



Pemanfaatan limbah kertas semen, serat bambu, dan serat fiber sebagai bahan tambah pembuatan plafon gypsum

Agam Fauzie Akbar^{a*}, Khalid Al Rasyid Sentosa^b, Hartono^c, Shifa Fauziyah^d

^{a*, b, c, d} Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia

ARTICLE INFO

Corresponding author:

Email:

agamfauzieakb@gmail.com

alrasyidkhalid56@gmail.com

Article history:

Received : 31 July 2023

Revised : 01 November 2023

Accepted : 08 November 2023

Publish : 03 December 2023

Keywords:

Bamboo Fiber, Ceiling, Cement, Gypsum, Pulp

ABSTRACT

The ceiling is a part of building construction that serves as the ceiling of the building. The ceiling industry is an industry that easily keeps up with the times with various innovations produced. Therefore, with the innovation of bamboo fiber, fiber fiber and paper pulp as added materials to the gypsum ceiling, it can be optimized as raw material for making gypsum ceilings. The purpose of this study is to optimize cement paper waste, bamboo fiber waste and fiber fiber to optimize waste around the environment as gypsum ceiling added material to produce gypsum ceiling with better quality. The method used is research and experiments with job mix used is the addition of 0%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3% cement pulp waste 0%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3% bamboo fiber waste, , 0%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3% fiber fiber. The results of the study can be seen that the highest flexural strength of 138.89 kgf / cm² occurs in the percentage composition of 2.5% bamboo fiber, fiber fiber and cement pulp compared to the bending strength of normal variations, in the best water absorption how much in the composition of 1.5% fiber fiber with a value of 9.09% better than the normal ceiling, the best moisture content is in the composition of 2% bamboo fiber-cement pulp and 2.5% bamboo fiber, fiber fiber and cement pulp compared to normal ceiling. However, from the results of the price analysis, it can be seen that the variation in the percentage of 2.5% bamboo fiber, bamboo fiber and cement pulp requires a higher cost than the normal ceiling with a difference of Rp. 38.00.

Copyright © 2023 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

Plafon merupakan bagian dari struktur bangunan sebagai interior atas yang berhubungan dengan bagian atas sebuah ruangan yang berfungsi sebagai penutup lantai struktur. Salah satu jenis dalam plafon adalah gypsum. Gypsum merupakan mineral yang terbentuk dari hasil endapan air laut yang mengalami proses penguapan. Seiring perkembangan waktu, penggunaan gypsum sebagai plafon sudah menjadi opsi kedua setelah banyak orang yang memilih ke plafon dengan material lain karena memiliki kekuatan yang lebih baik. Maka dari itu terdapat berbagai inovasi yang muncul dalam pembuatan plafon gypsum, salah satunya inovasi bahan campuran dengan memasukkan bahan tambah untuk menambahkan kekuatan pada plafon gypsum.

Di Indonesia permasalahan sampah menjadi permasalahan yang sangat diperhatikan. Tercatat pada data Kementerian Lingkungan Hidup (KLHK) tahun 2020, setiap tahunnya Indonesia telah menghasilkan sampah sebanyak 34,5 ton dan 12% dari jumlah sampah tersebut adalah kertas. Sementara itu, sebanyak 43% limbah kertas masih belum terkelola. (Mita Defitri, August, 2022) Menurut Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia tahun 2021, terdapat 176 spesies bambu di Indonesia dari total 1620 jenis bambu yang ada di dunia yang berasal dari 80 negara. Hal ini berarti 10% jenis bambu di dunia berada di Indonesia. Walaupun banyaknya bambu di

Indonesia, menurut Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia pada tahun 2009 diperkirakan bambu bisa terancam punah dikarenakan banyaknya eksplorasi besar-besaran tanpa disertai dengan budidaya kembali. (lipi.go.id, June 27, 2009)

Dibalik sisi negatif karena adanya limbah kertas yang menumpuk terpadat sisi positif serta banyak manfaat yang bisa dimanfaatkan dari kedua hal tersebut. Salah satunya dalam pembuatan plafon gypsum. Limbah kertas memiliki kandungan yang sama dengan serat bambu yaitu selulosa yang dimana itu akan mampu untuk meningkatkan kekuatan bambu yang rentan tidak tahan lama.

Bukan hanya pemanfaatan limbah kertas semen dan serat bambu saja yang mampu dimanfaatkan, tetapi dengan mengganbungkan serat organik yaitu serat fiber dapat dimanfaatkan dalam pembuatan plafon gypsum. Dengan memiliki bahan lunak yang terbuat dari serat kaca serta kandungan silika membuat bahan ini memiliki struktur yang kuat dan tahan lama.

Oleh karena itu, pemanfaatan limbah kertas semen, serat bambu dan serat fiber dapat digunakan dalam pembuatan plafon gypsum sebagai bahan tambah dalam komposisi campuran karena limbah kertas semen, serat bambu, dan serat fiber memiliki kandungan yang sama guna untuk meningkatkan kekuatan gypsum yang akan dihasilkan. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini penggunaan serat dalam gypsum untuk plafon mampu untuk dijadikan inovasi daripada gypsum konvensional yang tidak memiliki serat agar gypsum menjadi kuat dan tahan lama. Selain itu penggunaan limbah kertas semen diharapkan mampu untuk meminimalisir limbah kertas yang menumpuk untuk dijadikan gypsum yang lebih ramah lingkungan daripada gypsum konvensional.

2. Data dan metode

2.1. Pengolahan serat bambu

Serat bambu yang digunakan pada pembuatan plafon gypsum ini menggunakan serat bambu yang halus. Langkah dalam pengolahan serat bambu adalah dengan cara mengeluarkan serat bambu terlebih dahulu dari bambu dan akan dicuci bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari sebelum digunakan dalam pembuatan plafon gypsum. Setelah serat bambu sudah kering dan bersih, serat bambu dapat digunakan dalam campuran dalam pembuatan plafon gypsum. Untuk penggunaan serat bambu yang akan dicampurkan adalah dengan persentase 0%, 1,5%, 2%, 2,5%, dan 3% (Trisna & Mahyudin, 2012).

2.2. Pengolahan limbah kertas semen

Kertas semen yang digunakan pada pembuatan plafon gypsum ini menggunakan kertas semen yang sudah diolah menjadi bubur kertas semen. Langkah dalam pengolahan kertas semen adalah dengan cara membersihkan kertas semen terlebih dahulu dan akan dihaluskan menggunakan blender dan selanjutnya dihaluskan kembali menggunakan cara ditumbuk. Setelah sudah halus, bubur kertas semen akan dikeringkan dibawah sinar matahari untuk menghilangkan air yang sudah terserap sebelum digunakan dalam pembuatan plafon gypsum. Untuk penggunaan kertas semen yang akan dicampurkan adalah dengan persentase 0%, 1,5%, 2%, 2,5%, dan 3% (Jumiati et al., 2020).

2.3. Merancang *Mix Design*

Mix Design pada pembuatan plafon menjadikan penelitian terdahulu sebagai acuan referensi. Berdasarkan hasil penelitian dari berbagai jurnal yang didapatkan persentase rata-rata serat untuk mencapai nilai kuat lentur optimum sebesar 2,5%, sedangkan untuk persentase rata-rata bubur kertas semen mencapai kuat lentur optimum sebesar 2,5%. Benda uji yang dipakai pada penelitian ini berupa kaca yang di beri batasan aluminium dengan ukuran 10 x 15 x 0,9 cm yang menggunakan proporsi bahan campuran 1 (air) : 2 (gypsum, dengan menggunakan serat fiber, serat bambu dan bubur kertas semen sebagai bahan tambah komposisi. Berikut komposisi *job mix design* pada Tabel 1.

Tabel 1. Job Mix Design

Jenis Plafon	Proporsi Bahan	Nama Benda Uji
Plafon Serat Fiber 0% Srat Bambu 0% Bubur Kertas Semen 0%	1 (Air) : 2 (Gypsum)	Variasi A
Plafon Serat Fiber 1,5% Srat Bambu 0% Bubur Kertas Semen 0%	1 (Air) : 2 (98,5% Gypsum, 1,5% Serat Fiber)	Variasi B
Plafon Serat Fiber 0% Serat Bambu 1,5% Bubur Kertas Semen 0%	1 (Air) : 2 (98,5% Gypsum, 1,5% Serat Bambu)	Variasi C
Plafon Serat Fiber 2% Serat Bambu 0% Bubur Kertas Semen 2%	1 (Air) : 2 (96% Gypsum, 2% Serat Fiber, 2% Bubur Kertas Semen)	Variasi D
Plafon Serat Fiber 0% Serat Bambu 2% Bubur Kertas Semen 2%	1 (Air) : 2 (96% Gypsum, 2% Serat Bambu, 2% Bubur Kertas Semen)	Variasi E
Plafon Serat Fiber 2,5% Serat Bambu 2,5% Bubur Kertas Semen 2,5%	1 (Air) : 2 (92,5% Gypsum, 2,5% Serat Fiber, 2,5% Serat Bambu, 2,5% Bubur Kertas Semen)	Variasi F
Plafon Serat Fiber 1,5% Serat Bambu 3% Bubur Kertas Semen 2%	1 (Air) : 2 (91,5% Gypsum, 1,5% Serat Fiber, 3% Serat Bambu, 2% Bubur Kertas Semen)	Variasi G
Plafon Serat Fiber 3% Serat Bambu 1,5% Bubur Kertas Semen 1,5%	1 (Air) : 2 (94% Gypsum, 3% Serat Fiber, 1,5% Serat Bambu, 1,5% Bubur Kertas Semen)	Variasi H

2.4. Pengujian penyerapan air

Pengujian penyerapan air plafon gypsum dilakukan pada umur 7 hari. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan penyerapan yang terjadi pada plafon normal dengan plafon yang sudah di desain. Uji penyerapan ini menggunakan wadah yang diberi air seinggi 2 cm dengan benda uji diletakkan secara *vertical*. Dalam menghitung penyerapan air, beban sesudah dan sebelum diuji masing-masing ditimbang lalu akan keluar hasil perbandingan beban sebelum dengan sesudah penyerapan.

2.5. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan pada umur plafon mencapai 7 hari. Uji ini bertujuan untuk mengetahui besarnya air yang keluar dari benda uji, semakin besar air yang keluar dari benda uji semakin banyak pori atau rongga pada plafon uji, sehingga ketahanan benda uji akan berkurang. Hasil pengujian ini didapatkan dengan menghitung selisih antara massa benda uji yang sesudah dioven suhu $103\pm 0^{\circ}\text{C}$ selama 6 jam dengan massa sebelum dioven.

2.6. Pengujian uji kuat lentur

Pengujian kuat lentur plafon gypsum dilakukan pada umur 7 hari. Pengujian ini mencari hasil terbaik dari beberapa sampel benda uji yang diberi tekanan pada titik tengah benda uji, benda uji diberi tekanan hingga patah atau terdapat retakan.

2.7. Pengujian visual

Pengujian visual bertujuan untuk mengetahui benda uji sudah sesuai dengan SNI 01-4449-2006 papan serat kerapatan rendah dengan maksimal keteliti panjang dan lebar 1 mm, tebal maksimal 0,9 cm.

2.8. Perencanaan *output* plafon gypsum

Output yang dihasilkan dari penelitian ini adalah papan serat kerapatan rendah berdasarkan SNI 01-4449-2006 dengan dimensi 15 cm (panjang) x 10 cm (lebar) x 0,9 cm (tebal). Papan serat kerapatan

rendah yang dihasilkan akan menggunakan variasi campuran serat fiber, serat bambu dan bubuk kertas semen yang optimal sebagai bahan tambah plafon gypsum.

3. Hasil dan pembahasan

Inovasi plafon gypsum dengan memanfaatkan serat bambu, serat fiber dan bubuk kertas semen sebagai bahan tambah plafon gypsum, memiliki keunggulan dalam menghasilkan kuat lentu yang lebih tinggi, penyerapan air lebih baik, kadar air lebih baik daripada plafon gypsum konvensional meskipun dengan biaya yang lebih mahal. Serat bambu dan serat fiber yang digunakan dapat menahan beban lebih kuat dibandingkan plafon konvensional tanpa serat. Namun penambahan serat membuat biaya yang dikeluarkan bertambah lebih mahal dibandingkan plafon konvensional.

3.1. Pengujian penyerapan air

Pengujian penyerapan air plafon gypsum dilakukan pada umur 7 hari. Dengan jumlah sampel uji 8 buah sampel. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan penyerapan yang terjadi pada plafon normal dengan plafon yang sudah di desain. Berikut hasil uji penyerapan air benda uji plafon gypsum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji penyerapan

No.	Variasi	Sebelum (g)	Sesudah (g)	Nilai Penyerapan Air (%)
1	A	140	200	42,86
2	B	165	180	9,09
3	C	145	190	31,03
4	D	160	175	9,38
5	E	155	175	12,90
6	F	150	185	23,33
7	G	150	190	26,67
8	H	150	200	33,33

Berdasarkan hasil uji penyerapan pada tabel 2, didapatkan hasil penyerapan air tiap variasi plafon gypsum pada umur 7 hari didapatkan nilai persentase pada variasi plafon normal (variasi A) memiliki nilai penyerapan tinggi di angka 42,86%, sedangkan variasi F dengan 23,33%, variasi G 26,67%, variasi H 33,33%. Hal ini membuktikan seluruh variasi uji sudah memenuhi syarat penyerapan air kurang dari 40% sesuai dengan yang telah ditetapkan FAO 1996 tentang papa serat (Nurrani, 2012).

3.2. Pengujian kadar air

Pengujian kadar air dilakukan pada umur plafon mencapai 7 hari. Dengan jumlah sampel uji 8 buah sampel. Hasil pengujian ini didapatkan dengan menghitung selisih antara massa benda uji yang sesudah dioven suhu $103\pm^{\circ}\text{C}$ selama 6 jam dengan massa sebelum dioven. Berikut hasil uji kadar air benda uji plafon gypsum. Berikut hasil uji kadar air benda uji plafon gypsum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji kadar air

No.	Variasi	Sebelum (g)	Sesudah (g)	Nilai Penyerapan Air (%)
1	A	145	135	7,41
2	B	160	145	10,34
3	C	155	145	6,90
4	D	135	120	12,50
5	E	150	145	3,45
6	F	150	145	3,45
7	G	150	140	7,14
8	H	150	135	11,11

Berdasarkan hasil uji kadar air pada tabel 3, didapatkan hasil pengujian kadar air tiap variasi plafon gypsum pada umur 7 hari didapatkan nilai persentase kadar air pada plafon normal berada di

persentase 7,41%, variasi B 10,34%, variasi C 6,90%, variasi D 12,50%, variasi E 3,45%, variasi F 3,45%, variasi G 7,14%, variasi H 11,11%. Hal ini membuktikan bahwa seluruh variasi telah memenuhi syarat kadar air kurang dari 13% seperti yang telah ditetapkan SNI 01-4449-2006.

3.3. Pengujian kuat lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan saat benda uji mencapai umur 7 hari, dengan jumlah keseluruhan benda uji 24 buah sampel. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai modulus elastisitas serta membandingkan antara plafon gypsum konvensional dengan plafon gypsum dengan bahan tambahan yang sudah didesain. Berikut ini hasil pengujian kuat lentur plafon gypsum umur 7 hari. Berikut hasil uji kuat lentur benda uji plafon gypsum pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji kuat lentur

Variasi <i>Mix Design</i>	No	Berat (gram)	Beban Maksimum (KN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur (Kgf/cm ²)
Variasi A (Konvensional)	1	145	9,26	78.89	64.30 kgf/cm ²
	2	150	9,26	86.02	
	3	145	9,26	87.04	
		Rata-rata	9,26	83.98	
Variasi B (1,5% Serat Fiber)	1	160	9,26	87.22	70.73 kgf/cm ²
	2	155	9,26	86.57	
	3	160	10,19	88.33	
		Rata-rata	9,36	87.37	
Variasi C (1,5% Serat Bambu)	1	155	9,26	87,87	90.02 kgf/cm ²
	2	150	9,26	86,94	
	3	145	12,96	84,57	
		Rata-rata	9,67	87,13	
Variasi D (2% Serat Fiber + 2% Kertas Semen)	1	135	9,26	90,28	83.59 kgf/cm ²
	2	130	12,04	90,09	
	3	125	10,19	88,98	
		Rata-rata	10,60	89,78	
Variasi E (2% Serat Bambu + 2% Kertas Semen)	1	150	9,26	88,15	128.60 kgf/cm ²
	2	145	18,52	88,98	
	3	145	18,52	92,04	
		Rata-rata	14,40	89,72	
Variasi F (2,5% Serat Bambu + 2,5% Serat Fiber + 2,5% Kertas Semen)	1	150	10,00	96,50	138.89 kgf/cm ²
	2	150	20,00	95,10	
	3	145	20,00	98,80	
		Rata-rata	15,56	96,80	

		rata				
Variasi G (3% Serat Bambu + 1,5% Serat Fiber + 2% Kertas Semen)	1	150	9,26	87,04	122,17 kgf/cm ²	
	2	145	17,59	91,57		
	3	145	9,26	88,70		
		Rata-rata	12,96	89,10		
Variasi H (1,5% Serat Bambu + 3% Serat Fiber + 1,5% Kertas Semen)	1	150	13,89	90,83	96,45 kgf/cm ²	
	2	150	13,89	89,07		
	3	145	9,26	88,15		
		Rata-rata	13,37	89,35		

Berdasarkan hasil uji kuat lentur pada tabel 4, didapatkan hasil pengujian kuat lentur bahwa variasi *mix design* memiliki hasil nilai kuat lentur rata-rata maksimum berada di variasi F dengan 138,89 kgf/cm². Sedangkan nilai kuat lentur minimum terjadi pada variasi A sebesar 64,30 kgf/cm², yang berarti variasi F menghasilkan nilai kuat lentur lebih tinggi dari plafon gypsum konvensional sebesar 74,59 kgf/cm².

3.4. Analisis perbandingan anggaran biaya

Berdasarkan hasil pengujian *mix design* yang telah dilakukan diperoleh variasi komposisi campuran terbaik yang dapat diterapkan dalam inovasi plafon gypsum yaitu variasi F (serat bambu + serat fiber + bubur kertas semen). Berikut ini perbandingan biaya produksi plafon gypsum normal dengan plafon gypsum variasi F. Berikut hasil perbandingan analisa biaya pembuatan plafon pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Analisis biaya plafon konvensional

Material	Volume	Satuan	Harga Satuan	Harga Jumlah
Gypsum	0,200	Kg	Rp. 5.000,00	Rp. 1.000,00
Air	100	ml	-	-
Alat (10%)				Rp. 170,00
Upah (30%)				Rp. 500,00
Total				Rp. 1.670,00

Tabel 6. Analisis Biaya 2,5% Serat Fiber, 2,5% Serat Bambu, 2,5% Bubur Kertas Semen

Material	Volume	Satuan	Harga Satuan	Harga Jumlah
Gypsum	0,185	Kg	Rp. 5.000,00	Rp. 925,00
Serat Fiber	0,005	kg	Rp. 20.000,00	Rp. 100,00
Serat Bambu	0,005	Kg	-	-
Bubur Kertas Semen	0,005	kg	-	-
Air	100	ml	-	-
Alat (10%)				Rp. 171,00
Upah (30%)				Rp. 512,00
Total				Rp. 1.708,00

Berdasarkan hasil analisa biaya pada tabel 5 dan tabel 6, diketahui anggaran biaya produksi plafon gypsum konvensional didapatkan sebesar Rp. 1.670,00 dan biaya produksi variasi F (2,5% serat fiber + 2,5% serat bambu + 2,5% bubur kertas semen) sebesar Rp. 1.708,00. Dengan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa selisih biaya untuk variasi terbaik dibandingkan dengan plafon konvensional memiliki biaya yang lebih tinggi sekitar Rp. 38,00, dalam biaya pembuatan plafon.

4. Kesimpulan

Penelitian pemanfaatan limbah kertas semen, serat fiber, dan serat bambu sebagai bahan tambah dalam pembuatan plafon gypsum berpengaruh untuk meningkatkan kuat lentur plafon gypsum dengan hasil batas maksimal penambahan ketiga bahan tersebut ada di persentase 2,5% dengan hasil kuat lentur 138,89 Kgf/cm² dibandingkan gypsum konvensional dengan angka 64,30 kg/cm². Serta dengan penambahan 2,5% ketiga bahan tersebut juga menghasilkan nilai kadar air terbaik diangka 3,45% dibandingkan plafon gypsum konvensional dengan angka 7,41%. Namun untuk menghasilkan plafon gypsum dengan nilai penyerapan air paling baik ada dengan penambahan 1,5% serat fiber dengan angka 9,09% dibandingkan gypsum konvensional ada diangka 42,86%. Namun dengan memiliki kelebihan dengan menghasilkan plafon gypsum yang lebih kuat dan lebih baik, tetapi tidak menghasilkan harga yang lebih ekonomis dengan biaya Rp.1.708,00 dibandingkan dengan harga plafon gypsum konvensional dengan biaya Rp. 1.670,00.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Bapak Drs. Hartono, M.T. dan Ibu Shifa Fauziyah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing, memberikan saran atau masukan selama proses penelitian. Selain itu, terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang memiliki peranan dalam penelitian ini. Dalam penyusunan penelitian ini, kami menyadari masih jauh dari kata sempurna. Besar harapan kami untuk hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi publik dalam memberikan hal baru dan dampak positif bagi perkembangan material di bidang konstruksi.

Referensi

- Jumiati et al., 2020; ANALISIS SIFAT FISIS PAPAN PLAFON BERBAHAN DASAR BUBUR KERTAS SNI 01-4449-2006 PAPAN SERAT
- Jumiati et al., 2020; Karakterisasi Sifat Fisis Dan Mikrostruktur Papan Gypsum Dengan Variasi Komposisi Lateks
- Nurrani, 2012; PEMANFAATAN BATANG PISANG (Musa sp.) SEBAGAI BAHAN BAKU PAPAN SERAT DENGAN PERLAKUAN TERMO-MEKANIS
- Trimurtiningrum, 2018; Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton
- Trisna & Mahyudin, 2012; ANALISIS SIFAT FISIS DAN MEKANIK PAPAN KOMPOSIT GIPSUM SERAT IJUK DENGAN PENAMBAHAN BORAKS (Dinatrium Tetraborat Decahydrate)
- ekon.go.id. (2021. 4 May). Pengembangan Bambu Berkelanjutan. Diakses 27 Juli 2023, dari <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/2966/pengembangan-bambu-berkelanjutan>
- Mita Defitri (2022. 2 August). Kenali Bahaya Sampah Kertas Bagi Lingkungan. Diakses 27 Juli 2023, dari <https://waste4change.com/blog/kenali-bahaya-sampah-kertas-bagi-lingkungan/#:~:text=Sampah%20Kertas%20di%20Indonesia&text=Menurut%20data%20Kementerian%20Lingkungan%20Hidup,limbah%20kertas%20masih%20belum%20terkelola.>
- lipi.go.id. (2009. 27 June). Pohon Bambu Terancam Punah. Diakses 27 Juli 2023, dari <http://lipi.go.id/berita/pohon-bambu-terancam-punah/3792#:~:text=Diperkirakan%20sekitar%2015%20tahun%20hingga,akan%20berpengaruh%20terhadap%20keseimbangan%20lingkungan.>