

# Pengaruh Kerapatan Serat Terhadap Kekuatan Lentur Papan Gypsum Berpenguat Limbah Karung Plastik Pupuk

Samsul Bahri<sup>1\*</sup>, Hamdani<sup>2</sup>, Usman<sup>3</sup>, Jenne Syarif<sup>4</sup>, Irwin Syahri Cebro<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

<sup>1\*</sup>samsul@pnl.ac.id

**Abstrak**— Peningkatan penggunaan karung plastik tak terhindari seiring dengan semakin banyak dan beragamnya kebutuhan manusia. Imbasnya muncul limbah berupa karung bekas pakai dan rusak. Bahan baku dasar karung plastik adalah *polipropilena* yang kuat, tangguh dan ringan. Meskipun sebagai limbah, karung tersebut sebenarnya masih punya potensi pemanfaatan karena merupakan serat-serat yang dianyam. Salah satu produk yang menggunakan serat adalah papan gypsum. Pada umumnya material gypsum tersebut menggunakan serat sintetis *E-glass* sebagai penguat dengan harga yang relatif mahal. Sementara karung plastik bekas pengantongan pupuk banyak tersedia bahkan menjadi limbah. Penelitian ini mendapatkan pengaruh kerapatan serat karung plastik sebagai penguat pada pembuatan papan gypsum. Serat karung plastik hasil pemisahan, ditambahkan pada proses pencetakan papan gypsum dengan variasi kerapatan 25%, 50% dan 75% basis volume perlapisan. Pengeringan atau pengerasan dilakukan pada temperatur ruangan selama satu bulan dan dilakukakan pengujian kuat lentur menggunakan tiga titik tumpuan. Kekuatan lentur dari spesimen uji papan gypsum penggunaan serat karung plastik mengalami peningkatan pada setiap variasinya. Kerapatan serat 25% mempunyai kuat lentur 1,66 MPa, kerapatan serat 50% mempunyai kuat lentur 2,64 MPa atau meningkat sebesar 19,67%, dan pada kerapatan serat 75% didapat nilai kuat lentur sebesar 4,2 MPa atau meningkat sebesar 19,15%. Peningkatan penggunaan kerapatan serat limbah karung plastik pada pembuatan papan gypsum dapat meningkatkan kekuatan lentur komposit gypsum.

**Kata kunci**— Papan gypsum, karung plastik pupuk bekas, serat, kuat lentur.

**Abstract**— The increase in the use of plastic sacks is inevitable along with the increasing number and diversity of human needs. As a result, waste appears in the form of used and damaged sacks. The basic raw material for plastic sacks is polypropylene which is strong, tough and light. Even though it is waste, these sacks actually still have potential for use because they are woven fibers. One product that uses fiber is gypsum board. In general, the gypsum material uses synthetic E-glass fiber as reinforcement at a relatively expensive price. Meanwhile, plastic sacks used for bagging fertilizers are widely available and even become waste. This research found the effect of the density of plastic sack fibers as reinforcement in the manufacture of gypsum board. The separated plastic sack fibers are added to the gypsum board molding process with density variations of 25%, 50% and 75% on a layer volume basis. Drying or hardening is carried out at room temperature for one month and a flexural strength test is carried out using three support points. The flexural strength of the gypsum board test specimens using plastic sack fibers increased with each variation. A fiber density of 25% has a flexural strength of 1.66 MPa, a fiber density of 50% has a flexural strength of 2.64 MPa or an increase of 19.67%, and at a fiber density of 75% the flexural strength value is 4.2 MPa or an increase of 19.15%. Increasing the use of plastic sack waste fiber density in making gypsum boards can increase the flexural strength of gypsum composites.

**Keywords**— Gypsum board, used plastic fertilizer sacks, fiber, flexural strength.

## I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk telah berefek pada peningkatan dan ragam kebutuhan yang membutuhkan karung pengemasan produk, seperti beras, gula dan pupuk. Hal tersebut berimbas pada munculnya limbah akibat dari karung plastik bekas dan rusak. Imbas demikian juga terjadi pada PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM) yang juga mitra kerja Politeknik Negeri Lhokseumawe, memiliki permasalahan dalam penanganan, yang mana limbah karung pupuk, baik yang bekas pakai maupun karung yang *rejected*.

Bahan baku dasar karung plastik adalah *Polipropilena* yang kuat, tangguh dan ringan. Komponen khusus Polipropilena sangat kuat terhadap kerusakan yang timbul dari bahan kimia (asam dan basa) maupun fisika (panas, dingin dan tekanan). Meskipun sebagai limbah, karung tersebut sebenarnya masih punya potensi pemanfaatan karena merupakan serat-serat yang dianyam. Salah satu produk yang menggunakan serat adalah papan gypsum yang merupakan material interior bangunan.

Meningkatnya pembangunan rumah atau bangunan yang tidak terlepas dari estetika keindahan terutama pada bagian interior. Rumah atau bangunan seperti hotel telah banyak menggunakan plafon dari material gypsum sebagai elemen

interior. Penggunaan material ini tidak terlepas dari harga yang relatif lebih murah serta motifnya yang beragam.

Gypsum adalah suatu mineral dengan kadar kalsium yang lebih tinggi pada mineralnya, gypsum yang sering dijumpai adalah jenis hidrat kalsium sulfat. Tidak hanya pada plafon, gypsum juga bisa digunakan untuk dinding tambahan pada ruangan atau partisi ruangan (partisi gypsum) dengan bentuk yang padat dan kering sehingga sangat memudahkan proses pemasangan atau konstruksinya [1], [2].

Pada umumnya, panel motif gypsum yang beredar di pasar konstruksi terbuat dari komposit gypsum berpenguat serat sintetis seperti serat glass (*E-glass*). Serat sintetis ini memiliki kemampuan yang baik terhadap sifat mekanis dan fisis, akan tetapi dalam aplikasinya serat E-glass dapat menyebabkan iritasi dan pada kulit pekerja dan memiliki harga yang relatif mahal.

Disisi lain penggunaan bahan baku serat sintesis fiber (salah satu bahan inti) atau biasa disebut serat kaca dengan nama pasaran mett / roving sangatlah mahal dan saat ini masih diimpor dari luar negeri, sehingga pembuatan atau hasil produksi dari berbagai jenis barang berbahan fiber melambung jauh/ sangat mahal [3], [4].

Belakangan ini, fiberglass juga sudah dimanfaatkan sebagai penguat dalam pembuatan produk-produk gypsum,

seperti untuk papan gipsu dan profil berbahan gipsu. Bahan baku dasar karung plastik adalah Polipropilena yang kuat, tangguh dan ringan. Komponen khusus Polipropilena sangat kuat terhadap kerusakan yang timbul dari bahan kimia (asam dan basa) maupun fisika (panas, dingin dan tekanan) [5]. Namun metode pemanfaatannya yang tidak tepat tidak memberi efek penguatan yang berarti malah sebaliknya [6].

Pemanfaatan serat alam sebagai material bangunan telah diteliti oleh beberapa peneliti sebelumnya [7], [8]. Selain itu, beberapa dekade terakhir, banyak peneliti telah meneliti penggunaan serat alam sebagai alternatif dari serat sintetis, salah satunya pada material komposit gipsu. Komposit gipsu banyak digunakan sebagai material pada bangunan terutama pada bagian interior. Beberapa peneliti terdahulu telah melaporkan komposit gipsu berpenguat serat alam dari limbah pertanian maupun komposit hibrid sebagai material bangunan [9], [10]. Serat dalam material komposit digunakan untuk tujuan untuk meningkatkan sifat tertentu dari produk asli. Limbah pertanian telah digunakan sebagai penguat untuk meningkatkan modulus of rupture (MOR), kekuatan lentur dan tekan kekuatan komposit gipsu. Ditunjukkan bahwa serat limbah pertanian memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi, lebih sedikit abrasif dan biaya lebih rendah dibandingkan dengan bahan penguat anorganik jenis pengisi [11], [12], [13].

Referensi [14] menggunakan serat ijuk dan boraks, 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 gipsu, kadar boraks yang digunakan yaitu 0,5% terhadap massa total adonan. Hasil uji yang telah dilakukan didapat nilai optimum kuat lentur dengan persentase serat 2,0% yaitu 45,38 kg/cm<sup>2</sup>.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka diperlukan pemanfaatan limbah karung plastik sebagai material yang berdaya guna. Penelitian bertujuan mengevaluasi kelayakan serat karung plastik sebagai penguat pada komposit gipsu, khususnya pengaruh kerapatan penggunaan serat sebagai penguat papan gipsu terhadap kekuatan lentur.

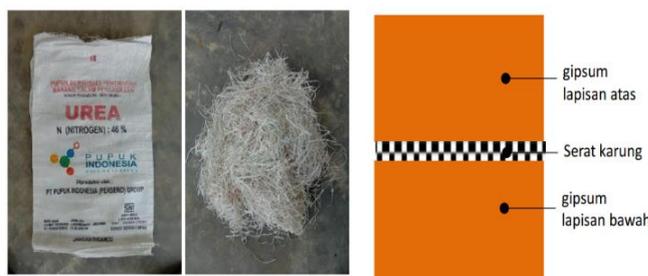
## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, timbangan digital, wadah, alat potong, cetakan dan mesin uji tekuk, sedangkan bahannya adalah karung plastik pupuk bekas, tepung gipsu casting, dan air.

### B. Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan penyediaan karung bekas pupuk, proses perlakuan awal karung, berupa pencucian dan pengeringan, proses penguraian karung plastik menjadi serat-serat dan pembuatan cetakan. Pembentukan komposit gipsu dengan variasi fraksi volume 25%, 50% dan 75% menggunakan 1 layer, pada jumlah lapisan karung sebagaimana ditunjukkan pada sketsa Gambar 1.



Gambar 1. Karung bekas pupuk, serat dan sketsa papan gipsu serat

Spesimen dicetak dengan mengikuti standar ASTM C473-12, dengan dimensi (400 mm × 105 mm × 15 mm) dan dilakukan uji kuat lentur tiga kali pengulangan untuk setiap variasinya. Pengujian lentur menggunakan metode *three point bending* dengan kecepatan penekanan 2 mm/menit. *Modulus of rupture (MOR)* didefinisikan tegangan maksimum dari momen lentur terhadap penampang spesimen ketika spesimen patah. MOR dapat dihitung dengan persamaan 1.

$$MOR = \frac{3PL}{2bt^2} \dots\dots\dots (1)$$

dimana,

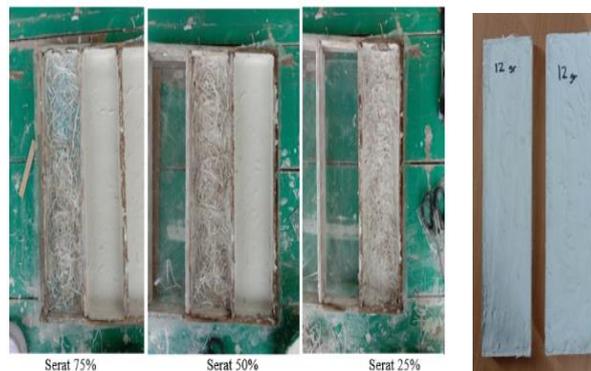
- P = beban maksimum, N
- L = panjang tumpuan, mm
- b = lebar spesimen, mm
- t = tebal spesimen, mm

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian hendaknya dituliskan secara jelas dan padat. Diskusi hendaknya menguraikan arti pentingnya hasil penelitian, bukan mengulanginya. Hindari penggunaan sitasi dan diskusi yang berlebihan tentang literatur yang telah dipublikasikan.

### A. Spesimen Papan Gipsu Serat

Hasil pembuatan komposit dari gypsum dengan variasi serat karung plastik bekas pupuk dengan perbandingan serat karung dan gypsum yaitu 25% : 75%, 50% : 50% dan 75% : 25% terlihat secara visual bahwa hasil dari pembuatan papan komposit dari tiga fraksi volum tidak terjadi cacat. Adapun orientasi serat pada pembuatan papan komposit adalah secara acak.



Gambar 2. Tampilan variasi kerapatan serat dan hasil cetaknya

### B. Kuat Lentur

Besarnya beban yang diberikan pada pengujian kuat lentur adalah hingga papan gypsum serat patah (gagal) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.



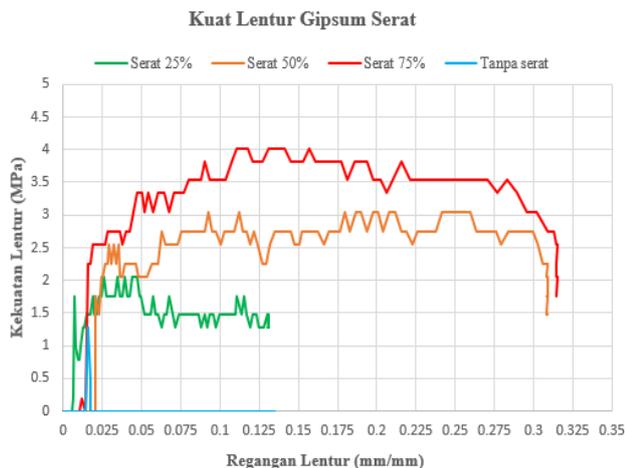
Gambar 3. Pengujian kuat lentur papan gipsum berpenguat serat karung plastik bekas.

Hasil pengujian kuat lentur ditabulasikan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Lentur

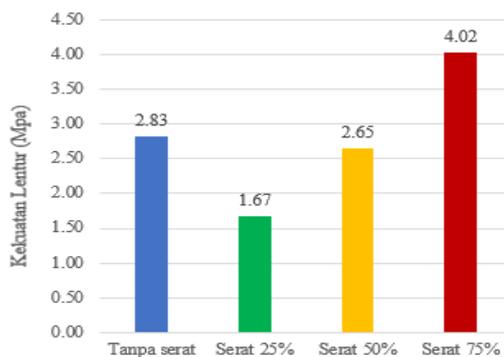
Benda Uji	Sampel	Penampang	Jarak Tumpuan	F <sub>u</sub>	S <sub>u</sub>	ε
	Spesimen	Suction (mm)	Distance (mm)	Kgf	Kgf/mm <sup>2</sup>	%
Gipsum Serat 25%	1	105 x 15	145	13,81	0,13	7,21
	2	105 x 15	145	19,47	0,18	44,59
	3	105 x 15	145	22,30	0,21	47,06
	Rata-rata			<b>18,53</b>	<b>0,17</b>	<b>32,95</b>
Gipsum Serat 50%	1	105 x 15	145	27,96	0,26	10,12
	2	105 x 15	145	33,62	0,31	25,94
	3	105 x 15	145	25,13	0,23	4,95
	Rata-rata			<b>28,90</b>	<b>0,27</b>	<b>19,67</b>
Gipsum Serat 75%	1	105 x 15	145	39,28	0,36	21,16
	2	105 x 15	145	39,28	0,36	20,96
	3	105 x 15	145	44,94	0,41	15,71
	Rata-rata			<b>41,17</b>	<b>0,41</b>	<b>19,15</b>
Gipsum Tanpa Serat		105 x 15	145	13,81	0,13	1,57

Untuk rasio perbandingan kuat lentur maksimum yang diperoleh untuk setiap variasi penggunaan serat karung dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan kuat lentur maksimum untuk setiap variasi kerapatan serat

Secara rata-rata perbandingan kuat lentur untuk setiap variasi penggunaan kerapatan serat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan kuat lentur berdasarkan variasi kerapatan serat

Hasil kekuatan lentur dari spesimen gipsum dengan variasi penggunaan serat karung plastik cenderung meningkat dengan penambahan serat. Pada variasi serat 25% nilai kuat lentur 1,67 Mpa, pada variasi serat 50% nilai kuat lentur 2,65 Mpa atau meningkat sebesar 19,67%, dan pada variasi serat 75% didapat nilai kuat lentur sebesar 4,02 Mpa atau meningkat sebesar 19,15% atau 42,07% dibandingkan tanpa serat. Sedangkan penurunan kekuatan lentur untuk variasi serat 25% (41,09%) dan serat 50% (6,44%) lebih diakibatkan oleh tidak homogenya (ada partisi) dalam pencetakan karena berselang waktu.

#### IV. KESIMPULAN

Serat karung plastik bekas pupuk dapat disubstitusikan sebagai penguat pada pembuatan papan gipsum. Kekuatan lentur spesimen gypsum meningkat seiring meningkatnya persentase penggunaan serat. Kekuatan lentur tertinggi diperoleh pada penggunaan serat 75% yaitu 4.02 MPa, meningkat 42.07% dari pada papan gipsum tanpa serat. Penggunaan serat pada pan gipsum dapat meningkatkan kekuatan lentur papan gipsum.

#### REFERENSI

- [1] I. M. G. Bertelsen and L. M. Ottosen, "Recycling of waste polyethylene fishing nets as fibre reinforcement in gypsum-based materials," *Fibers Polym.*, vol. 23, no. 1, pp. 164–174, 2022.
- [2] M. I. Romero-Gómez, M. A. Pedreño-Rojas, F. Pérez-Galvez, and P. Rubio-de-Hita, "Characterization of gypsum composites with polypropylene fibers from non- degradable wet wipes," *J. Build. Eng.*, vol. 34, p. 101874, 2021.
- [3] B. Sulaeman, "Pemanfaatan limbah karung plastik," *Pena Teknik.*, vol 3, no 1, pp.93- 106, 2018.
- [4] D.P. Silaban, P. Petandung,"Pengaruh substitusi kaolin toraget terhadap gipsum untuk profil dengan bahan pengisi serat sabut kelapa," *Teknologi Industri*, vol 11, no.2, pp.47-54, 2019.
- [5] J. António, A. Tadeu, B. Marques, J. A. S. Almeida, and V. Pinto, "Application of rice husk in the development of new composite boards," *Constr. Build. Mater.*, vol. 176, pp. 432–439, 2018.
- [6] I. Mawardi, S. Bahri, Hamdani, I.S. Cebro, Luthfi, Zuhaimi, and I. Amalia, "Investigation of the mechanical behavior of laminated composites gypsum-based plastic sack waste fiber," *Jurnal Polimesin.*, vol. 21, no. 1, pp. 55-59, 2023.
- [7] M. E. Selamat, R. Hashim, O. Sulaiman, M. H. M. Kassim, N. I. Saharudin, and O.
- F. A. Taiwo, "CoMParative study of oil palm trunk and rice husk as fillers in gypsum composite for building material," *Constr. Build. Mater.*, vol. 197, pp. 526–532, 2019.
- [8] C. Zhu, J. Zhang, J. Peng, W. Cao, and J. Liu, "Physical and mechanical properties of gypsum-based composites reinforced with PVA and PP fibers," *Constr. Build. Mater.*, vol. 163, pp. 695–705, 2018.
- [9] V. Hospodarova, N. Stevulova, J. Briancin, and K. Kostelanska, "Investigation of waste paper cellulosic fibers utilization into cement based building materials," *Buildings*, vol. 8, no. 3, p. 43, 2018.

- [10] K. Regulska and A. Repelewicz, "Properties of Gypsum Composites with Straw Fillers," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 585, no. 1, p. 12105.
- [11] M. Doleželová, L. Scheinherrová, J. Krejsová, M. Keppert, R. Černý, and A. Vimmrová, "Investigation of gypsum composites with different lightweight fillers," *Constr. Build. Mater.*, vol. 297, p. 123791, 2021.
- [12] S. A. J. T. Mesin and P. P. J. T. Mesin, "Kekuatan Bending Panel Komposit Lamina Berbasis Karung Plastik Bekas (Woven Bag)."
- [13] K. Diharjo, "Kajian pengaruh teknik pembuatan lubang terhadap kekuatan tarik komposit hibrid serat gelas dan serat karung plastik," *Teknoin*, vol. 11, no. 1, 2006.
- [14] T. Hilda, M. Alimin, "Analisis Sifat Fisis dan Mekanik Papan Komposit Gypsum Serat Ijuk dengan Penambahan Boraks (Dinatrium Tetraborat Decahydrate)," *Jurnal Fisika Unand.*, vol. 1, no. 1, pp. 30-36, 2012.