk2 BePe, n buad smua snior 'n junior fisika yang
udah ngebantu → makasi bantuannya selama perkuliahan ya,, ☺
buad **LAFIOLA** → roma, anggi, dila, adit, bundo laila, 'tante' uci,
aci, tri, sasa, warni, eko, ade, rubin, feri, n muanya <gx bs disebutin
satu-satu deh> → Makasi untuk dukungan, bantuan 'n
kebersamaannya.. terus berJUANG... Sukses buad kita semua.. ☺
buad **para dek bep...** berjuang terus iahhh... moga bisa cepet
nyusul kakak iahhh..., he.. CAIYOO adk2q...!!! ☺ ☺

**ANALISIS SIFAT FISIS DAN MEKANIK
PAPAN KOMPOSIT GIPSUM SERAT IJUK
DENGAN PENAMBAHAN BORAKS (*Dinatrium Tetraborat Decahydrate*)**

ABSTRAK

Penelitian dan pengujian papan gipsum dengan penambahan serat ijuk (*arrange pinnata*) dan boraks (*dinatrium tetraborat decahydrate*) telah dilakukan. Metode penyusunan serat yang digunakan yaitu 1 lapis secara teratur yang diletakkan di antara matriks, dengan variasi persentase serat 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, dan 2,5% terhadap massa tepung gipsum, sedangkan kadar boraks yang digunakan yaitu 0,5% terhadap massa total adonan. Dari hasil pengujian, nilai optimum daya serap air diperoleh pada papan dengan persentase serat 2,5% yaitu sebesar 24,32%, sedangkan nilai densitas optimum diperoleh pada papan dengan persentase serat 1,0% yaitu sebesar 1,4 g/cm³. Kuat tekan optimum diperoleh pada papan dengan persentase serat 1,0%, yakni sebesar 133,95 kg/cm², sedangkan nilai kuat lentur optimum terdapat pada papan dengan persentase serat 2,0% yaitu 45,38 kg/cm². Nilai daya serap air dan kuat tekan telah memenuhi standar mutu papan partikel FAO, JIS 5908-2003 dan SNI 03-6384-2000, sedangkan densitas dan kuat lentur belum memenuhi ketiga standar tersebut.

Kata kunci : papan gipsum, serat ijuk, boraks, densitas, daya serap air, kuat tekan, kuat lentur

**THE ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF
ARRENGE FIBER GYPSUM COMPOSITES BOARD WITH
ADDITION BY BORAX (*Disodium Tetraborate Decahydrate*)**

ABSTRACT

The research of gypsum board was performed by the *arrange pinnata* fiber and borax addition. The method of fiber preparation is a regular layer in the middle of matrix, with the percentage of fiber variation are 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% and 2.5% from total mass of gypsum, and the percentage of borax is 0.5 percent from total mass of batter. The research result showed the optimum value for the water absorption is 24.32 percent for gypsum board with 2.5 percent fiber and the optimum density is 1.4 g/cm^3 for gypsum board with 1.0 percent fiber. The optimum compressive strength value is 133.95 kg/cm^2 for gypsum board with 1.0 percent fiber, and the optimum flexural strength value is 45.38 kg/cm^2 for gypsum board with 2.0 percent fiber. The water absorption and compressive strength value were based on the particle board standard quality of FAO, SNI 03-6384-2000, and JIS A 5908-2003, but the density and flexural strength value were not based on that three standards.

Keywords: gypsum board, arrange fiber, borax, density, water absorption, compressive strength, flexural strength

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat beserta salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari zaman kebodohan ke zaman yang penuh ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Selesainya penulisan skripsi ini tidak terlepas oleh bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Alimin Mahyudin, M.Si selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, semangat dan masukan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Arif Budiman, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika, dan seluruh staf pengajar yang telah berbagi ilmu, pemahaman dan pengalamannya, serta seluruh pegawai akademis di lingkungan Jurusan Fisika atas segala kemudahan dan bantuan yang telah diberikan.
3. Bapak Afdal, M.Si dan Bapak Rahmat Rasyid, M.Si selaku Pembimbing Akademik yang telah membantu dan memotivasi penulis selama kuliah.
4. Bapak Dr. Dahyunir Dahlan sebagai Kepala Lab. Material yang telah memfasilitasi penulis selama penelitian, serta selaku dewan penguji.
5. Bapak Dr. Imam Taufiq, Bapak Dr. Harmadi dan Ibu Astuti, M.Si selaku dewan penguji.

6. Bapak Tommi Putra dari Baristand Industry Padang yang telah membantu melakukan pengujian dalam penelitian ini.
7. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga besar penulis yang telah memberikan dorongan yang sangat besar kepada penulis.
8. Teman-teman di Jurusan Fisika, khususnya LAFIOLA, serta rekan-rekan Lab. Material Fisika yang telah membantu dan memberi motivasi kepada penulis selama penelitian ini.
9. Dan semua pihak yang membantu penulis untuk menyelesaikan studi di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini menjadi lebih baik. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi pembaca.

Padang, Juli 2012

Hilda Trisna

DAFTAR ISI

halaman

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Gypsum	5
2.1.1 Pembentukan Gypsum	5
2.1.2 Karakteristik Gypsum	6
2.1.3 Papan Gypsum	8
2.1.4 Standar Papan Gypsum	9
2.2 Material Komposit	10
2.3 Serat	11
2.4 Serat Ijuk	14
2.5 Serat Kaca (<i>Fiber Glass</i>)	16
2.6 Boraks	17
2.7 Air	18
2.8 Pengukuran Sifat Fisis Papan Gypsum	19
2.8.1 Daya Serap Air	19

2.8.2	Densitas	19
2.9	Pengukuran Sifat Mekanik Papan Gypsum	20
2.9.1	Kuat Tekan (<i>Compressive Strength</i>)	20
2.9.2	Kuat Lentur (<i>Bending Test</i>)	21
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Tempat dan Waktu	23
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	23
3.2.1	Alat	23
3.2.2	Bahan	25
3.3	Tata Laksana Penelitian	27
3.3.1	Persiapan dan Pembuatan Sampel Uji	27
3.3.2	Pengujian Daya Serap Air	28
3.3.3	Pengujian Densitas	29
3.3.4	Pengujian Kuat Tekan	29
3.3.5	Pengujian Kuat Lentur	30
3.4	Diagram Kerja	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Densitas	32
4.2	Daya Serap Air	36
4.3	Kuat Tekan	40
4.4	Kuat Lentur	43
4.5	Pengaruh Ketebalan Terhadap Kuat Tekan Papan	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	50
DAFTAR KEPUSTAKAAN		51
LAMPIRAN-LAMPIRAN		53

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Gypsum alami yang berwarna putih dan kekuningan	7
Gambar 2.2 Skema penyusunan serat	12
Gambar 2.3 Tanaman ijuk	14
Gambar 2.4 Mesin uji kuat tekan dan kuat lentur (Wekob 2153 Neu Wulmstorf, Bahnhofstr.1).....	20
Gambar 3.1 Cetakan sampel.....	23
Gambar 3.2 Timbangan digital	24
Gambar 3.3 Gelas ukur	24
Gambar 3.4 Mikrometer sekrup	25
Gambar 3.5 Jangka sorong	25
Gambar 3.6 Tepung gypsum Casting TE 11	26
Gambar 3.7 Aquades	26
Gambar 3.8 Serat ijuk	26
Gambar 3.9 Diagram kerja	31
Gambar 4.1 Grafik densitas papan gypsum	34
Gambar 4.2 Grafik daya serap air papan gypsum	38
Gambar 4.3 Grafik kuat tekan papan gypsum	42
Gambar 4.4 Grafik kuat lentur papan gypsum	45
Gambar 4.5 Grafik linear pengaruh ketebalan terhadap kuat tekan	47

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1	Komposisi bahan gipsum	6
Tabel 2.2	Keunggulan papan gipsum dibandingkan triplek	8
Tabel 3.1	Komposisi massa adonan sampel uji ukuran 5 cm x 5 cm x 3 cm	27
Tabel 3.2	Komposisi massa adonan sampel uji ukuran 20 cm x 5 cm x 3 cm	27
Tabel 4.1	Hasil uji densitas papan gipsum berserat ijuk dan berserat kaca (dengan penambahan boraks)	33
Tabel 4.2	Hasil uji daya serap air papan gipsum berserat ijuk dan berserat kaca (dengan penambahan boraks)	37
Tabel 4.3	Hasil uji kuat tekan papan gipsum berserat ijuk dan berserat kaca (dengan penambahan boraks)	41
Tabel 4.4	Hasil uji kuat lentur papan gipsum berserat ijuk dan berserat kaca (dengan penambahan boraks)	44
Tabel 4.5	Hasil uji kuat tekan papan gipsum berserat ijuk (1,15 g) dengan variasi ketebalan	46

DAFTAR LAMPIRAN

halaman

LAMPIRAN 1 Hasil Pengujian Papan Gypsum Berserat Ijuk	53
LAMPIRAN 2 Hasil Pengujian Papan Gypsum Berserat Kaca	57
LAMPIRAN 3 Hasil Pengujian Papan Gypsum Tanpa Serat	60
LAMPIRAN 4 Pengaruh Ketebalan Terhadap Kuat Tekan Papan	62
LAMPIRAN 5 Standar Mutu FAO, JIS 5908-2003 dan SNI 03-6384-2000 untuk Papan Partikel	64
LAMPIRAN 6 Dokumentasi Penelitian	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan bahan papan (perumahan) pada saat sekarang ini mengalami peningkatan yang sangat drastis. Bahan papan merupakan bahan yang diperoleh dari keberadaan hutan, yaitu dari kayu-kayu hasil hutan. Peningkatan kebutuhan papan mengakibatkan sumber daya hutan semakin hari semakin berkurang. Untuk mengurangi ketergantungan akan hasil hutan tersebut, maka diperlukan alternatif lain untuk memenuhi kebutuhan perumahan yang mempunyai kemampuan yang sama dengan produk kayu hutan tersebut.

Saat ini sudah banyak dikembangkan bahan-bahan material baru untuk menggantikan fungsi kayu tersebut, salah satunya yaitu papan gipsum. Papan gipsum adalah produk jadi yang terbentuk melalui pengolahan lanjutan material gipsum (serbuk gipsum). Papan gipsum biasa digunakan sebagai salah satu elemen dari dinding partisi dan papan/plafon untuk menggantikan triplek. Papan gipsum memiliki keunggulan tahan api dan mudah diperbaiki. Saat ini penggunaan papan gipsum masih terbatas. Hal ini dikarenakan ketersediaan papan gipsum di pasaran masih sangat kurang dan kekuatannya tidak sebaik triplek, serta sifat gipsum yang getas, rapuh dan tidak tahan air.

Sifat gipsum yang kurang baik tersebut dapat diperbaiki dengan menambahkan serat dalam produksinya. Serat yang digunakan dapat berupa serat sintetik maupun berupa serat alami. Saat ini sudah banyak dilakukan produksi

gypsum dengan penambahan serat sintetis, namun akan lebih baik apabila menggunakan serat alami.

Kahfi (2007) telah melakukan penelitian papan komposit gypsum dengan penambahan serat tandan kosong kelapa sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat fisis papan yang dihasilkan memenuhi standar JIS A 5908-2003, FAO, dan SNI 03-6384-2000 untuk nilai daya serap air, yaitu sebesar 19,97-32,19%, sedangkan untuk densitas dan kekuatan belum memenuhi ketiga standar tersebut.

Penelitian papan gypsum komposit juga telah dilakukan oleh Sinaga (2009) dengan penambahan bahan pengisi limbah padat pabrik kertas rokok dan perekat polivinil alkohol. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan 125 gram limbah padat pabrik kertas rokok dan 12,5 gram PVA, yakni diperoleh hasil kuat lentur yang belum memenuhi standar FAO, JIS A 5908-2003, maupun SNI 03-6384-2000 yaitu sebesar 5,051-9,27 kg/cm², sedangkan persentase daya serap air dan densitas telah memenuhi ketiga standar tersebut, yaitu masing-masing sebesar 37,63-65,39 % dan 0,74-0,868 kg/cm³, sehingga papan gypsum yang dihasilkan layak untuk digunakan.

Selanjutnya, Waruwu (2011) melakukan penelitian papan gypsum dengan penambahan serat sabut kelapa dengan variasi persentase serat sabut kelapa 0%, 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2% dan 1,5% terhadap tepung gypsum (*casting TE II*). Dari hasil pengujian, diperoleh nilai optimum kuat tekan dihasilkan pada penambahan serat sabut kelapa 1,2% pada sampel berumur 1 hari sebesar 52,258 kg/cm² dan pada sampel berumur 2 hari sebesar 52,260 kg/cm². Sedangkan nilai optimum

untuk kuat lentur papan gipsum dihasilkan pada penambahan serat sabut kelapa 0,6%, yaitu pada sampel berumur 1 hari sebesar 53,55 kg/cm² dan pada sampel berumur 2 hari sebesar 56,73 kg/cm², sehingga dapat dikatakan hasil kuat tekan dan kuat lentur tersebut belum memenuhi standar FAO, JIS A 5908-2003, maupun SNI 03-6384-2000.

Dilatarbelakangi oleh penelitian-penelitian tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan papan gipsum komposit dengan penambahan serat ijuk. Ijuk merupakan salah satu serat alam yang cukup melimpah di Indonesia dan dapat diperbaharui serta memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat alami yang lain. Ijuk diproduksi oleh tanaman aren atau enau (*Arrenge pinnata*) yang sangat mudah didapat dengan harga yang murah. Selain itu, serat ijuk juga tahan lama, tahan terhadap asam dan garam air laut, serta dapat mencegah penembusan rayap. Dengan penambahan ijuk diharapkan dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik dari papan gipsum, sehingga akan dihasilkan kualitas papan yang lebih baik dibandingkan dengan papan konvensional.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui komposisi optimal gipsum dan serat ijuk sehingga menghasilkan papan gipsum yang lebih unggul, lebih kuat dan tahan air.
2. Mengetahui pengaruh proporsi serat ijuk dan penambahan boraks dalam pembuatan papan gipsum komposit terhadap sifat papan yang dihasilkan.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberi pengetahuan tentang manfaat papan gipsum komposit berserat ijuk.
2. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan penggunaan bahan-bahan material yang berasal dari kayu hasil hutan yang kian langka untuk memenuhi kebutuhan papan yang kian meningkat.
3. Dari penelitian ini diharapkan dapat memaksimalkan pemanfaatan serat ijuk.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis sifat fisis (daya serap air dan densitas) dan sifat mekanik (kuat tekan dan kuat lentur) dari gipsum serat ijuk.
2. Dimensi sampel yang digunakan pada penelitian ini, yakni untuk sampel uji kuat tekan, daya serap air dan densitas berukuran 5 cm x 5 cm x 3 cm, sedangkan untuk sampel uji kuat lentur berukuran 20 cm x 5 cm x 3 cm.
3. Pada penelitian ini dilakukan variasi massa serat ijuk terhadap massa tepung gipsum, sehingga diharapkan hasil papan gipsum komposit dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan gipsum konvensional.
4. Pada penelitian ini dilakukan penambahan boraks 0,5% dari massa total untuk memperlambat proses pengerasan gipsum.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Gypsum

2.1.1 Pembentukan Gypsum

Menurut *Association* (2007), gypsum adalah mineral Kalsium Sulphat (CaSO_4) berasal dari batu karang yang mengalami sedimentasi dari air hujan atau perairan yang mengandung garam. Karena bentuknya bersifat garam, gypsum memiliki kemampuan untuk memasukkamn mineral lain dan menjerat gelembung air dan udara. Di alam, bentuknya berupa $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ kering. Jika $\frac{3}{4}$ air dihilangkan akan terbentuk $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}(\text{H}_2\text{O})$ (setengah kering). Kristal gypsum berwarna dan transparan, cepat kering dan hangat bila disentuh dibandingkan dengan batu biasa.

Gypsum digunakan untuk pelapisan, papan dinding, beberapa jenis semen, pupuk, pengisi cat, dan batu hias. Panel gypsum dibuat dari sejumlah gypsum, air dan serat berlignoselulosa. Waktu pengerasan gypsum dalam pembuatan panel yakni 10 menit. Dalam proses pengerasan gypsum setelah dicampur dengan air terjadi proses hidrasi yang menyebabkan kenaikan suhu.

Gypsum pertama kali digunakan pada tahun 2000 SM pada piramid Mesir. Pengembangan gypsum sebagai bahan bangunan diawali sekitar tahun 1835 dengan berbagai pengembangan pada tahun 1870-an. Augustine Sackett adalah orang yang pertama kali menemukan dan mematenkan pembuatan papan gypsum pada tahun 1894. Industri gypsum semakin berkembang sejak pergantian abad

karena kebutuhan akan bangunan berkualitas tinggi dengan harga yang relatif murah.

Gypsum yang memiliki berat molekul 172,17 g dan massa jenis 2,31 - 2,35 g/cm³, terdiri dari komposisi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi bahan gipsum

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

(Sinaga, 2009)

2.1.2 Karakteristik Gypsum

1. Kegunaan gypsum sebagai berikut :

- Gypsum terutama digunakan untuk dinding dan langit-langit.
- Campuran bahan pembuatan lapangan tenis.
- Sebagai pengganti kayu.
- Sebagai pengental karena memiliki kadar kalsium yang tinggi.
- Sebagai penambah kekerasan untuk bahan bangunan.
- Untuk bahan baku kapur tulis.
- Sebuah komponen dari semen *Portland*.

2. Sifat-sifat gypsum

a. Sifat kimia (komposisi) gypsum

Bahan dasar gypsum adalah mineral gypsum kalsium sulfat dihidrat (CaSO₄.2H₂O). Apabila dipanaskan, CaSO₄.2H₂O akan kehilangan 1,5

g/mol H₂O yang kemudian akan menjadi kalsium sulfat hemihidrat (CaSO₄)₂.H₂O. Proses reaksinya ditunjukkan oleh Persamaan 2.1.



Hasil yang diperoleh dari pemanasan merupakan bubuk (*powder*). Bila kalsium sulfat hemihidrat dicampur dengan air, maka akan terjadi reaksi kimia pada Persamaan 2.2.

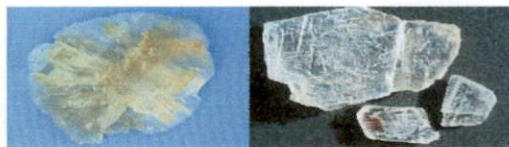


Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksoterm yang menghasilkan panas. Bila 1 g/mol kalsium sulfat hemihidrat bereaksi dengan 1,5 g/mol air (H₂O), maka akan dihasilkan 1 g/mol kalsium sulfat dihidrat dan panas yang dikeluarkan sebesar 3900 kalori.

b. Sifat fisik gipsum

Adapun karakteristik fisik bahan gipsum, antara lain:

1. Batu gipsum biasanya berwarna putih, kekuningan, tak berwarna, abu-abu dan transparan, seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Gipsum alami yang berwarna putih dan kekuningan
(Association, 2007)

2. Sifat kekerasan relatif tinggi
3. Bentuk mineral berupa kristal
4. Konduktivitasnya rendah

5. Tahan terhadap api
6. Kilap seperti sutera
7. Tahan terhadap deteriorasi oleh faktor biologis

3. Bentuk gipsum

Gipsum memiliki beberapa bentuk, yaitu:

1. Selenite: berbentuk pipih, terkadang memiliki kristal kembar. Gipsum jenis ini memiliki serabut dan lembut. Jenis ini bisa menjadi butiran kecil.
2. Alabaster: berwarna putih dan berjaring halus. Jenis ini banyak digunakan untuk ornamen rumah.
3. Desert rose: berbentuk seperti bunga dan berpasir, dan biasanya ditemukan di daerah gersang.

2.1.3 Papan Gipsum

Papan gipsum digunakan sebagai salah satu elemen dari dinding partisi dan papan. Sebelum papan gipsum populer, masyarakat menggunakan triplek sebagai dinding rumah. Gipsum merupakan alternatif yang tepat untuk menggantikan triplek. Perbandingan antara papan gipsum dan triplek terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Keunggulan papan gipsum dibandingkan triplek

Keunggulan	Papan Gipsum	Triplek
Tahan api	Ya	Tidak
Tahan kelembaban	Ya	Tidak
Tahan benturan	Ya	Tidak
Mudah diperbaiki	Ya	Tidak

(Yanti, 2011)

Klasifikasi dari papan gipsum, yaitu (Yanti, 2011):

1. Papan gipsum standar

Papan gipsum ini merupakan varian umum dari papan gipsum dengan tebal yang tersedia yaitu 9 mm, 12 mm dan 15 mm.

2. Papan gipsum tahan api

Papan gipsum ini mempunyai performa ketahanan terhadap api, durasi ketahanan apinya tergantung dari sistem dinding partisi yang digunakan. Tebal yang tersedia yaitu 12 mm dan 15 mm.

3. Papan gipsum tahan kelembaban

Papan gipsum ini mempunyai performa ketahanan terhadap kelembaban. Cocok digunakan untuk daerah-daerah yang lembab dalam bangunan seperti toilet, dapur dan gudang. Tebal yang tersedia yaitu 9 mm, 12 mm dan 15 mm.

4. Papan gipsum tahan benturan

Papan gipsum ini mempunyai performa ketahanan terhadap benturan-benturan yang dimaksud adalah benturan tubuh manusia, *trolley*, meja, dan kursi. Cocok dipergunakan di koridor, ruang fitness, dinding kamar dan rumah sakit. Tebal yang tersedia yaitu 12 mm dan 15 mm.

2.1.4 Standar Papan Gipsum

Standar merupakan sesuatu yang ditetapkan untuk digunakan sebagai dasar pembandingan dalam pengukuran atau penilaian terhadap kapasitas, kuantitas, isi, luas, nilai dan kualitas (Guralnik, 1979). Standar tersebut memberikan gambaran apakah papan gipsum komposit yang dihasilkan telah memiliki mutu sesuai standar papan gipsum konvensional atau tidak. Pada penelitian ini digunakan

standar mutu papan partikel FAO, JIS A 5908-2003 dan SNI 03-6384-2000.

Spesifikasi dari standar tersebut ditampilkan pada Lampiran 5.

2.2 Material Komposit

Material komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih unsur-unsur penyusun yang berbeda satu sama lain, di mana material yang satu berperan sebagai penguat dan yang lainnya sebagai pengikat. Bahan komposit memiliki sifat-sifat yang lebih baik dan mempunyai keunikan tersendiri jika dibandingkan dengan komponen-komponen penyusunnya. Komposit disusun dari dua komponen yaitu matriks, dan penguat atau *filler*. Material komposit mempunyai beberapa keuntungan, antara lain:

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

Secara garis besar ada tiga jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakan, yaitu:

1. Komposit serat (*fiber composite*), yaitu jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan menggunakan serat penguat. Fiber yang biasa digunakan berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers* (*poly aramide*), maupun *natural fibers*.

2. Komposit laminat (*laminated composite*), yaitu jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat tersendiri.
3. Komposit partikel (*particulated composite*), yaitu komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriks.

2.3 Serat

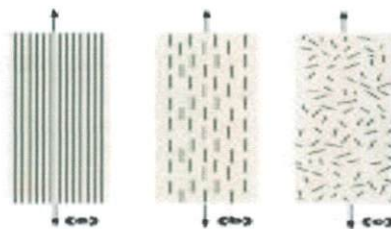
Serat, dalam Bahasa Inggris disebut *fiber* adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter antara 5 dan 500 μm (mikrometer) dan panjang sekitar 25 mm sampai 100 mm. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat tumbuh-tumbuhan (rami, bambu, ijuk), serat plastik (*polypropylene*) atau potongan kawat baja (Tjokrodinuljo, 1996).

Secara umum dapat dikatakan bahwa fungsi serat adalah sebagai elemen penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang terdistribusi oleh matriks, sehingga sifat mekaniknya lebih kaku, tangguh dan lebih kokoh dibandingkan dengan tanpa serat penguat. Kaku adalah kemampuan dari suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk jika dibebani dengan gaya tertentu dalam daerah elastis (pada pengujian tarik). Dikatakan tangguh bila pemberian gaya atau beban yang menyebabkan bahan-bahan tersebut menjadi patah dan kokoh adalah kondisi yang diperoleh akibat benturan atau pukulan serta proses kerja yang mengubah struktur komposit sehingga menjadi keras (pada pengujian impak) (Bukit, 1988).

Agar dihasilkan komposit yang baik, maka syarat yang harus dimiliki serat sebagai penguat, yaitu:

1. Sifat mekanik dan ketangguhan yang baik, dengan mampu menerima perubahan gaya dari matriks dan mampu menerima gaya yang bekerja padanya.
2. Sifat daya rekat yang kuat.
3. Ketahanan terhadap degradasi lingkungan bagus.
4. Mempunyai modulus elastisitas dan kekuatan lentur yang tinggi.
5. Perbedaan kekuatan diameter serat harus relatif sama.

Arah serat menentukan kekuatan komposit, arah serat sesuai dengan arah kekuatan maksimum. Arah serat mempengaruhi jumlah serat yang dapat diisikan ke dalam matriks. Semakin cermat penataannya, maka semakin banyak penguat dapat dimasukkan. Bila sejajar berpeluang sampai 90%, bila separuh-separuh saling tegak lurus peluangnya 75%, dan tatanan acak hanya berpeluang pengisian 15-50%. Hal tersebut menentukan optimum saat komposit maksimum (Surdia, 2005). Skema penyusunan arah serat tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema penyusunan serat
(a) *continous fibres*, (b) *discontinous fibres*, (c) *random discontinous fibres*
(Arumaarifu, 2010)

Serat merupakan bahan yang kuat dan fleksibel. Ada dua hal yang membuat serat menahan gaya, yaitu:

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

Serat berfungsi untuk meningkatkan deformasi gypsum. Pada papan gypsum yang diperkuat serat, beban deformasi matriks diarahkan ke serat. Dengan penambahan serat, kuat lentur dan kuat tekan papan akan mengalami peningkatan, begitupun dengan sifat fisisnya.

Secara umum serat terdiri dari 2 jenis, yaitu serat alam dan serat sintetis. Serat alam adalah serat yang dapat langsung diperoleh dari alam. Biasanya berupa serat yang dapat langsung diperoleh dari tumbuh-tumbuhan dan hewan, misalnya dari pelepah pisang, sabut kelapa, ijuk, bambu, kenaf, dan lalang, sedangkan serat sintesis adalah serat yang dibuat oleh tangan manusia dengan menggunakan bahan-bahan anorganik, misalnya nilon dan serat gelas.

Keunggulan serat alam sebagai pengisi komposit dibandingkan dengan serat sintesis sudah dapat diterima dan mendapat perhatian khusus dari para ahli material di dunia. Hal ini dikarenakan :

1. Serat alam memiliki kekuatan spesifik yang tinggi karena serat alam memiliki berat jenis yang rendah.
2. Serat alam mudah diperoleh dan merupakan sumber daya alam yang dapat diolah kembali, harga relatif murah, ramah lingkungan dan tidak beracun.

2.4 Serat Ijuk

Serat ijuk adalah serat alam berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren (*arrenge pinnata*) yang telah berumur lebih dari 5 tahun sampai dengan tongkol-tongkol bunganya keluar. Pohon yang masih muda produksi ijuknya kecil. Demikian pula, pohon yang mulai berbunga kualitas dan hasil ijuknya tidak baik. Pemungutan ijuk dapat dilakukan dengan memotong pangkal pelepah-pelepah daun, kemudian ijuk dapat dilepaskan dengan menggunakan parang dari tempat ijuk itu menempel. Lempengan-lempengan anyaman ijuk yang baru dilepas dari pohon aren, masih mengandung lidi-lidi ijuk. Lidi-lidi ijuk dapat dipisahkan dari serat-serat ijuk dengan menggunakan tangan. Untuk membersihkan serat ijuk dari berbagai kotoran dan ukuran serat ijuk yang besar, digunakan sisir kawat. Tanaman ijuk ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tanaman ijuk
(Arumaarifu, 2010)

Ijuk dari pelepah pohon aren merupakan serat yang banyak mengandung lignoselulosa sehingga dapat dijadikan sebagai pengganti kayu. Ijuk juga dapat digunakan untuk pembuatan produk-produk yang selama ini menggunakan serat dari kayu hutan, yang pada dasarnya telah melampaui batas kemampuan hutan

tersebut. Serat kayu pada pembuatan papan dapat diganti dengan serat pelepah pohon aren misalnya pada pembuatan papan gipsum.

Ijuk memiliki kandungan holoselulosa, selulosa dan pentosan dalam jumlah yang cukup tinggi, serta kadar abu dan lignin yang relatif rendah. Karakterisasi serat ijuk diperoleh massa jenis $1,136 \text{ gram/cm}^3$ kandungan air 8,90%, selulosa 51,54 %, hemiselulosa 15,88 %, lignin 43,09% dan abu 2,54 % (Sitepu M, 2006). Secara kualitatif unsur kimia yang terkandung pada serat ijuk adalah karbon (C), natrium (Na), magnesium (Mg), silikon (Si), aluminium (Al), kalium (K), dan kalsium (Ca).

Ijuk memiliki beberapa keistimewaan, di antaranya yaitu:

- a. Tahan lama hingga ratusan bahkan ribuan tahun lebih.

Fakta ini terungkap saat ditemukannya benda purbakala (arca) di Desa Derekan, Kecamatan Pringapus, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah pada tanggal 15 Juli 2009 yang diperkirakan peninggalan abad ke-8. Pada benda purbakala tersebut terdapat tali pengikat yang terbuat dari ijuk yang masih relatif kuat. Hal tersebut membuktikan bahwa serat ijuk mampu bertahan hingga ribuan tahun lebih dan tidak mudah terurai.

- b. Tahan terhadap asam dan garam air laut.

Serat ijuk merupakan salah satu serat yang tahan terhadap asam dan garam air laut, salah satu bentuk pengolahan dari serat ijuk adalah tali ijuk yang telah digunakan sebagai pengikat berbagai peralatan nelayan di laut.

- c. Mencegah penembusan rayap tanah

Serat ijuk dari pohon aren sering digunakan sebagai bahan pembungkus pangkal kayu-kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk memperlambat pelapukan kayu dan mencegah serangan rayap. Kegunaan tersebut didukung oleh sifat ijuk yang elastis, keras, tahan air dan sulit dicerna oleh organisme perusak. Hal tersebut dikarenakan serat ijuk berbeda dengan serat kayu. Serat ijuk tidak memiliki dinding dan luman sel, tetapi merupakan suatu zat yang utuh (Hasanuddin, 2006).

Serat ijuk telah banyak digunakan sebagai bahan atap rumah (pada suku karo, minang dan sumba), peralatan rumah tangga, sikat, kuas, sapu, serta untuk berbagai material bangunan lain seperti, tali pengikat bambu, saringan air, lapisan lapangan, campuran genteng, campuran beton dan pengisi gipsum serat.

2.5 Serat Kaca (*Fiber Glass*)

Serat kaca merupakan serat sintetis, yaitu material yang umum digunakan sebagai serat, yakni berupa material kristal cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah 0,005 mm-0,01 mm. Serat kaca terbuat dari serat yang sangat halus.

Serat kaca dibentuk ketika benang tipis dari *silica-based* atau formula *glass* diproses menjadi banyak serat dengan diameter kecil yang cocok untuk proses tekstil. *Glass* sebagai fiber, memiliki sedikit struktur kristal. Properti dari struktur gelas dalam bentuk dihaluskan sangat menyerupai bentuknya ketika dipilin dalam bentuk fiber. *Glass* merupakan bahan anorganik dalam kondisi berkesinambungan dan sama dalam bentuk cair, tetapi sebagai hasil perubahannya terbalik dalam viscositas (tingkat kekentalan atau ketebalan) pada waktu dingin.

Fiber glass yang paling tipis adalah yang paling kuat. Semakin banyak goresan pada permukaannya maka ketahanannya akan semakin melemah. Kelembaban adalah faktor yang penting dalam menentukan tingkat ketahanan *fiber glass* (ketahanan untuk patah atau tidak dapat mempertahankan struktur aslinya) untuk dibentuk. *Fiber glass* sangat mudah menyerap air, sehingga dapat memperburuk retakan yang tidak dapat terlihat oleh mata atau bersifat mikroskopis serta kerusakan permukaan, dan mengurangi ketahanan.

2.6 Boraks

Boraks (Dinatrium Tetraborat Decahydrat) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ adalah bahan pengawet berupa garam yang dapat larut dalam air dan mempunyai komposisi 16,25% disodium oksida, 36,52% diborate trioksida dan 47,32% dihidrogen oksida. Boraks digunakan sebagai zat aditif, yang berfungsi untuk memperlambat proses pengerasan gipsum. Hal tersebut diungkapkan oleh Simatupang (1985) dalam Febrianto (1986), yang menyatakan bahwa bahan penghambat yang dapat digunakan dalam pembuatan papan gipsum adalah boraks, protein tertentu dan bahan-bahan dari tanaman seperti tanin dan kulit berbagai jenis kayu.

Dalam perdagangan, boraks mempunyai formulasi bubuk, butir yang berupa kristal putih. Boraks dapat dilarutkan sampai 4,94% dalam air pada suhu 20°C yang dicampur secara perlahan dan diaduk sampai melarut sepenuhnya. Pelarutan dengan air panas dapat mempercepat proses ini, tetapi suhu diatur agar tidak melewati 62°C untuk menghindari penguapan. Boraks mempunyai berat

jenis $1,73 \text{ g/cm}^3$, pH 9,24 pada suhu 20°C , daya fiksasi rendah, tidak mudah terbakar dan daya racun rendah.

Febrianto (1986) menyatakan bahwa perlakuan dengan penambahan 1% dan 1,5% senyawa boraks pada pembuatan papan gipsium menghasilkan suhu hidrasi lebih dari 40°C dan hanya perlakuan 2% senyawa boraks yang menghasilkan suhu hidrasi dibawah 40°C . Penambahan boraks 1,0% sudah cukup memberikan waktu untuk menyiapkan campuran, disamping menghemat biaya juga menghemat waktu dan tenaga.

2.7 Air

Air diperlukan untuk pembuatan gipsium komposit untuk memicu proses kimiawi gipsium. Air digunakan sebagai wadah untuk mencampur tepung gipsium dengan serat ijuk. Air yang digunakan adalah air yang tidak mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya. Hal ini dikarenakan senyawa-senyawa berbahaya tersebut dapat mengakibatkan gipsium tidak tahan lama dan mudah pecah. Sebaiknya digunakan air yang dapat digunakan untuk diminum. Air yang keruh sebelum digunakan harus diendapkan minimal 24 jam atau jika dapat disaring terlebih dahulu.

Banyaknya air yang digunakan mempengaruhi mutu papan yang dihasilkan. Volume air disesuaikan dengan komposisi gipsium dan serat ijuknya, sehingga dihasilkan gipsium komposit dengan kuat tekan dan kuat lentur yang tinggi.

2.8 Pengukuran Sifat Fisis Papan Gypsum

2.8.1 Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan suatu papan untuk menyerap air ketika direndam dalam air hingga memiliki massa jenuh, artinya hingga papan tidak mampu menyerap lagi karena sudah penuh. Daya serap air suatu papan partikel dipengaruhi oleh jenis partikelnya. Perbedaan daya serap papan serat terhadap air berhubungan dengan densitas papan yang berbanding terbalik dengan daya serap terhadap air. Semakin besar densitas papan maka makin kecil daya serapnya terhadap air, dan sebaliknya.

Pengukuran daya serap air dilakukan dengan mengukur massa awal (M_k), kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Setelah dilakukan perendaman selama 24 jam, kemudian diukur kembali massanya (M_b). Nilai daya serap air papan partikel dapat dihitung berdasarkan Persamaan 2.3 (SNI 03-2105, 1996).

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dengan:

M_k = massa kering (gr)

M_b = massa basah (gr)

2.8.2 Densitas

Densitas atau kerapatan merupakan ukuran kepadatan dari suatu material yang didefinisikan sebagai massa per satuan unit volume. Densitas benda beraturan dapat dilakukan dengan cara mengukur massa dan dimensi volumenya (Persamaan 2.4) (SNI 03-2105, 1996).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.4)$$

Dengan:

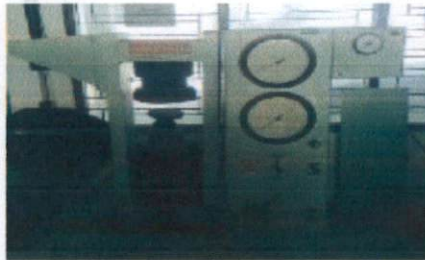
ρ = densitas (gr/cm³)

m = massa sampel (gr)

V = Volume sampel (cm³)

2.9 Pengukuran Sifat Mekanik Papan Gypsum

Pengukuran sifat mekanik gipsum berupa pengujian kuat tekan dan kuat lentur dengan mesin penguji kuat tekan dan kuat lentur yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Mesin uji kuat tekan dan kuat lentur (Wekob 2153 Neu Wulmstorf, Bahnhofstr.1)

2.9.1 Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Tekanan merupakan kekuatan atau tahanan terhadap gaya-gaya luar. Kekuatan tekan terjadi bila sepasang gaya aksial menekan suatu bidang benda yang mengakibatkan benda cenderung menjadi pendek atau menekan benda tersebut hingga retak atau hancur.

Nilai kuat tekan gipsum didapatkan melalui cara-cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan

kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji gipsum. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi yang dicapai benda uji akibat beban tekan selama percobaan.

Kuat tekan gipsum dilambangkan oleh tegangan tekan maksimum f_c , dengan satuan N/m^2 . Dengan penambahan boraks pada pembuatannya, maka tekanan maksimum dapat diperoleh pada saat gipsum telah mencapai umur 5 hari. Nilai kuat tekan didapatkan melalui tata cara pengujian standar. Beban yang diberikan akan dipikul rata oleh penampang, dan tegangan yang dihasilkan dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan 2.5 (SNI 03-2105, 1996).

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (2.5)$$

Dengan:

f_c = kuat tekan benda uji (N/m^2)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (m^2)

2.9.2 Kuat Lentur (*Bending Test*)

Pada pengujian kuat lentur ini, beban diletakkan di atas mesin kuat lentur. Pembebanan diberikan terhadap benda uji sampai benda uji mengalami keruntuhan, yaitu beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji tersebut. Beban maksimum merupakan pembebanan ketika menyebabkan benda uji runtuh atau mengakibatkan keretakan dan lendutan. Untuk menghitung kuat lentur balok gipsum dapat digunakan Persamaan 2.6 (SNI 03-2105, 1996).

$$f_r = \frac{3PL}{2BH^2} \quad (2.6)$$

Dengan :

- P = beban patah maksimum (kg)
- L = Jarak tumpuan (cm)
- B = lebar rata-rata benda uji (cm)
- H = tebal rata-rata benda uji (cm)
- f_r = kuat lentur benda uji (kg/cm^2)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

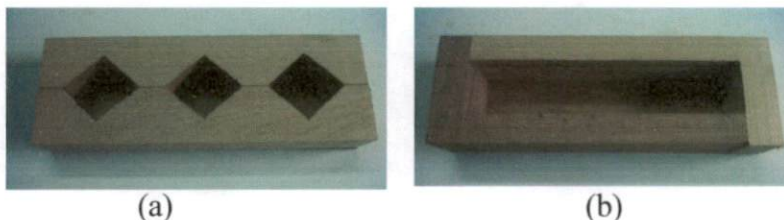
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Juni 2012. Pembuatan sampel papan gipsum komposit serta pengujian daya serap air dilaksanakan di Laboratorium Material Jurusan Fisika Universitas Andalas, pengujian densitas akan dilaksanakan di Laboratorium Dasar Fisika Universitas Andalas, sedangkan pengujian kuat tekan dan kuat lentur dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND Industri) Ulu Gadut Padang.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Cetakan gipsum yang terbuat dari kayu, dengan rincian untuk pengujian kuat lentur ukuran cetakan berukuran 20 cm x 5 cm x 3 cm serta untuk cetakan gipsum pengujian kuat tekan, daya serap air dan densitas cetakan berukuran 5 cm x 5 cm x 3 cm.



Gambar 3.1 Cetakan sampel

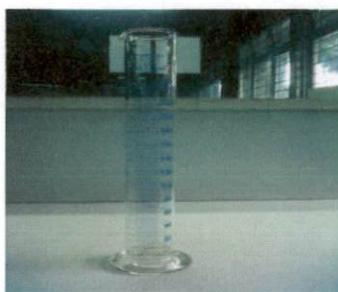
- (a) Cetakan sampel uji kuat tekan, daya serap air dan densitas
(b) Cetakan sampel uji kuat lentur

2. Timbangan digital (GM-300P) dengan massa maksimum 300 g (di Laboratorium Material Jurusan Fisika Universitas Andalas) sebagai alat untuk menimbang banyaknya tepung gipsum yang digunakan dan menimbang serat yang akan dicampurkan pada adonan.



Gambar 3.2 Timbangan digital

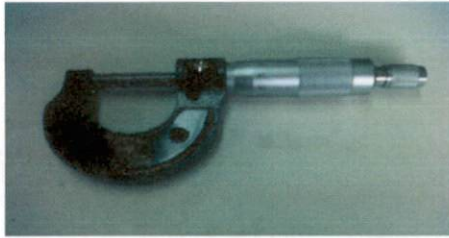
3. Alat uji kuat lentur gipsum dan kuat tekan yaitu kompresor (Wekob 2153 Neu Wulmstorf, Bahnhofstr.1) yang terdapat di Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND Industri) Ulu Gadut Padang, seperti yang terdapat pada Gambar 2.4. Spesifikasi alat ini untuk kuat lentur maksimum 5 KN dan kuat tekan 300 KN.
4. Gelas ukur, yaitu gelas ukur dengan kapasitas 250 ml dengan merk PYREX yang terdapat di Laboratorium Material Jurusan Fisika Universitas Andalas.



Gambar 3.3 Gelas ukur

5. Mikrometer sekrup (0-25 mm, made in China) untuk mengukur diameter

serat.



Gambar 3.4 Mikrometer sekrup

6. Jangka sorong untuk mengukur dimensi ukuran sampel.



Gambar 3.5 Jangka sorong

7. Lakban, untuk melapisi cetakan agar sampel mudah dikeluarkan dari cetakan.
8. Wadah atau tempat pengadukan sebagai tempat mengaduk atau mencampur adonan.
9. Penggaris untuk meratakan permukaan adonan saat dimasukkan ke dalam cetakan.
10. Pengaduk untuk mengaduk adonan gipsum.
11. Gunting untuk memotong ijuk sehingga berukuran panjang 4 cm.

3.2.2 Bahan

Bahan yang diperlukan pada penelitian ini adalah :

1. Tepung gipsum/bubuk gipsum

Tepung gipsum yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung gipsum

Casting TE 11. Gipsum yang digunakan adalah tepung gipsum yang dibeli

dan bisa langsung digunakan.



Gambar 3.6 Tepung gipsum Casting TE 11

2. Aquades

Digunakan untuk membersihkan serat ijuk dan sebagai larutan untuk membuat adonan sampel.



Gambar 3.7 Aquades

3. Serat ijuk

Serat ijuk yang digunakan adalah serat ijuk yang berdiameter 0,2-0,4 mm pemotongan terhadap serat tersebut dengan ukuran panjang serat 4 cm. Banyaknya serat divariasikan dengan variasi komposisi 0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, 2,0 %, dan 2,5 % dari massa adonan.



Gambar 3.8 Serat ijuk

4. Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), sebagai zat aditif untuk memperlambat pengerasan gipsum.

3.3 Tata Laksana Penelitian

3.3.1 Persiapan dan Pembuatan Sampel Uji

Dalam penelitian ini akan diuji pengaruh persentase massa serat ijuk terhadap kuat lentur dan kuat tekan papan gipsum. Pada penelitian ini akan dibuat sampel dengan lima macam persentase serat yaitu sebanyak 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, dan 2,5% terhadap massa tepung gipsum. Ukuran sampel pada uji kuat tekan, daya serap air dan densitas adalah 5 cm x 5 cm x 3 cm, sedangkan pada kuat lentur adalah 20 cm x 5 cm x 3 cm. Pada penelitian ini ditambahkan boraks pada adonan untuk memperlambat proses pengerasan gipsum. Adapun komposisi bahan terdapat pada Tabel 3.1 (uji daya serap air, densitas dan kuat tekan), dan Tabel 3.2 (uji kuat lentur) dengan perbandingan tepung gipsum dan air adalah 2:1.

Tabel 3.1 Komposisi massa adonan sampel uji ukuran 5 cm x 5 cm x 3 cm

Serat (cm)	Serat (%)	Serat (g)	Bubuk Gypsum (g)	Boraks (g)	Air (ml)
4	0	0	115,0	0,86	58
4	0,5	0,57	114,4	0,86	58
4	1,0	1,15	113,9	0,86	58
4	1,5	1,71	113,3	0,86	58
4	2,0	2,28	112,7	0,86	58
4	2,5	2,85	112,1	0,86	58

Tabel 3.2 Komposisi massa adonan sampel uji ukuran 20 cm x 5 cm x 3 cm

Serat (cm)	Serat (%)	Serat (g)	Bubuk Gypsum (g)	Boraks (g)	Air (ml)
4	0	0	318,0	1,59	159
4	0,5	1,59	316,4	1,59	159
4	1,0	3,18	314,8	1,59	159
4	1,5	4,77	313,2	1,59	159
4	2,0	6,36	311,6	1,59	159
4	2,5	7,95	310,0	1,59	159

Untuk proses pembuatan sampel uji, yaitu:

1. Boraks yang telah dilarutkan dicampurkan ke dalam air (dengan banyak yang disesuaikan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2), kemudian dimasukkan ke dalam wadah pengaduk yang berisi tepung gipsum, dan dilakukan pengadukan hingga terbentuk adonan yang homogen.
2. Adonan dimasukkan ke dalam cetakan (permukaan cetakan telah dilapisi dengan lakban) hingga cetakan terisi adonan hingga ketinggian $\frac{1}{2}$ bagian cetakan. Ratakan ketinggian adonan tersebut dengan menggunakan penggaris, kemudian dimasukkan serat ijuk dengan ukuran panjang 4 cm sebanyak massa yang telah ditetapkan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2. Serat ijuk tersebut diletakkan di atas adonan dengan susunan yang teratur. Serat ijuk yang digunakan telah direndam selama 24 jam untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel pada serat tersebut, yang kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga benar-benar kering. Selanjutnya, adonan ditambahkan kembali hingga ketinggian cetakan mencapai 3 cm, dan diratakan permukaannya dengan menggunakan penggaris, selanjutnya didiamkan selama 10 menit untuk proses pengerasan.
3. Bahan tercetak dikeluarkan dari cetakan dan diletakkan selama 5x24 jam pada wadah terbuka yang bersih dan aman agar sampel tetap dalam kondisi baik sampai dilakukannya pengujian (pengkondisian).

3.3.2 Pengujian Daya Serap Air

Prosedur pengujian daya serap air, yaitu:

1. Disiapkan sampel berbentuk papan gipsum.

2. Ditimbang massa papan gipsum dengan menggunakan timbangan digital dan dicatat hasilnya (m_k).
3. Sampel bermassa kering direndam di dalam wadah yang berisi air selama 24 jam.
4. Dikeluarkan sampel dari wadah tersebut, kemudian ditimbang kembali dengan menggunakan neraca digital (m_b).
5. Dihitung nilai dari pengukuran daya serap air dengan menggunakan Persamaan 2.3.

3.3.3 Pengujian Densitas

Prosedur pengujian densitas, yaitu:

1. Diukur dimensi sampel (panjang, lebar, tinggi) dengan menggunakan jangka sorong dan dicatat hasilnya.
2. Ditimbang massa sampel dengan menggunakan neraca digital dan dicatat hasilnya.
3. Dihitung nilai dari pengukuran densitas menggunakan Persamaan 2.4.

3.3.5 Pengujian Kuat Tekan

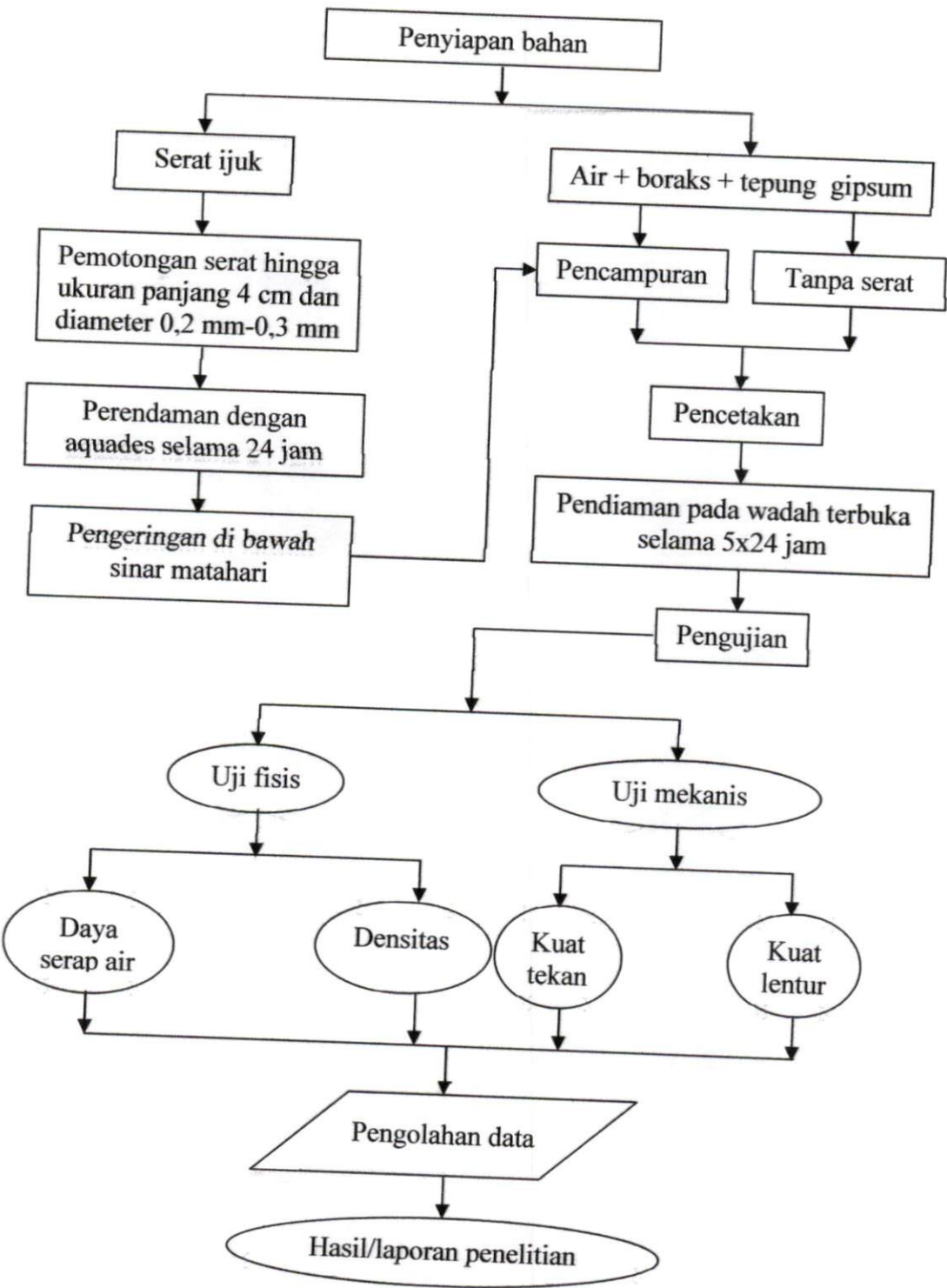
Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin *compressor* uji kuat tekan untuk mengetahui kuat tekan hancur dari sampel uji. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sampel uji pada bagian mesin tempat meletakkan sampel uji. Kemudian diberikan pembebanan di atas sampel uji tersebut. Skala yang tertera pada mesin uji saat benda uji mengalami keretakan dicatat sebagai nilai beban maksimum (P). Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali

untuk setiap komposisi sampel. Selanjutnya, nilai kuat tekan (f_c) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.5. Kuat tekan papan gipsum mengacu pada standar pengujian di Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND Industri Padang).

3.3.6 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan dengan menggunakan mesin *compressor* uji kuat lentur. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sampel uji pada bagian mesin tempat meletakkan sampel uji, kemudian diberikan beban di atas sampel uji tersebut. Nilai beban maksimum (P) dan jarak tumpuan (L) yang tertera pada mesin uji dicatat saat benda uji mengalami lendutan. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali untuk setiap komposisi sampel. Selanjutnya, nilai kuat lentur (f_r) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.6. Kuat lentur papan gipsum mengacu pada standar pengujian di Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND Industri Padang).

3.4 Diagram Kerja



Gambar 3.9 Diagram kerja

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas tentang hasil pengujian dari papan gipsum dengan bahan penguat serat ijuk dengan perlakuan penambahan boraks 0,5%, yang dibandingkan dengan papan gipsum berserat kaca (dengan penambahan boraks 0,5%) dan papan gipsum tanpa serat (dengan penambahan boraks 0,5% dan tanpa penambahan boraks). Persentase dari komposisi serat dilakukan dalam beberapa variasi, yaitu 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, dan 2,5%. Pengujian dilakukan dengan tiga kali pengulangan pengujian untuk masing-masing sampel dengan persentase serat yang sama. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh komposisi serat terhadap sifat papan yang dihasilkan, yaitu sifat fisis (daya serap air dan densitas) dan sifat mekanik (kuat tekan dan kuat lentur).

4.1 Densitas

Hasil pengujian densitas papan gipsum serat ijuk dengan penambahan boraks terlihat pada Lampiran 1-1. Dari tabel tersebut terlihat jelas hasil densitas untuk berbagai variasi serat. Hasil pengujian menunjukkan densitas rata-rata terendah diperoleh pada perlakuan persentase serat 2,5% yaitu sebesar $1,21 \text{ g/cm}^3$, sedangkan densitas rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan persentase serat 1,0% yaitu sebesar $1,40 \text{ g/cm}^3$. Jika dibandingkan dengan papan gipsum berserat kaca, papan gipsum berserat ijuk memiliki densitas rata-rata yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan ukuran diameter ijuk (0,2-0,3 mm) yang lebih besar dibandingkan dengan serat kaca ($<0,12 \text{ mm}$), sehingga pada saat penyusunan serat

lebih banyak terdapat rongga udara, sehingga porositasnya akan lebih besar yang mengakibatkan densitas papan gipsum serat ijuk lebih kecil. Seperti yang diperlihatkan pada Lampiran 2-1, densitas rata-rata terendah papan gipsum serat kaca diperoleh pada perlakuan persentase serat 2,5% yaitu sebesar $1,23 \text{ g/cm}^3$, sedangkan densitas rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan persentase serat 1,0%, yaitu sebesar $1,41 \text{ g/cm}^3$.

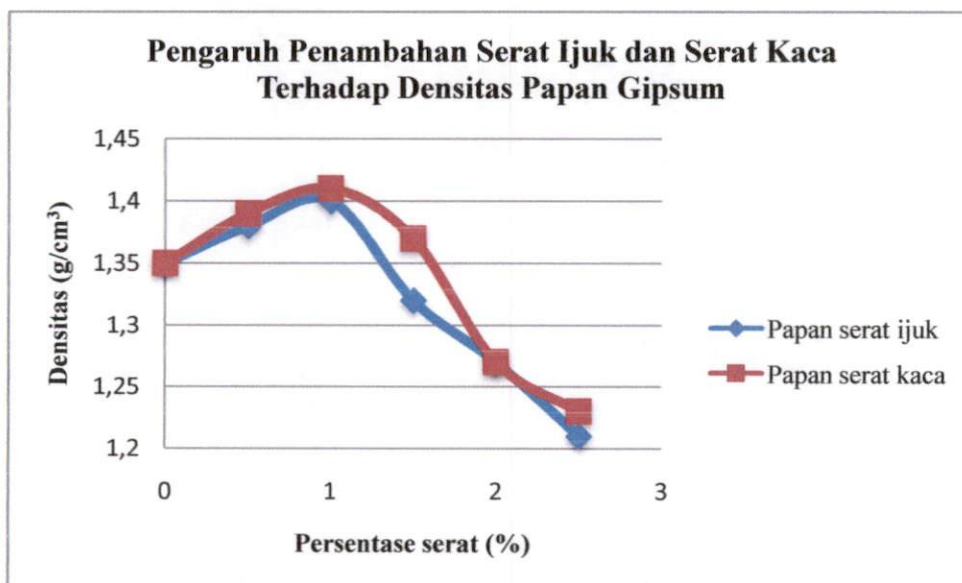
Hasil pengujian densitas rata-rata papan gipsum berserat ijuk dan papan gipsum berserat kaca diperlihatkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil uji densitas papan gipsum berserat ijuk dan berserat kaca (dengan penambahan boraks)

Persentase Serat (%)	Densitas Papan Berserat Ijuk (g/cm^3)	Densitas Papan Berserat Kaca (g/cm^3)
0,5	1,38	1,39
1,0	1,40	1,41
1,5	1,32	1,37
2,0	1,27	1,27
2,5	1,21	1,23

Dari Tabel 4.1 di atas, dapat dikatakan bahwa densitas papan gipsum mengalami kenaikan pada saat persentase serat 0,5% ke persentase serat 1,0%. Namun pada persentase serat 1,5-2,5%, densitas semakin menurun. Hal ini terjadi karena persentase serat 1,0% merupakan persentase optimum yang dapat diisikan pada matriks. Penambahan serat yang melebihi batas maksimum tersebut akan menyebabkan rongga udara semakin besar, sehingga densitasnya semakin kecil. Namun jika diperhatikan selisih densitas kedua papan tidaklah besar.

Perbandingan nilai densitas papan serat ijuk dan papan serat kaca juga ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik densitas papan gipsum

Jika dibandingkan dengan papan gipsum tanpa serat, maka densitas rata-rata papan gipsum serat ijuk dengan persentase serat 0,5% dan 1,0% lebih tinggi dibandingkan dengan papan gipsum tanpa serat. Nilai densitas papan gipsum tanpa serat dengan boraks yaitu $1,35 \text{ g/cm}^3$, sedangkan densitas papan gipsum tanpa serat tanpa boraks yaitu $1,32 \text{ g/cm}^3$ (Lampiran 3-1). Hasil analisis keragaman densitas menunjukkan bahwa persentase serat dan perlakuan penambahan boraks memberikan pengaruh sangat nyata terhadap densitas yang dihasilkan. Perlakuan dengan penambahan boraks 0,5% memberikan densitas yang lebih besar. Hal ini dilihat dari densitas papan gipsum tanpa serat dengan boraks lebih besar dibandingkan dengan densitas papan gipsum tanpa serat tanpa boraks.

Sifat gipsum yang mudah mengeras merupakan salah satu keuntungan dalam produksi papan mineral karena waktu pengeringan dapat dipersingkat. Tetapi terlalu cepatnya pengerasan ini menghasilkan campuran yang tidak kompak. Dengan menambahkan serat pada produksi papan gipsum, maka diperlukan waktu yang lebih lama agar serat dapat tersusun dengan teratur sebelum gipsum mengeras, sehingga menghasilkan campuran yang kompak serta ikatan antara matriks serat dan gipsum lebih sempurna. Waktu pengerasan gipsum dapat diperlambat dengan menambahkan bahan penghambat pada proses pembuatannya. Pemakaian boraks sebagai bahan penghambat sebanyak 1,0% dari kadar gipsum cukup memberikan waktu untuk menyiapkan campuran (Febrianto, 1986). Namun pada penelitian ini hanya menggunakan 0,5% boraks, agar proses pengerasannya tidak terlalu lama, sehingga waktu pengeringan cukup dalam 5x24 jam.

Boraks, menurut Kamil dan Supriana (1971) memiliki sifat dapat direkat dengan baik. Sifat boraks yang memperlambat waktu pengerasan papan gipsum tetapi tidak mengurangi daya rekat gipsum, menyebabkan campuran terbentuk sempurna sampai gipsum berpenetrasi ke dalam partikel. Maloney (1977) dalam Komara (1989) mengemukakan bahwa boraks yang ditambahkan pada proses pembuatan papan partikel berpengaruh terhadap konsumsi perekat, laju pengerasan perekat dan daya tahan papan partikel yang dihasilkan.

Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Kahfi, densitas papan gipsum serat ijuk yang dihasilkan belum memenuhi standar papan partikel, baik standar mutu FAO, JIS 5908-2003 maupun SNI (Lampiran 4). Hal ini

dikarenakan pengaruh dari penambahan boraks yang mengakibatkan proses pengeringan papan memerlukan waktu yang lebih lama. Setelah dikeringkan selama 5x24 jam, masih terdapat kandungan air pada papan. Hal inilah yang menyebabkan densitas papan gipsum dengan penambahan boraks menjadi lebih besar. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sinaga dengan menambahkan pengisi limbah padat pabrik kertas rokok dan perekat polivinil alkohol pada papan gipsum, yang menghasilkan densitas papan 0,72-8,5 g/cm³, maka densitas papan gipsum serat ijuk yang dihasilkan jauh lebih besar. Hal ini dikarenakan ijuk memiliki densitas yang lebih tinggi (1,136 g/cm³), dan ditambahkan boraks yang juga memiliki densitas yang lebih tinggi (1,73 g/cm³), sehingga densitas papan pada penelitian ini lebih besar.

4.2 Daya Serap Air

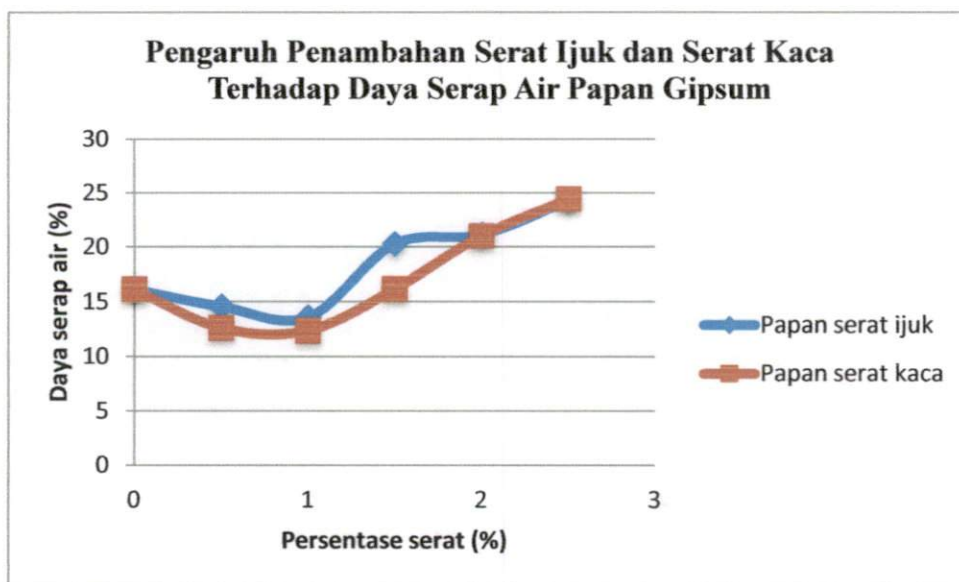
Hasil pengujian daya serap air papan gipsum serat ijuk dengan penambahan boraks terlihat pada Lampiran 1-2. Hasil pengujian menunjukkan daya serap air rata-rata terendah diperoleh pada perlakuan persentase serat 1,0%, yakni sebesar 13,59%, sedangkan tertinggi pada persentase serat 2,5% yaitu sebesar 24,32%. Jika dibandingkan dengan papan gipsum berserat kaca, papan gipsum berserat ijuk memiliki daya serap air rata-rata yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan ukuran diameter ijuk yang lebih besar, sehingga terdapat banyak rongga udara pada papan, sehingga mengakibatkan daya serap air papan gipsum serat ijuk lebih besar. Seperti yang diperlihatkan pada Lampiran 2-2, daya serap air rata-rata terendah papan gipsum serat kaca diperoleh pada perlakuan

persentase serat 1,0% yaitu sebesar 12,36%, sedangkan daya serap air rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan persentase serat 2,5%, yaitu sebesar 24,43%. Hasil pengujian daya serap air rata-rata papan gipsum berserat ijuk dan papan gipsum berserat kaca diperlihatkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil uji daya serap air papan gipsum berserat ijuk dan berserat kaca (dengan penambahan boraks)

Persentase Serat (%)	Daya Serap Air Papan Berserat Ijuk (%)	Daya Serap Air Papan Berserat Kaca (%)
0,5	14,57	12,61
1,0	13,59	12,36
1,5	20,27	16,14
2,0	21,14	21,02
2,5	24,32	24,43

Dari Tabel 4.2 di atas, dapat dikatakan bahwa daya serap air papan gipsum berkurang dari papan dengan persentase serat 0,5% ke 1,0%. Namun pada 1,5%-2,5% serat, daya serap air semakin meningkat. Hal ini terjadi karena persentase serat 1,0% merupakan persentase maksimum yang dapat diisikan ke matriks. Penambahan serat yang melebihi batas maksimum menyebabkan porositas semakin besar, sehingga menyebabkan daya serap air semakin besar. Perbandingan nilai daya serap air papan serat ijuk dan papan serat kaca juga ditampilkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik daya serap air papan gipsum

Jika dibandingkan dengan papan gipsum tanpa serat, maka daya serap air rata-rata papan gipsum serat ijuk lebih rendah dibandingkan dengan papan gipsum tanpa serat pada persentase serat ijuk 0,5% dan 1,0%, namun pada persentase ijuk 1,5-2,5% daya serap air lebih tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah serat yang diisikan pada matriks, harus tidak melebihi jumlah maksimal yang dapat diisikan. Apabila persentase tidak melebihi jumlah maksimum tersebut, maka daya serap air akan semakin kecil dengan bertambahnya persentase serat. Nilai daya serap air papan gipsum tanpa serat tanpa boraks yaitu 18,13%, sedangkan daya serap air papan gipsum tanpa serat dengan boraks yaitu 16,12% (Lampiran 3-2).

Hasil analisis keragaman daya serap air menunjukkan bahwa persentase serat dan perlakuan penambahan boraks memberikan pengaruh sangat nyata terhadap persentase daya serap air yang dihasilkan. Perlakuan dengan penambahan boraks 0,5% memberikan daya serap air yang lebih rendah. Daya

serap air papan gipsum tanpa serat dengan boraks lebih kecil dibandingkan dengan daya serap air papan gipsum tanpa serat tanpa boraks.

Maloney (1993) dalam Fitri (2002) menyatakan semakin tinggi densitas papan gipsum, maka ikatan antar partikel semakin kompak sehingga rongga udara dalam lembaran papan mengecil. Keadaan ini menyebabkan air atau uap air menjadi sulit untuk mengisi rongga tersebut. Ini berarti, semakin kecil densitas maka daya serap air akan semakin besar. Pernyataan tersebut memperkuat hasil pengujian, di mana semakin tinggi persentase serat, densitas papan semakin kecil, sedangkan daya serap air papan semakin besar.

Jika dibandingkan dengan standar papan partikel, maka daya serap air papan gipsum ini sudah memenuhi standar, baik standar mutu FAO, JIS 5908-2003 maupun SNI (Lampiran 4). Sedangkan jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kahfi yang memperoleh daya serap air 19,97-32,19%, maka daya serap air papan gipsum pada penelitian ini lebih kecil. Hal ini dikarenakan tandan kosong kelapa sawit yang digunakan pada penelitian Kahfi mengandung bahan berlignoselulosa yang tinggi yang memiliki zat ekstraktif, sehingga menghalangi perekatan untuk mencapai selulosa. Sehingga, perekatan yang terbentuk tidak sempurna akibatnya kekuatan rekat rendah sehingga laju pengerasan terhambat. Hal ini mengakibatkan banyak terdapat rongga udara pada papan, sehingga daya serap air papan tandan kosong sabut kelapa sawit lebih besar dibandingkan dengan papan gipsum pada penelitian ini. Pada penelitian ini, serat ijuk yang digunakan juga mengandung bahan berlignoselulosa yang cukup tinggi, namun sebelum digunakan serat tersebut terlebih dahulu direndam 1x24

jam di dalam air, sehingga zat-zat ekstraktif yang menempel pada gipsum dapat berkurang, dan mengakibatkan daya serap air papan serat ijuk lebih kecil.

4.3 Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan kemampuan papan gipsum untuk menahan beban yang diberikan. Besar kecilnya kuat tekan yang sanggup diterima papan gipsum merupakan parameter kualitas papan gipsum. Hasil pengujian kuat tekan papan gipsum serat ijuk dengan penambahan boraks terlihat pada Lampiran 1-3. Hasil pengujian menunjukkan kuat tekan rata-rata terendah diperoleh pada perlakuan persentase serat 2,5% yaitu sebesar 52,53 kg/cm², sedangkan kuat tekan rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan persentase serat 1,0%, yaitu sebesar 133,95 kg/cm². Jika dibandingkan dengan papan gipsum berserat kaca, papan gipsum berserat ijuk memiliki kuat tekan rata-rata yang lebih tinggi. Meskipun serat kaca memiliki kerapatan yang lebih tinggi (Tabel 4.1), namun jenis material antara serat kaca dan serat ijuk yang berbeda. Struktur ikatan serat ijuk lebih kuat dibandingkan dengan serat kaca, sehingga kemampuan serat ijuk untuk menerima gaya yang terdistribusi pada matriks juga lebih besar. Sehingga dapat dikatakan kuat tekan tidak hanya ditentukan oleh kerapatan, tetapi juga ditentukan oleh kekuatan ikatan serat penguat yang digunakan. Seperti yang diperlihatkan pada Lampiran 2-3, kuat tekan rata-rata terendah papan gipsum serat kaca juga diperoleh pada perlakuan persentase serat 2,5% yaitu sebesar 32,71 kg/cm², sedangkan kuat tekan rata-rata tertinggi pada persentase serat 1,0% yaitu sebesar 98,94 kg/cm².

Analisis kuat tekan papan gipsum dilakukan dengan cara memberikan tekanan terhadap papan yang telah berumur 5 hari. Kuat tekan papan gipsum diperoleh dari hasil pengujian pada mesin *compressor*, yakni diperoleh nilai beban maksimum material dengan satuan KN, yang kemudian dikalikan dengan 102 kg untuk pengkonversian nilai 1 KN ke dalam satuan kg. Hasil ini dibagi luas penampang dari sampel pengujian. Perolehan nilai uji kuat tekan papan gipsum berserat ijuk dan berserat kaca dapat dilihat pada Tabel 4.3.

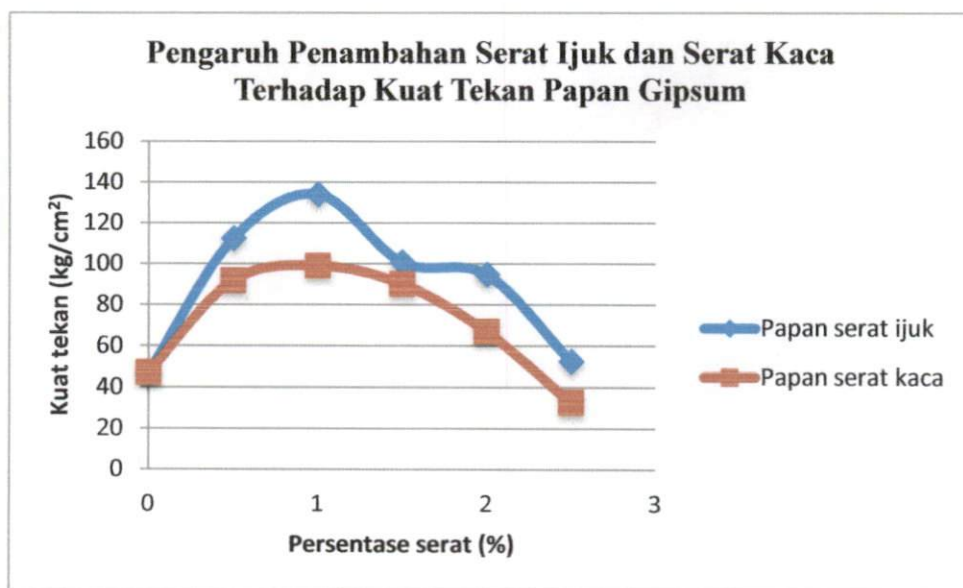
Tabel 4.3 Hasil uji kuat tekan papan gipsum berserat ijuk dan berserat kaca (dengan penambahan boraks)

Persentase Serat (%)	Kuat Tekan Papan Berserat Ijuk (kg/cm^2)	Kuat Tekan Papan Berserat Kaca (kg/cm^2)
0,5	112,36	91,73
1,0	133,95	98,94
1,5	100,70	90,18
2,0	94,70	66,91
2,5	52,53	32,71

Pada Tabel 4.3 di atas, terlihat bahwa nilai kuat tekan semakin besar dari persentase serat 0,5% ke persentase serat 1%, namun di atas persentase 1% mengalami penurunan, bahkan pada persentase serat 2,5% penurunannya sangat drastis. Hal ini berarti jumlah serat dengan persentase 1% merupakan jumlah maksimum yang dapat diisikan sebagai penguat pada matriks. Jumlah serat yang melebihi batas maksimum akan membuat papan semakin rapuh, karena semakin memperlemah ikatan antar matriks. Dengan metode penyusunan serat yang digunakan adalah satu lapis secara teratur, maka persentase serat yang diisikan harus diperhitungkan.

Jika dibandingkan dengan kuat tekan papan gipsum tanpa serat tanpa boraks, maka kuat tekan papan gipsum tanpa serat dengan boraks jauh lebih unggul, yakni nilai kuat tekan papan gipsum tanpa serat dengan boraks sebesar $47,12 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan nilai kuat tekan papan gipsum tanpa serat tanpa boraks sebesar $20,47 \text{ kg/cm}^2$ (Lampiran 3-3). Interaksi antara boraks dan gipsum menyebabkan gipsum mudah berpenetrasi ke dalam rongga sel ijuk dan memberikan ikatan yang kuat.

Haygreen dan Bowyer (1982) menyatakan bahwa densitas berhubungan langsung dengan proporsi rongga kosong dan berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh yakni nilai kuat tekan meningkat seiring dengan meningkatnya densitas papan yang dihasilkan. Perbandingan nilai kuat tekan papan serat ijuk dan papan serat kaca juga ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik kuat tekan papan gipsum

Standar papan gipsum FAO, JIS 5908-2003 dan SNI mensyaratkan nilai kuat tekan papan partikel masing-masing sebesar 100-500 kg/cm², 82-184 kg/cm², dan min 18 kg/cm² (Lampiran 4). Bila dibandingkan dengan standar-standar tersebut, maka papan gipsum hasil penelitian ini sudah memenuhi standar. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Kahfi, Sinaga, dan Waruwu, maka kuat tekan papan gipsum pada penelitian ini juga jauh lebih unggul. Hal ini dikarenakan sifat daya rekat ijuk yang lebih baik jika dibandingkan dengan serat yang digunakan pada penelitian sebelumnya, sehingga menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi. Menurut Haygreen dan Bowyer (1982), untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas dimensi papan, maka digunakan bahan baku berbentuk serpih atau halus, rasio panjang dan ketebalan tinggi. Serat ijuk yang digunakan memenuhi syarat tersebut, sehingga dihasilkan papan dengan kuat tekan yang lebih unggul.

4.4 Kuat Lentur

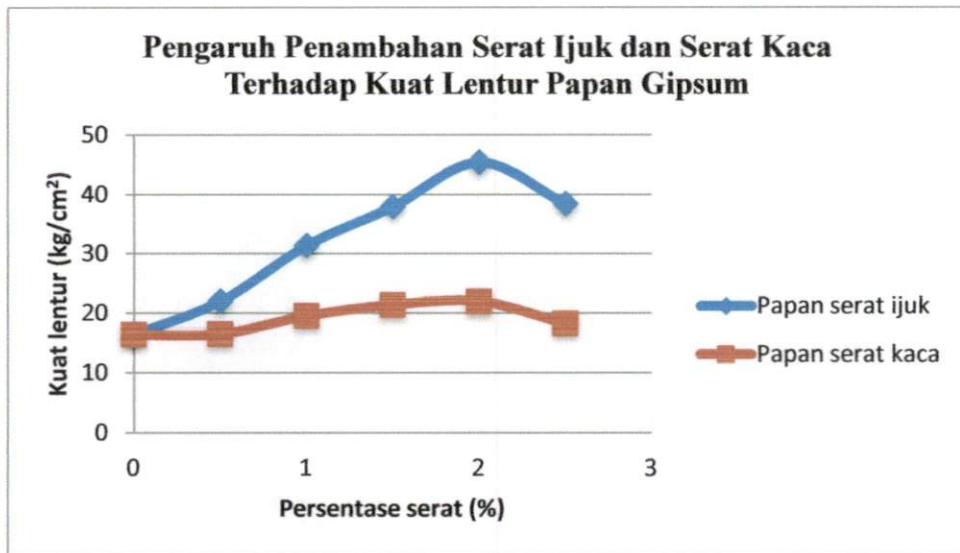
Hasil pengujian untuk kuat lentur papan gipsum serat ijuk terlihat pada Lampiran 1-4. Dari tabel tersebut terlihat jelas perbedaan hasil kuat lentur untuk berbagai variasi serat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kuat lentur papan berkisar 22,01-41,61 kg/cm². Nilai kuat lentur mengalami peningkatan seiring dengan semakin bertambahnya persentase serat yang digunakan, hanya pada papan gipsum dengan persentase serat 2,5% mengalami penurunan. Begitu pun dengan nilai kuat lentur papan gipsum serat kaca, juga mengalami peningkatan pada rentang persentase serat 0,5-2,0%, dan mengalami penurunan pada

persentase serat 2,5% (Lampiran 2-4). Apabila dibandingkan dengan papan gipsum serat kaca, kuat lentur papan gipsum serat ijuk jauh lebih unggul. Ini berarti, serat ijuk lebih mampu menahan deformasi yang terjadi ketika diberikan pembebanan kepada matriks. Perbandingan hasil pengujian kuat lentur rata-rata papan gipsum serat ijuk dan serat kaca ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil uji kuat lentur papan gipsum berserat ijuk dan berserat kaca (dengan penambahan boraks)

Persentase Serat (%)	Kuat Lentur Papan Berserat Ijuk (kg/cm²)	Kuat Lentur Papan Berserat Kaca (kg/cm²)
0,5	22,01	16,48
1,0	31,35	19,53
1,5	37,97	21,38
2,0	45,38	21,98
2,5	38,45	18,27

Besar kecilnya kuat lentur yang terima papan gipsum merupakan parameter kualitas papan gipsum. Semakin besar nilai kuat lentur, maka dapat dikatakan kualitas papan semakin bagus. Perbandingan hasil pengujian kuat lentur papan gipsum berserat ijuk dan papan gipsum berserat kaca juga ditampilkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik kuat lentur papan gipsum

Jika dibandingkan dengan papan gipsum tanpa serat penguat, nilai kuat lentur papan gipsum serat ijuk ini juga lebih unggul. Hal ini dikarenakan penambahan jumlah serat menyebabkan ikatan antar matriks gipsum yang dihasilkan semakin kuat. Hasil uji kuat lentur papan gipsum tanpa serat ditunjukkan pada Lampiran 3-4, di mana besar kuat lentur papan tanpa serat tanpa boraks sebesar $10,53 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan besar kuat lentur papan tanpa serat dengan boraks yakni $16,39 \text{ kg/cm}^2$.

Kuat lentur papan gipsum berserat ijuk dengan persentase serat 1,0-2,5% belum memenuhi standar mutu FAO, JIS 5908-2003 dan SNI untuk Papan Partikel (Lampiran 4). Di mana standar mutu FAO mensyaratkan kuat lentur sebesar $10000\text{-}50000 \text{ kg/cm}^2$, standar JIS 5908-2003 mensyaratkan sebesar $20400\text{-}36000 \text{ kg/cm}^2$, dan standar SNI mensyaratkan kuat lentur papan minimal 15000 kg/cm^2 .

4.5 Pengaruh Ketebalan Terhadap Kuat Tekan Papan

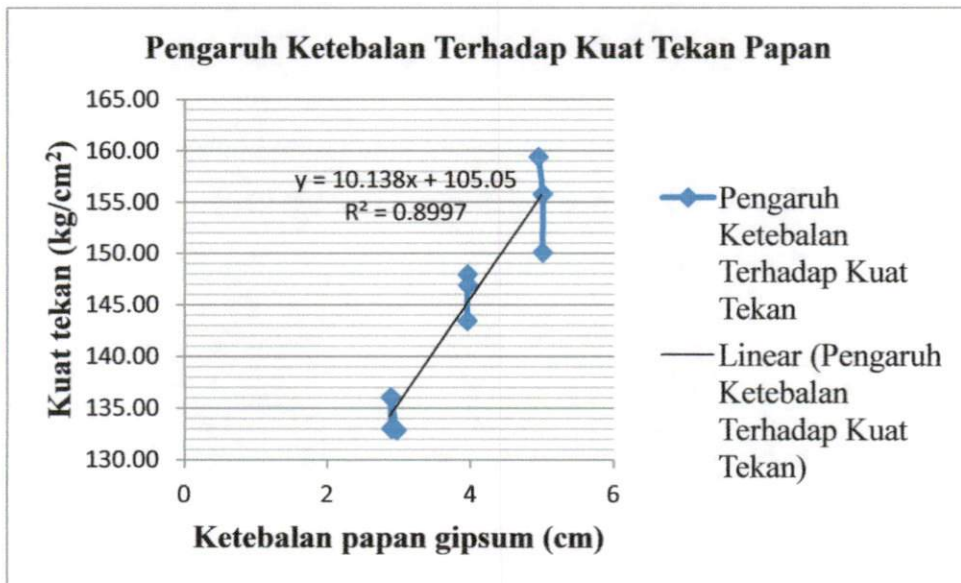
Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian papan gipsum dengan memvariasikan dimensi ketebalan, sedangkan massa serat yang digunakan adalah sama, yaitu 1,15 g. Dimensi tebal yang digunakan yaitu 3 cm, 4 cm, dan 5 cm. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menyelidiki pengaruh ketebalan terhadap kuat tekan gipsum. Komposisi bahan yang digunakan terlihat pada Lampiran 4, sedangkan hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil uji kuat tekan papan gipsum berserat ijuk (1,15 g) dengan variasi ketebalan

Dimensi Papan (cm)			Luas Penampang (A) (cm ²)	Beban Maks (P) (KN)	Kuat Tekan (fc) (kg/cm ²)	fc Rata- Rata (kg/cm ²)
Panjang	Lebar	Tebal				
5,09	5,28	2,96	26,88	35	132,89	
5,10	5,00	2,88	25,50	34	136,05	134,00
5,39	4,98	2,89	26,84	35	133,05	
5,10	5,30	3,95	27,03	38	143,45	
5,04	5,20	3,95	26,21	38	147,95	146,10
5,01	5,13	3,96	25,70	37	146,90	
5,16	5,27	5,00	27,19	40	150,10	
4,95	5,16	5,00	25,54	39	155,80	155,11
5,10	5,02	4,94	25,60	40	159,43	

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas terlihat bahwa ketebalan mempengaruhi nilai kuat tekan. Pada aplikasi papan partisi dan plafon, standar papan partisi memiliki ketebalan 0,9 cm – 1,5 cm. Secara rumusan matematis, nilai kuat tekan tidak dipengaruhi oleh ketebalan papan, tetapi dipengaruhi oleh luas bidang yang ditekan oleh beban. Namun, aplikasi di lapangan, ketebalan papan berpengaruh terhadap nilai kuat tekan. Semakin tebal ukuran sebuah papan, kuat tekan yang

dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin tebal sebuah material, material tersebut akan mampu menerima beban maksimum yang lebih. Untuk lebih jelasnya hubungan ketebalan terhadap kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Hasil analisis grafik yang linear menunjukkan bahwa semakin tebal ukuran papan, nilai kuat tekan akan semakin besar, karena papan yang tebal mampu menahan beban yang lebih besar. Gypsum merupakan matriks, yaitu sebagai perekat pada material papan gipsium. Semakin besar jumlah matriks, maka daya rekat semakin baik, sehingga papan yang dihasilkan semakin kuat.

Untuk aplikasi ukuran tebal papan yang sebenarnya, maka dibuat persamaan untuk mengetahui nilai kuat tekan dengan ukuran ketebalan yang diinginkan. Pada kasus ini dibuat persamaan kuadrat, baik perhitungan secara manual maupun dalam program Excel diperoleh Persamaan (4.1).

$$F_c = 10,13x + 100,5 \quad (4.1)$$

Dari Persamaan (4.1) di atas, jika disubstitusi ukuran ketebalan 1,5 cm (standar ukuran ketebalan papan partisi), maka diperoleh nilai kuat tekan sebesar 120,195 kg/cm² yang masih memenuhi standar papan partikel.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Komposisi serat ijuk berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis papan gipsum. Serat ijuk dengan komposisi 1% menghasilkan densitas dan kuat tekan papan maksimum, yakni $1,40 \text{ g/cm}^3$ dan $133,95 \text{ kg/cm}^2$, serta daya serap air minimum sebesar 13,59%, sedangkan kuat lentur papan maksimum dihasilkan pada persentase serat 2,0% yakni $45,38 \text{ kg/cm}^2$.
2. Daya serap air dan kuat tekan papan yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu papan FAO, JIS 5908-2003 dan SNI 03-6384-2000, sedangkan densitas dan kuat lentur belum memenuhi ketiga standar tersebut.
3. Pengisian serat ijuk sebagai penguat papan gipsum lebih baik dibandingkan dengan pengisian serat kaca. Kekuatan mekanik (kuat tekan dan kuat lentur) yang dihasilkan oleh papan gipsum berserat ijuk jauh lebih tinggi dibandingkan dengan papan gipsum berserat kaca dan papan gipsum tanpa serat. Sifat fisis papan gipsum berserat ijuk juga lebih unggul dibandingkan dengan papan gipsum berserat kaca dan papan gipsum tanpa serat.
4. Penambahan boraks 0,5% pada pembuatan papan gipsum sudah cukup dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanik papan gipsum. Dari hasil diperoleh sifat fisis dan mekanik papan gipsum dengan boraks lebih baik dibandingkan dengan papan gipsum tanpa boraks.

5.2 Saran

Kepada peneliti selanjutnya dan kepada industri disarankan untuk memperhatikan hal-hal berikut.

1. Metode pembuatan papan gipsum masih sederhana jika dibandingkan dengan pembuatan papan komposit pada skala industri serta alat uji yang digunakan pada skala labor tidak cocok dengan alat uji yang ada di lapangan, sehingga diperlukan alat yang lebih baik dan disesuaikan dengan yang terdapat pada skala industri.
2. Dengan penelitian ini maka serat ijuk memiliki nilai tambah yang dapat digunakan untuk menghasilkan produk, diharapkan kepada industri tidak enggan untuk menggunakan serat-serat alami dalam proses produksinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Astanti dkk., 2006, *Sifat Fisik Ijuk dan Potensinya Sebagai Perintang Fisik Serangan Rayap Tanah*, Jurnal Penelitian Vol.2 No. 1, Januari 2006.
- Bukit, N., 1988, *Beberapa Pengujian Sifat Mekanik dari Komposit yang Diperkuat Dengan Serat Gelas*, Skripsi, FMIPA, USU, Medan.
- Febrianto, F., 1986, *Pengaruh Nisbah Campuran Partikel Dengan Gypsum dan Kadar Bahan Penghambat Terhadap Sifat Fisis Mekanis Papan Gypsum dari Kayu Karet (Hevea brasiliensis Muell. Arg.)*, Skripsi, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Association, Gypsum, 2007, *Application and Finishing of Gypsum Panel Products*, GA-216-2007.
- Guralnik, D. B., 1979, *Webster's New World Dictionary Second Edition Report*, Frankfurt.
- Haygreen, JG. dan Bowyer, JL., 1982, *Forest Product and Wood Science: An Introduction*.
- Fitri, Hendra Setia C., 2002, *Pengembangan Teknologi Papan Komposit Dari Limbah Batang Pisang (Musa sp): Sifat Fisis dan Mekanis Papan Pada Berbagai Variasi Perekat dan Parafin*, Skripsi, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kamil, RN. dan Supriana N., 1971, *Pengawetan Kayu Secara Difusi dengan Boraks dan Asam Borat*, Laporan No. 128, Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Komara, I., 1989, *Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Terhadap Sifat Papan Partikel Kayu Karet (Hevea brasiliensis Muell. Arg.)*, Skripsi, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sitepu, M., 2006, *Modifikasi Serat Ijuk dengan Radiasi Sinar-x suatu Studi untuk Perisai Radiasi Nuklir. Jurnal Sains Kimia vol.10,no.1.2006 : 4-9*.
- Surdia, T, M.S. dan Saito, S., 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT.Pradnya Paramita, Jakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 1996, *Teknologi Beton. Buku Ajar*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Waruwu, Desiman, 2011, *Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Tepung Gypsum*, Skripsi, FMIPA, Universitas Andalas, Padang.

Yanti, Septi Dwi R., 2011, *Optimasi Penambahan Serat Sabut Pinang Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Papan Gypsum*, Skripsi, Universitas Andalas, Padang.

Arumaarifu, 2010, *Apa Itu Komposit*, <http://www.arumaarifu.wordpress.com>, diakses 10 Januari 2012.

Kahfi, F., 2007, *Sifat Fisis Mekanis Papan Gypsum dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) dengan Perlakuan Perendaman dan Variasi Kadar Gypsum*, <http://repository.usu.ac.id>, diakses 10 Februari 2012.

Hasanuddin, Lembaga Penelitian Universitas, 2006, *Pengembangan Perintang Fisik (Physical Barrier)*, <http://www.unhas.ac.id>, diakses 10 Februari 2012.

Moslemi, A. A. dkk, 1994, *Accelerated ageing of cement-bonded particleboard*, 4th International Inorganic-Bonded Wood and Fiber Composite Materials Conference, Spokane, Washington, USA, 83-88, <http://www.ncsu.edu>, diakses 5 Februari 2012.

Salon, S., 2007, *Pembuatan Papan Gypsum Plafon dengan Bahan Pengisi Limbah Padat Pabrik Kertas Rokok dan Perekat Polivinil Alkoho*, Thesis, Universitas Sumatera Utara, Medan, <http://repository.usu.ac.id>, diakses 10 Februari 2012.

SNI 03-2105, 1996, *Badan Standarisasi Nasional*, Daftar Standar Asing yang Digunakan sebagai Acuan Normatif pada Proses Perumusan SNI, <http://websisni.bsn.go.id>, diakses 10 Februari 2012.

LAMPIRAN 1

Hasil Pengujian Papan Gypsum Berserat Ijuk

1. Hasil Pengujian Densitas Papan Gypsum Berserat Ijuk

Persentase Serat (%)	Massa Papan (g)	Volume Papan (cm ³)	Densitas (g/cm ³)	Densitas Rata-Rata (g/cm ³)
0,5	109,16	78,85	1,38	1,38
	108,97	78,75	1,38	
	109,04	79,27	1,38	
1,0	107,88	76,96	1,40	1,40
	108,34	78,19	1,39	
	108,80	77,82	1,40	
1,5	103,19	78,04	1,32	1,32
	103,92	78,81	1,32	
	103,24	78,64	1,31	
2,0	101,17	80,77	1,25	1,27
	102,99	80,63	1,28	
	102,06	80,37	1,27	
2,5	95,98	79,43	1,21	1,21
	98,51	81,25	1,21	
	97,32	80,31	1,21	

Contoh Perhitungan :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Diket : m = 109,16 g

V = 78,85 cm³

Dit : ρ ?

$$\rho = \frac{109,16}{78,85} = 1,38 \text{ g/cm}^3$$

2. Hasil Pengujian Daya Serap Air Papan Gypsum Berserat Ijuk

Persentase Serat (%)	Massa Papan Sebelum Direndam di Dalam Air (g)	Massa Papan Setelah Direndam di Dalam Air (g)	Daya Serap Air (%)	Daya Serap Air Rata-Rata (%)
0,5	109,16	125,02	14,53	14,57
	108,97	124,75	14,48	
	109,04	125,08	14,71	
1,0	107,88	122,23	13,33	13,59
	108,34	122,06	12,66	
	108,80	124,91	14,81	
1,5	103,19	123,74	19,91	20,27
	103,92	124,67	19,97	
	103,24	124,84	20,92	
2,0	101,17	121,2	19,80	21,14
	102,99	123,79	20,20	
	102,06	125,97	23,43	
2,5	95,98	120,07	25,10	24,32
	98,51	120,70	22,53	
	97,32	121,98	25,34	

Contoh Perhitungan :

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{(M_b - M_k)}{M_k} \times 100\%$$

Diket : $M_k = 109,16 \text{ g}$

$M_b = 125,02 \text{ g}$

Dit : Daya serap air (%) ?

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{125,02 - 109,16}{109,16} = 14,57 \%$$

3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Papan Gypsum Berserat Ijuk

Persentase Serat (%)	Luas Penampang (A) (cm ²)	Beban Maksimum (P) (KN)	Kuat Tekan (fc) (kg/cm ²)	fc Rata-Rata (kg/cm ²)
0,5	26,15	28	109,22	112,36
	25,75	28	110,91	
	26,16	30	116,96	
1,0	26,88	35	132,84	133,95
	25,50	34	136,00	
	26,84	35	133,00	
1,5	26,41	26	100,40	100,70
	26,56	26	99,86	
	27,04	27	101,85	
2,0	26,73	25	95,41	94,70
	27,59	27	99,82	
	25,25	22	88,88	
2,5	27,03	13	49,06	52,53
	27,56	17	62,91	
	26,83	12	45,62	

Contoh perhitungan :

$$\text{Kuat tekan (fc)} = \frac{P}{A}$$

Diket : P = 28 KN

$$A = 26,15 \text{ cm}^2$$

Dit : fc ?

$$F = m \cdot g$$

$$1 \text{ KN} = m \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$1000 \text{ N} = m \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$m = \frac{1000 \text{ kg m/s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$m = 102,04 \text{ kg}$$

Sehingga :

$$\text{Kuat tekan (fc)} = \frac{28 \times 102}{26,15} = 109,22 \text{ kg/cm}^2$$

4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Papan Gypsum Berserat Ijuk

Persentase Serat (%)	Jarak Tumpuan (S) (cm)	Lebar (L) (cm)	Tebal (T) (cm)	Beban Patah Maksimum (KN)	Kuat Lentur (fr) (kg/cm ²)	fr Rata-Rata (kg/cm ²)
0,5	16	5,07	2,94	0,40	22,34	22,01
	16	5,10	2,98	0,40	21,62	
	16	5,23	2,84	0,38	22,05	
1,0	16	4,95	3,25	0,65	30,43	31,35
	16	4,99	3,3	0,65	29,28	
	16	4,94	3,29	0,75	34,34	
1,5	16	4,92	3,29	0,79	36,31	37,97
	16	4,89	3,27	0,78	36,52	
	16	5,10	2,88	0,71	41,09	
2,0	16	4,87	3,02	0,82	45,19	45,38
	16	4,89	3,01	0,85	46,97	
	16	4,94	3,04	0,82	43,97	
2,5	16	4,83	3,30	0,87	40,49	38,45
	16	4,94	3,13	0,79	39,96	
	16	4,86	3,29	0,75	34,90	

Contoh Perhitungan :

$$fr = \frac{3PL}{2BH^2}$$

Diket : P = 0,4 KN

B = 5,07 cm

L = 16 cm

H² = (2,94 cm)² = 8,64 cm²

Dit : fr ?

$$fr = \frac{3 \times (0,4) \times (16 \text{ cm}) \times 102 \text{ kg}}{2 \times (5,07 \text{ cm}) \times 8,64 \text{ cm}^2} = 22,34 \text{ kg/cm}^2$$

LAMPIRAN 2

Hasil Pengujian Papan Gypsum Berserat Kaca

1. Hasil Pengujian Densitas Papan Gypsum Berserat Kaca

Persentase Serat (%)	Massa Papan (g)	Volume Papan (cm ³)	Densitas (g/cm ³)	Densitas Rata-Rata (g/cm ³)
0,5	110,80	79,17	1,40	1,39
	110,06	78,86	1,40	
	110,02	79,17	1,39	
1,0	110,08	78,02	1,41	1,41
	110,25	78,78	1,40	
	109,97	78,03	1,41	
1,5	106,36	78,14	1,36	1,37
	106,87	77,83	1,37	
	108,33	79,60	1,36	
2,0	103,10	80,06	1,29	1,27
	100,34	79,85	1,26	
	98,12	78,03	1,26	
2,5	98,19	80,36	1,22	1,23
	98,02	79,50	1,23	
	98,24	79,58	1,23	

2. Hasil Pengujian Daya Serap Air Papan Gypsum Berserat Kaca

Persentase Serat (%)	Massa Papan Sebelum Direndam di Dalam Air (g)	Massa Papan Setelah Direndam di Dalam Air (g)	Daya Serap Air (%)	Daya Serap Air Rata-Rata (%)
0,5	110,80	123,76	11,70	12,61
	110,06	123,87	12,55	
	110,02	124,98	13,60	
1,0	110,08	123,04	11,27	12,36
	110,25	124,23	12,68	
	109,97	123,87	12,64	
1,5	104,36	124,98	17,51	16,14
	104,87	122,71	14,82	
	106,33	125,77	16,1	
2,0	103,10	123,76	20,04	21,02
	100,34	121,13	20,72	
	98,12	120,01	22,31	

2,5	98,19	122,49	24,75	24,43
	98,02	121,95	24,41	
	98,24	121,94	24,12	

3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Papan Gypsum Berserat Kaca

Persentase Serat (%)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maksimum (P) (KN)	Kuat Tekan (Fc) (kg/cm ²)	Fc Rata-Rata (kg/cm ²)
0,5	27,66	25	92,21	91,73
	27,66	25	92,18	
	26,96	24	90,81	
1,0	28,03	27	98,26	98,94
	27,40	27	100,50	
	27,04	26	98,07	
1,5	26,39	23	88,88	90,18
	26,52	24	92,31	
	27,39	24	89,36	
2,0	28,60	18	64,20	66,91
	26,11	17	66,41	
	27,64	19	70,12	
2,5	25,55	8	31,94	32,71
	26,37	9	34,81	
	26,01	8	31,37	

4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Papan Gypsum Berserat Kaca

Persentase Serat (%)	Jarak Tumpuan (S) (cm)	Lebar (L) (cm)	Tebal (T) (cm)	Beban Patah Maksimum (KN)	Kuat Lentur (Fr) (kg/cm ²)	Fr Rata-Rata (kg/cm ²)
0,5	16	4,97	3,2	0,35	16,84	16,48
	16	4,95	3,2	0,33	15,94	
	16	5,03	3,01	0,31	16,65	
1,0	16	5,05	2,94	0,35	19,63	19,53
	16	5,19	2,85	0,35	20,32	
	16	5,04	3,02	0,35	18,64	
1,5	16	4,98	3,10	0,41	20,97	21,38
	16	4,85	3,23	0,45	21,77	
	16	4,96	3,15	0,43	21,39	
2,0	16	5,10	2,97	0,41	22,31	

	16	5,05	2,99	0,41	22,23	21,98
	16	5,05	3,01	0,40	21,40	
2,5	16	5,10	2,98	0,33	17,84	18,27
	16	5,07	3,01	0,35	18,65	
	16	5,12	2,89	0,32	18,32	

LAMPIRAN 3

Hasil Pengujian Papan Gypsum Tanpa Serat

1. Hasil Pengujian Densitas Papan Gypsum Tanpa Serat

Persentase Serat (%)	Massa Papan (g)	Volume Papan (cm ³)	Densitas (g/cm ³)	Densitas Rata-Rata (g/cm ³)
0 (tanpa boraks)	104,38	79,98	1,31	1,32
	104,30	79,91	1,31	
	105,60	78,99	1,34	
0 (dengan boraks)	106,02	80,62	1,36	1,35
	107,80	78,82	1,37	
	106,82	77,82	1,33	

2. Hasil Pengujian Daya Serap Air Papan Gypsum Tanpa serat

Persentase Serat (%)	Massa Papan Sebelum Direndam di Dalam Air (g)	Massa Papan Setelah Direndam di Dalam Air (g)	Daya Serap Air (%)	Daya Serap Air Rata-Rata (%)
0 (tanpa boraks)	104,38	122,81	17,66	18,13
	104,30	124,23	19,11	
	105,60	124,21	17,62	
0 (dengan boraks)	106,02	122,82	15,85	16,12
	107,80	126,49	17,34	
	106,82	123,03	15,18	

3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Papan Gypsum Tanpa serat

Persentase Serat (%)	Luas Penampang (cm ²)	Beban Maksimum (P) (KN)	Kuat Tekan (Fc) (kg/cm ²)	Fc Rata-Rata (kg/cm ²)
0 (tanpa boraks)	27,20	6	22,50	20,47
	26,78	5	19,05	
	25,68	5	19,86	
0 (dengan boraks)	25,49	11	44,02	47,12
	27,35	13	48,49	
	27,14	13	48,86	

4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Papan Gypsum Tanpa Serat

Persentase Serat (%)	Jarak Tumpuan (S) (cm)	Lebar (L) (cm)	Tebal (T) (cm)	Beban Patah Maksimum (KN)	Kuat Lentur (Fr) (kg/cm ²)	Fr Rata-Rata (kg/cm ²)
0 (tanpa boraks)	16	5,04	2,98	0,21	11,49	10,53
	16	5,10	2,99	0,20	10,74	
	16	5,07	2,96	0,17	9,37	
0 (dengan boraks)	16	4,99	3,01	0,31	16,79	16,39
	16	5,01	3,02	0,30	16,07	
	16	5,04	2,99	0,30	16,30	

LAMPIRAN 4

Pengaruh Ketebalan Terhadap Kuat Tekan Papan

1. Komposisi Bahan untuk Pengujian Kuat Tekan yang Dipengaruhi Ketebalan

No.	Panjang Serat (cm)	Massa Serat (g)	Tebal Papan (cm)	Massa Gypsum (g)	Massa Boraks	Volume Air (ml)
1.	4	1,15	3	113,90	0.5% = 0,86 g	58
2.	4	1,15	3	113,90	0.5% = 0,86 g	58
3.	4	1,15	3	113,90	0.5% = 0,86 g	58
4.	4	1,15	4	151,87	0.5% = 1,15 g	77
5.	4	1,15	4	151,87	0.5% = 1,15 g	77
6.	4	1,15	4	151,87	0.5% = 1,15 g	77
7.	4	1,15	5	189,83	0.5% = 1,43 g	97
8.	4	1,15	5	189,83	0.5% = 1,43 g	97
9.	4	1,15	5	189,83	0.5% = 1,43 g	97

2. Perhitungan Manual Persamaan Garis Grafik Kuat Tekan yang Dipengaruhi Ketebalan

x	y	xy	x ²	m	b
2,96	132,89	393,35	8,76	10,13	105,05
2,88	136,05	391,83	8,29		
2,89	133,05	384,52	8,35		
3,95	143,45	566,64	15,60		
3,95	147,95	584,41	15,60		
3,96	146,90	581,72	15,68		
5,00	150,10	750,48	25,00		
5,00	155,80	779,02	25,00		
4,94	159,43	787,56	24,40		
$\Sigma x = 35.53$	$\Sigma y = 1305.62$	$\Sigma xy = 5219.53$	$\Sigma x^2 = 146.70$		

$$y = mx+b$$

$$y = f_c$$

x = tebal papan

Untuk memperoleh nilai m dan b:

$$m = \frac{9\sum xy - \sum x \sum y}{9\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{9\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

3. Contoh Perhitungan untuk Mendapatkan Nilai Kuat Tekan dari Ketebalan yang Diinginkan

Telah diperoleh persamaan garis :

$$F_c = 10,13x + 100,5$$

Untuk tebal 15 mm, maka nilai kuat tekan:

$$F_c = 10,13 (1,5) + 100,5$$

$$F_c = 120,195 \text{ kg/cm}^2$$

LAMPIRAN 5

Standar Mutu FAO, JIS 5908-2003 dan SNI 03-6384-2000 untuk Papan Partikel

Sifat Fisis-Mekanis	Satuan	FAO	JIS A 5908-2003	SNI
Kerapatan	g/cm ³	0,4-0,8	0,5-0,9	0,5-0,9
Daya serap air	%	20-75	td	td
Kuat tekan	kg/cm ²	100-500	82-184	min 18
Kuat lentur	kg/cm ²	10000- 50000	20400- 36000	min 15000

LAMPIRAN 6

Dokumentasi Penelitian

1. Sampel uji daya serap air, densitas dan kuat tekan



2. Sampel untuk pengujian kuat lentur



3. Perendaman sampel untuk pengujian daya serap air



4. Pengujian kuat tekan dengan mesin *compressor*



5. Pengujian kuat lentur dengan mesin *compressor*



6. Serat kaca

