

Pengaruh Komposisi Kertas Bekas Terhadap Sifat Mekanik dan Ketahanan Air pada Komposit (Kertas Bekas, Gypsum dan PVA)

Muntazar¹, Samsul Rizal², Sulaiman Thalib³

¹⁾ Program Studi Magister Teknik Mesin Pascasarjana Universitas Syiah Kuala Banda Aceh

^{2,3)} Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of used paper composition on the mechanical properties and water resistance to the composite (used-paper, gypsum and PVA) expected a composite that has good flexural strength, good water resistance and has a lighter weight than current composites. The materials used in the test specimens are used paper, gypsum and PVA. This research was conducted at the Laboratory of Mechanical Engineering Materials Syiah Kuala University, the flexural testing using ASTM C473 to get the mechanical properties, a standard SNI 03-6434-2000 used to test the water resistance and methods of morphology (SEM photo) to study the structure of the composite. The results showed that 20 percent composites by the addition of filler material (used paper, PVA) to get flexural the value of 9,00 MPa, water resistance of 4,067 percent and have a good bond, mutual binding between the gypsum crystals with used paper fibers. The of all testing, composites with 20 percent adding filler material have lower weight get of 8.98 percent when compared with that sold products.

Keywords: gypsum, used paper, PVA, flexural, waterproof and lightweight.

1. Pendahuluan

Di era globalisasi sekarang ini, dunia membutuhkan industri yang ramah lingkungan dan dapat mengurangi pemakaian bahan baku yang berdampak langsung terhadap penyediaannya untuk keperluan pembangunan dan penelitian. Dari pertumbuhan dan kebutuhan penduduk dunia yang semakin bertambah dan ketersediaan material semakin berkurang, diperlukan ilmu pengetahuan untuk mencari bahan dan produk alternatif demi ketersediaan kebutuhan masyarakat terhadap kebutuhan bahan baku.

Salah satu kebutuhan dalam memenuhi kehidupan adalah tersedia tempat tinggal ataupun rumah tinggal yang nyaman dan memenuhi kriteria sehat. Untuk memenuhi kebutuhan akan rumah tinggal, menurut Mangkunegara [1], dalam upaya mendapatkan sebuah rumah tinggal yang aman dan nyaman dalam segi konstruksi, maka diperlukan beberapa material penunjang yang bagus, kuat, mudah digunakan dan memiliki harga yang terjangkau.

Salah satu material tersebut adalah papan gypsum, papan gypsum memiliki kegunaan utama untuk mempercantik sebuah dekorasi interior yang digunakan pada ruangan-ruangan bersuhu kering dengan keuntungan memiliki bentuk menarik, mudah dipasang sebagai penyekat ruangan dan dapat dibentuk dengan berbagai keinginan pemilik konstruksi pada sebuah bangunan.

Dengan beberapa keunggulan yang sudah dimiliki, dengan berat yang dimiliki saat ini, papan gypsum masih berat untuk diangkap pada proses pemasangan ke plafon, tidak tahan terhadap air dan dipastikan suatu saat akan menipis bahan bakunya. Sehingga dibutuhkan suatu penelitian untuk mendapatkan suatu inovasi alternatif dalam memproduksi suatu material papan gypsum. Salah satunya adalah dengan melakukan penelitian terhadap komposisi kertas bekas dan PVA dalam sebuah komposit dengan harapan memiliki kekuatan mekanik (fleksural) yang baik, tahan terhadap air dan memiliki ikatan saling mengikat antara serat pengisi (kertas bekas, PVA) dengan gypsum.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik mekanik terhadap pengisi (kertas bekas dan PVA) melalui pengujian fleksural, komposit yang tahan terhadap air dan memiliki ikatan struktur kuat dengan saling mengikat antara gypsum, kertas bekas dan PVA, hingga menghasilkan sebuah komposit yang memiliki berat lebih ringan dengan papan gypsum yang sudah berada sekarang dipasaran.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Manterial, Fakultas Teknik. Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh dengan objek pemanfaatan kertas bekas untuk dijadikan bahan pengisi pada komposit gypsum, kertas bekas dan PVA sebagai bahan perekat.

Sebagai bahan perbandingan, penelitian dilakukan pada lima komposisi kertas bekas dan PVA sebagai bahan pengisi dari komposit, sebagaimana ditunjuk dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Komposit

No	Keterangan	Gypsum (%)	Kertas bekas (%)	PVA (%)	Total (%)	Jlh
1	Bahan I	100	0	0	100	5
2	Bahan II	90	8	2	100	5
3	Bahan III	80	18	2	100	5
4	Bahan IV	70	28	2	100	5
5	Bahan V	50	48	2	100	5

Berdasarkan Tabel 1 diatas bahwa komposit yang memiliki perbedaan komposisi akan dibentuk menjadi spesimen uji sesuai dengan standar ASTM C473 untuk pengujian fleksural (150mm x 25mm x 9,5mm) dan spesimen pengujian terhadap ketahanan air sesuai dengan standar SNI 03-6434-2000.



Gambar 1. Spesimen pengujian fleksural.



Gambar 2. Spesimen Uji Ketahanan Air.

Sedangkan untuk pengujian morfologi digunakan spesimen dari hasil pengujian fleksural guna mendapatkan detail struktur dari patahan yang terjadi.

Pengukuran terhadap besaran beban lentur akan diketahui nilainya dengan melakukan pengujian fleksural terhadap spesimen komposit, adalah dengan menggunakan persamaan [2]:

$$F_s = \frac{3.P \times l}{2.b \times d^2} \quad (1)$$

Dimana :

F_s = Total beban fleksural

P = Beban maksimum (beban patah)

L = Jarak penyangga

d = Tebal spesimen

b = Lebar spesimen dalam.

Sedangkan untuk mengetahui nilai ketahanan air yang berdasarkan standar SNI 03-6434-2000, adalah:

$$\text{Penetrasi air} = \frac{\text{BeratBasah} - \text{BeratKering}}{\text{BeratKering}} \quad (2)$$

3. Kajian Pustaka

3.1 Kertas

Kertas pada dasarnya mengandung selulosa yang berasal dari jaringan tumbuhan. Tanaman memiliki sebuah dinding sel utama yang terbuat dari struktur kecil dan mengandung sekitar (9 – 25%) *selulosa microfibrils*, *hemiselulosa* (20 – 50%), *pectic substances* (10 – 35%) dan protein 10%. Dinding sel utama memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan berpori- pori kandungan di dalam dinding sel utama diikat dengan lamella tengah [3].

Selulosa berfungsi sebagai penguat pada batang tumbuhan, lignin untuk melindungi selulosa dari aksi kimiawi maupun biologis sedangkan hemiselulosa pengikat selulosa dengan lignin [4]. Selulosa berupa polimer glukosa linier hidrofilik yang dihubungkan oleh ikatan glikosida.

3.2 PVA

Polivinil asetat (PVAc) atau dapat disebut juga lem putih yang digunakan sebagai lem kayu dan kertas merupakan salah satu produk jenis polimer emulsi. Polimerisasi emulsi adalah polimerisasi adisi terinisiasi radikal bebas dimana suatu monomer atau campuran monomer dipolimerisasikan di dalam air dengan perubahan surfaktan untuk membentuk suatu produk polimeremulsi yang bisa disebut lateks.

Lateks didefinisikan sebagai dispersi koloidal dari partikel polimer dalam medium air. Bahan utama di dalam polimerisasi emulsi selain dari monomer dan air adalah surfaktan, inisiator dan zat pengalih rantai. Produk - produk polimer emulsi ini merupakan bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari - hari dan dalam berbagai jenis sektor industri.

3.3 Gypsum

Gypsum adalah batu putih yang terbentuk karena pengendapan air laut, kemudian dipanaskan 175⁰C disebut *STUCCO*. Gypsum adalah salah satu mineral

terbanyak dalam lingkungan sedimen yaitu batu yang terdiri dari mineral yang diproduksi secara besar-besaran biasanya dengan persipitasi dari air asin.

Kristal gipsum dapat tidak berwarna dan transparan secara ekstrim membuat kontras yang kuat untuk pemakaian paling banyak di dinding kering. Gipsum adalah penyekat alami, hangat bila disentuh dibandingkan dengan batu biasa. Rumus kimia gipsum : $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$, dengan berat molekul = 172,17 gr.

Gipsum adalah mineral yang bahan utamanya terdiri dari *hydrated calcium sulfate*. Seperti pada mineral dan batu, gipsum akan menjadi lebih kuat apabila mengalami penekanan. Papan gipsum merupakan bahan pelapis interior yang digunakan untuk dinding pembatas dan plafon gipsum, serta dapat diaplikasikan sebagai pelapis dinding bata. Papan gipsum adalah nama generik untuk keluarga produk lembaran yang terdiri dari inti utama yang tidak terbakar dan dilapisi dengan kertas pada permukaannya [5].

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian yang sudah dilaksanakan terhadap spesimen sesuai standar ASTM C473 dan SNI 03-6434-2000 maka didapatkan beberapa hasil pengujian.

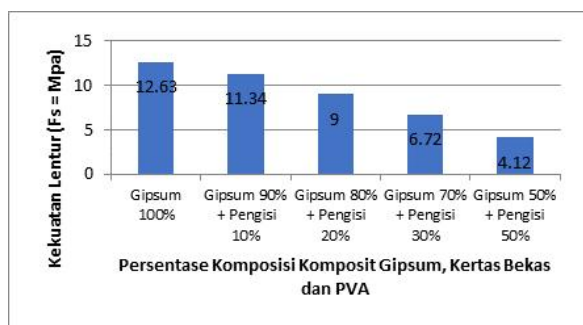
4.1 Hasil Pengujian Fleksural

Untuk nilai flaksural yang diperoleh dari pengujian terhadap masing – masing spesimen seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fleksural

Sampel	100 % Gipsum	90 % Gipsum	80 % Gipsum	70 % Gipsum	50 % Gipsum
Nilai Fs	12.63 Mpa	11.34 Mpa	9.00 Mpa	6.72 Mpa	4.12 Mpa

Bila ditampilkan dalam bentuk grafik, maka didapatkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hasil pengujian fleksural

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 3 grafik hasil pengjian fleksural menunjukkan bahwa komposit gipsum, kertas bekas dan PVA mengalami penurunan nilai kekakuan jika bahan pengisi (kertas bekas, PVA) semakin banyak dicampurkan kedalam komposit.

Penurunan kekuatan ini bisa disebabkan oleh bertambahnya persentase bahan pengisi yang mengakibatkan oleh muncul rongga (Gambar 10) antara gipsum dengan kertas bekas akibat proses pencetakan dan proses pencampuran komposit. Selain itu bisa juga disebabkan oleh kadar air yang terserap dalam kertas bekas pada saat proses pembuatan bubur kertas.

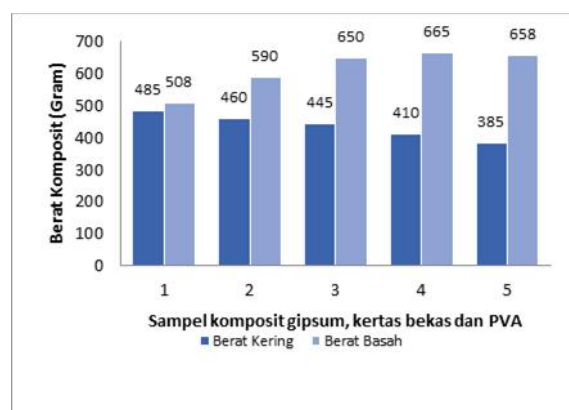
4.2 Hasil Pengujian Terhadap Ketahanan Air

Berdasarkan metode hasil pengujian fisik terhadap komposit gipsum, kertas bekas dan PVA, maka dapat diketahui nilainya seperti tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan berat setelah dilakukan perendaman kedalam bak air

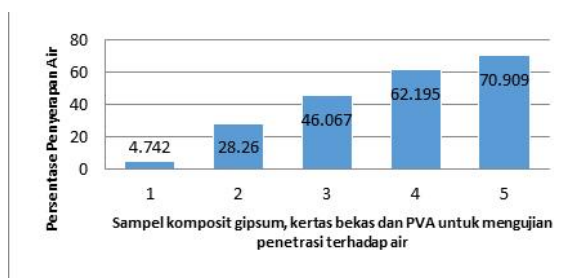
No	Sampel	Berat Kering (Gram)	Berat Basah (Gram)	Penyerapan Air (%)
1	I (100 % Gipsum)	485	508	4.742
2	II (90 % Gipsum)	460	590	28.260
3	III (80% Gipsum)	445	650	46.067
4	IV (70% Gipsum)	410	665	62.195
5	V (50% Gipsum)	385	658	70.909

Dari hasil perendaman yang telah dilakukan terhadap spesimen komposit gipsum, kertas bekas dan PVA, maka didapatkan seperti grafik gambar 4.



Gambar 4. Perbedaan berat kering dan berat basah pada spesimen komposit gipsum, kertas bekas, PVA.

Dan dari hasil pengujian ketahanan ini didapatkan jumlah persentase berat setelah dilakukan perendaman untuk masing – masing komposit adalah sebagai berikut :



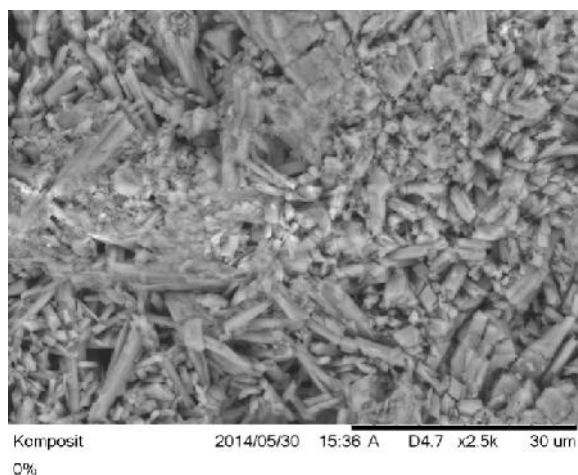
Gambar 5 Perbedaan persentase penyerapan air terhadap komposit gipsium, kertas bekas dan PVA.

Berdasarkan gambar 4 dan gambar 5 dapat di analisa bahwa komposit gipsium, kertas bekas dan PVA mampu menahan serapan terhadap air sebesar 46.067 persen pada komposit dengan komposisi gipsium 80 persen yang ditambah pengisi (kertas bekas, PVA) sebesar 20 persen. Komposisi komposit ini masih unggul bila dibandingkan dengan gipsium yang dijual dipasaran dengan kelembaban hingga 90 persen pada kondisi kering ($5^0 - 40^0$) Celsius.

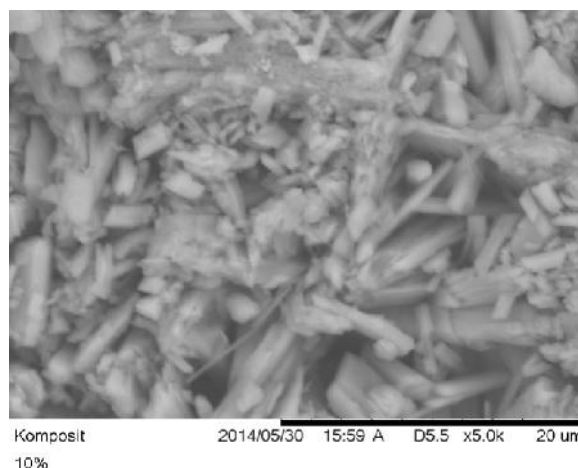
Dari pengujian ini juga mendapatkan hasil bahwa komposit gipsium, kertas bekas dan PVA lebih ringan bila dibandingkan dengan gipsium tanpa pengisi sebesar 9.98 persen sehingga komposit gipsium dengan komposisi pengisi 20 persen layak digunakan untuk plafon dan interior pada sebuah bangunan.

4.3 Hasil Pengujian Morfologi

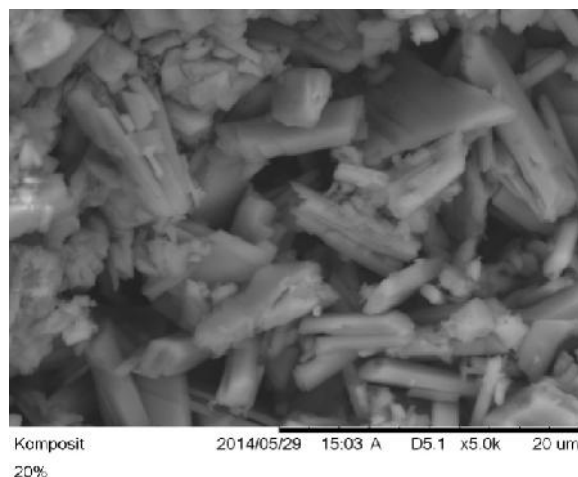
Berdasarkan dari hasil photo SEM yang telah dilakukan terhadap komposit gipsium, kertas bekas dan PVA menunjukkan bahwa ikatan serat gipsium dengan kertas bekas saling mengikat antara satu dengan yang lain. Untuk lebih jelas dapat diperhatika pada gambar 6, gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 6. Photo Morfologi dengan 100 persen gipsium



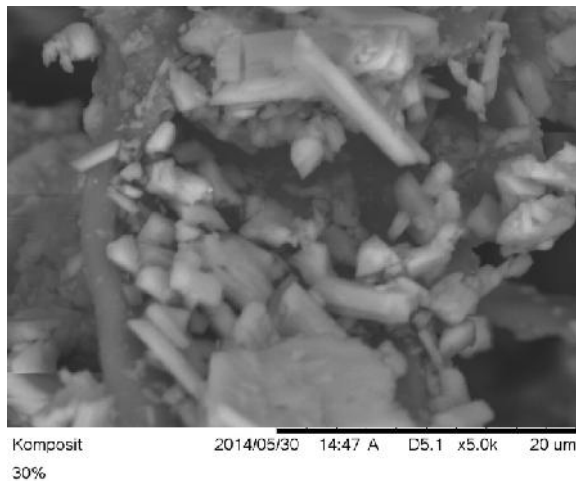
Gambar 7. Photo morfologi terhadap 90 persen gipsium dengan campuran 10 persen bahan pengisi (kertas bekas, PVA)



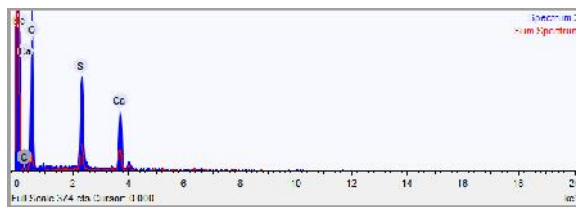
Gambar 8. Photo morfologi terhadap 80 persen gipsium dengan campuran 20 persen bahan pengisi (kertas bekas, PVA).

Berdasarkan photo dari uji morfologi terhadap komposit gipsium, kertas bekas dan PVA memberikan informasi bahwa komposit ini mampu mengikat satu sama lain hingga membuat satu ikatan kuat (Gambar 6, gambar 7 dan gambar 8), walaupun terdapat rongga (gambar 9 dan gambar 11) didalamnya lebih diakibatkan oleh struktur Kristal gipsium dengan serat kertas bekas berbentuk lonjong sehingga diantaranya dapat memunculkan rongga, dari pengujian ini juga didapatkan bahwa maksimal kandungan sulfur serdapat sebesar 47,018 persen dan atom kalsium sebesar 52.982 persen, dengan persentase ini maka nilai dari oksigen akibat rongga tidak terdeteksi.

Sedangkan untuk komposit gipsium, kertas bekas dan PVA dengan persentase bahan pengisi (kertas bekas, PVA) melebihi dari 20 persen, maka didapatkan hasil bahwa komposit dengan volume bahan pengisi lebih tersebut sudah tidak memiliki kekuatan mekanik yang kuat, dan ini terjadi karena komposisi serat kertas bekas sudah mendominasi dari pada jumlah gipsium dengan butiran kristal yang lebih kecil.

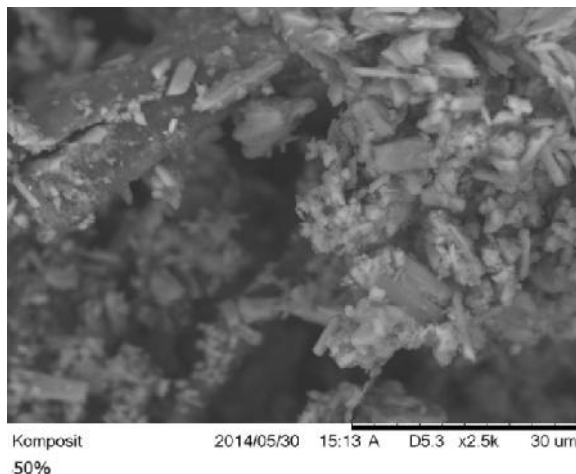


Gambar 9. Photo morfologi terhadap 70 persen gipsium dengan campuran 30 persen bahan pengisi (kertas bekas, PVA).



Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Oxygen	73.163	0.838	85.914
Sulfur	12.852	0.534	7.530
Calcium	13.985	0.583	6.555

Gambar 10. Data grafik persentase atom yang terkandung dalam komposit 50 persen gipsium dengan campuran 50 persen bahan pengisi (kertas bekas, PVA).



Gambar 11. Photo morfologi terhadap 50 persen gipsium dengan campuran 50 persen bahan pengisi (kertas bekas, PVA).

kurang masuk kedalam kriteria komposit layak digunakan.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian yang telah dilaksanakan terhadap komposit gipsium, kertas bekas dan PVA dengan beberapa jenis persentase pengisi dapat disimpulkan bahwa komposisi gipsium dengan bahan 20 persen pengisi (kertas bekas, PVA) telah mendapatkan hasil fleksural sebesar 9,00 MPa, mampu menahan penyerapan air hingga 53,933 persen serta memiliki ikatan antar gipsium dengan serat kertas bekas, PVA yang baik.

Pada persentase komposisi ini juga didapatkan sebesar 8,98 persen lebih ringan dibandingkan dengan papan gipsium yang ada dipasaran. Dari hasil tersebut dapat disampaikan bahwa komposit gipsium, kertas bekas, PVA bisa menjadi bahan alternatif papan gipsium yang digunakan sebagai design interior konstruksi.

Daftar Pustaka

- [1] Mangkunegara, A., 2002, Perilaku konsumen, Refika, Bandung.
- [2] Dieter, G. E., 1981, *Mechanical Metallurgy*, McGraw-Hill, Kogakusha.
- [3] McKinney, R.W.J., 1995, *Technology of Paper Recycling*, Blackie Academic & Profesional, Weater Cleddens Road, Bishopriggs, Glasglow.
- [4] Y.Y. Lee Q. Xiang, P.O. Petterson, R.W. Torget, 2003, Heterogeneous Aspects of Acid Hydrolysis of a Cellulode, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 105-108.
- [5] Callister, W.D., 2007, *Materials Science and Engineering*, Department of Metallurgical Engineering The University of Utah, John Wiley & Sons, Inc

Dan berdasarkan hasil grafik pada gambar 10 juga mengidentifikasi bahwa komposit ini sudah mengandung nilai oksigen yang besar bila dibandingkan dengan kandungan sulfur dan kalsium. Sehingga bisa disimpulkan bahwa komposit jenis ini