

Pemanfaatan limbah kertas (*pulp*) dan serat batang pisang menjadi campuran bahan pembuatan asbes plafon ramah lingkungan

Reyhan Fajrul Arsala^{a*}, Muchammad David Rivaldy^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:

reyhanfajrularsal@gmail.com

Article history:

Received : 16 August 2023

Revised : 20 December 2023

Accepted : 10 January 2024

Publish : 22 March 2024

Keywords:

Asbestos Ceilings, Banana Stem Fibers,
Cement, Sand Papper pulp (*pulp*),
Water

ABSTRACT

Garbage waste in Indonesia is classified as many, including organic and inorganic. Therefore, research was carried out with the aim of utilizing waste paper and banana tree trunks as a mixture for making environmentally friendly asbestos ceilings. The method used is an experimental method, with a mixture of cement and sand composition of 1:2 namely AP0 (38%, 60%, 2%) ; as well as variations in the composition of the mixture of cement, paper pulp, and banana stem fiber used, among others: AP1 (39%, 60%, 2%) ; AP2 (44%, 55%, 2%) ; AP3 (48%, 50%, 2%) ; AP4 (53%, 45%, 2%) and the various compositions used for mixing cement, paper pulp, banana stem fiber, and sand include: AP5 (39%, 20%, 1%, 40%) ; AP6 (44%, 20%, 1%, 35%) ; AP7 (48%, 20%, 2%, 30%) ; AP8 (53%, 20%, 2%, 25%). The highest average flexural strength results for the variation without sand in the AP4 sample = 68.121 kgf/cm², while the variation using sand in the AP8 sample = 70.358 kgf/cm². For the water absorption test results, the lowest average variation without sand was in the AP4 sample = 18.36%, while the variation using sand in the AP8 sample = 12.20%. This test includes flexural strength and water absorption. The use of paper pulp can reduce flexural strength and increase water absorption while banana stem fiber increases flexural strength and decreases water absorption. Therefore, it can be concluded that asbestos ceilings with a mixture of pulp and banana stem fiber are better, economical, and lighter than conventional asbestos ceilings and still meet SNI.

Copyright © 2024 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

Pertumbuhan di Indonesia yang tumbuh pesat menimbulkan atensi terhadap penginapan universal sangat pesat. Perihal ini pula dipengaruhi dengan meningkatnya keperluan material untuk pembuatan rumah, tercantum atap. Atap ialah bagian struktur yang bermanfaat buat susunan yang menghalangi ketinggian sesuatu ruangan. Tidak hanya itu, atap bermanfaat untuk keamanan, kenyamanan, serta keelokan suatu ruangan. Ketinggian ini diperkirakan dari permukaan lantai sampai bagian dasar bidang atap. Di rumah individu, dianjurkan supaya tingkatan atap berdimensi lagi antara 3- 3, 5 m, rencana ini buat bekerja dengan aliran hawa di dalam rumah serta membuat cantik bagian dalam dengan batasan sangat rendah jadi 2, 5 m dari lantai.

Plafon melindungi ruangan- ruangan di dalam rumah dari kebocoran air dari rooftop, dan mematikan suara ataupun suara yang gaduh serta bising di rooftop dikala hujan deras, tidak hanya itu atap bisa menolong menutupi serta menyembunyikan beberapa barang semacam sambungan listrik, rooftop struktur supaya bagian dalam ruangan nampak lebih indah serta terencana sehingga membagikan kesan *stylish*, khususnya pada bagian dalam ruangan. Mutu serta watak tidak seluruhnya didetetapkan oleh bahan yang digunakan selaku bahan yang tidak dimurnikan serta bahan pengisi serta bahan bonus yang digunakan, misalnya serat batang pisang, bubur kertas, pasir, dan semen.

Substitusi batang pisang dan bubur kertas (*pulp*) dalam inovasi asbes plafon bertujuan untuk menambah nilai kuat lentur dan mengurangi nilai penyerapan air air asbes plafon. Kuat lentur dalam plafon digunakan untuk memudahkan dalam pemasangan asbes plafon karena bersifat kuat dan lentur. Nilai penyerapan air semakin rendah berfungsi untuk mengurangi rembesan air agar tidak bocor.

Tumbuhan pisang tumbuhan yang tidak susah didapatkan di Indonesia serta mempunyai banyak khasiat, tetapi tumbuhan pisang cuma berbuah sekali serta wajib ditebang setelah itu batang pisang dibiarkan serta membusuk. Hasil riset lebih dahulu melaporkan kalau batang ataupun pelepah pisang bisa dimanfaatkan selaku media saluran sebab memiliki selulosa serta mempunyai energi higroskopis yang besar. Isi selulosa yang besar membolehkan buat dimanfaatkan selaku media spons. Batang pisang pula mempunyai lapisan paket vaskular yang terdiri dari xilem serta floem yang tersusun tersebar. Eksplorasi lebih dahulu mengatakan kalau batang pisang dapat jadi bahan bilik kedap suara yang simpel serta tidak beresiko untuk ekosistem.

Kertas merupakan barang yang biasanya digunakan oleh orang-orang, seluruhnya sama. Bertepatan dengan kenaikan jumlah penduduk, atensi terhadap kertas pula bertambah. Dinas Perindustrian RI tahun 2012, penciptaan kertas tahun 2012 dapat menggapai 13 juta ton. Jumlah ini naik dekat 8, 3% dari penciptaan tahun kemudian yang cuma 12 juta ton. Pemakaian kertas berton-ton hendak menimbulkan kenaikan jumlah limbah kertas, walaupun sukses dimusnahkan, limbah ini hendak memunculkan sebagian permasalahan yang bisa mengusik kebersihan serta keelokan area. Pemborosan kertas yang terdapat dikala ini sudah dimanfaatkan kembali dengan memakai kembali sehingga kertas baru bisa dikirimkan. Tetapi, dalam sistem daur ulang, campuran bahan yang tidak beresiko untuk ekosistem kerap digunakan, yang menimbulkan kehancuran alam.

Riset ini bertujuan buat menganalisis pelaksanaan akumulasi serat batang pisang dan bubur kertas (*pulp*) untuk bahan campuran pembuatan asbes plafon. Teknik yang digunakan dalam penelitian atap asbes kali ini adalah strategi uji laboratorium dan penulisan berbagai sumber. Dua strategi yang dirujuk di atas seharusnya memberikan informasi yang tepat dan hati-hati tentang efek lanjutan dari eksplorasi yang dipimpin.

2. Data dan metode

2.1. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eskperimental yang nantinya metode ini untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh variabel pengganti terhadap produk yang sesuai dengan SNI. Metode ini dilakukan secara langsung dan objektif di laboratorium.

2.2. Pengujian Material

Penulis dalam pengujian material ini hanya melakukan pengujian terhadap agregat halus, semen, dan air. Untuk bahan tambah seperti bubur kertas dan serat batang pisang penulis tidak melakukan pengujian. Pengujian dilakukan terhadap agregat halus, semen, dan air dikarenakan bahan tersebut sebagai dasar dalam pembuatan asbes plafon.

2.3. Persiapan Material Tambahan

Pada tahap ini material bubur kertas dan serat batang pisang yang didapatkan akan dilakukan beberapa perlakuan sebelum di proses sebagai bahan tambah dalam pembuatan asbes plafon. Untuk bubur kertas dihaluskan menggunakan blender kemudian diperas airnya lalu dicampur dengan lem fox sedangkan serat batang pisang dilakukan penjemuran selama 24 jam. Persiapan material tambahan disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Bubur Kertas



Gambar 2. Serat Batang Pisang yang Sudah Kering

2.4. Job Mix Design

Penulis melakukan perencanaan mix design yang bertujuan agar mengetahui perbandingan proporsi material yang digunakan dalam pembuatan asbes plafon dengan bahan tambah bubuk kertas dan serat batang pisang. Untuk pedoman campuran yang digunakan yaitu 1 PC : 2 PS, yang kemudian dikonversikan ke dalam perbandingan volume. Dalam penelitian ini bahan tambah bubuk kertas dan serat batang pisang ditambahkan sebagai bahan campuran pembuatan asbes plafon dengan total 8 variasi yaitu untuk benda uji APK (38% PC, 60% PS, 2% fiberglass), AP0 (38% PC, 60% BK, 2% fiberglass); AP1 (39% PC, 60% BK, 1% SP), AP2 (44% PC, 55% BK, 1% SP), AP3 (48% PC, 50% BK, 2% SP), AP4 (53% PC, 45% BK, 2% SP), AP5 (39% PC, 20% BK, 1% SP, 40% PS), AP6 (44% PC, 20% BK, 1% SP, 35% PS), AP7 (48% PC, 20% BK, 2% SP, 30% PS), AP8 (53% PC, 20% BK, 2% SP, 25% PS). Adapun rancangan untuk *job mix design* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Job Mix Design

Jenis Benda Uji	Proporsi Bahan	Nama Benda Uji
Asbes Plafon Konvensional	(Semen 38%, 60% Pasir, dan 2% Fiberglass)	APK
Asbes Plafon (60% bubuk kertas dan 2% fiberglass)	(Semen 38%, 60% Bubur Kertas, dan 2% fiberglass)	AP0
Asbes Plafon (60% bubuk kertas dan 1% serat batang pisang)	(Semen 39%, Bubur Kertas 60%, Serat Batang Pisang 1%)	AP1
Asbes Plafon (55% bubuk kertas dan 1% serat batang pisang)	(Semen 44%, Bubur Kertas 55%, Serat Batang Pisang 1%)	AP2
Asbes Plafon (50% bubuk kertas dan 2% serat batang pisang)	(Semen 48%, Bubur Kertas 50%, Serat Batang Pisang 2%)	AP3
Asbes Plafon (45% bubuk kertas dan 2% serat batang pisang)	(Semen 53%, Bubur Kertas 45%, Serat Batang Pisang 2%)	AP4
Asbes Plafon (20% bubuk kertas dan 1% serat batang pisang)	(Semen 39%, Bubur Kertas 20%, Serat Batang Pisang 1%) : Pasir 40%	AP5
Asbes Plafon (20% bubuk kertas dan 1% serat batang pisang)	(Semen 44%, Bubur Kertas 20%, Serat Batang Pisang 1%) : Pasir 35%	AP6

Asbes Plafon (20% bubur kertas dan 2% serat batang pisang)	(Semen 48%, Bubur Kertas 20%, Serat Batang Pisang 2%) : Pasir 30%	AP7
Asbes Plafon (20% bubur kertas dan 2% serat batang pisang)	(Semen 53%, Bubur Kertas 20%, Serat Batang Pisang 2%) : Pasir 25%	AP8

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Pengujian material

- 1) Pengujian agregat halus
Dari hasil kadar lumpur dengan menggunakan pasir muntulan didapatkan nilai rata-rata sebesar 3,51 %, yang mana menurut SK-SNI-S-04-1989-F kadar lumpur tidak boleh lebih dari 5 %. Dari hasil tersebut untuk kadar lumpur menggunakan pasir muntulan sudah memenuhi SK-SNI-S-041989-F.
- 2) Pengujian air
Dalam penelitian ini pengujian air dilakukan melalui pengamatan dengan cara visual yang sesuai dengan PBI-1971. Untuk hasil yang dipakai, tidak berbau, air harus jernih, harus bersih tidak boleh memiliki kandungan minyak, lumpur, garam dan tidak boleh memiliki kandungan bahan-bahan yang lain yang bisa menurunkan kualitas asbes plafon.
- 3) Pengujian semen
Keadaan Kemasan Semen, Pengujian ini dilihat dari kondisi semen yang mana kemasan semen dilakukan dengan cara visual secara langsung. Untuk penelitian ini kondisi semen masih bagus tidak terbuka ataupun robekan, untuk kemasan sendiri juga kering dan kondisi semen terlihat gembur tidak memadat. Keadaan Butiran Semen, Untuk proses pengujian ini dengan melakukan cara yaitu membuka kemasan semen dan selanjutnya di lihat secara visual mengenai keadaan butiran semen. Dari hasil yang didapatkan dalam pengamatan semen, terlihat bahwa semen dipakai dalam penelitian ini masih bagus atau dalam keadaan baik yang mana tidak terjadi gumpalan pada butiran semen.

3.2. Pengujian asbes plafon

Plafon termasuk dalam jenis papan serat. Dalam pembuatan papan serat juga sangat dipengaruhi dengan penggunaan material yang baik agar menghasilkan papan serat yang bagus. Papan serat berdasarkan SNI 01 – 4449 – 2006 dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

- 1) PSKR (Papan Serat Kerapatan Rendah)
- 2) PSKS (Papan Serat Kerapatan Sedang)
- 3) PSKT (Papan Serat Kerapatan Tinggi)

Klasifikasi papan serat berdasarkan keteguhan lentur modulus patah disajikan pada Tabel 2.

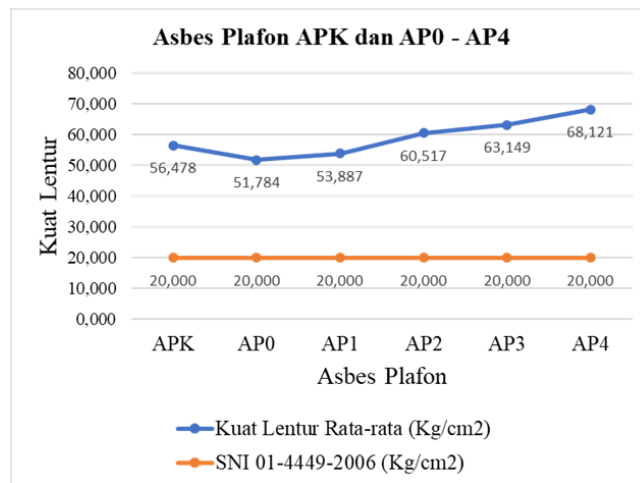
Tabel 2. Klasifikasi PSKT berdasarkan keteguhan lentur modulus patah

Type	Keteguhan Lentur Modulus Patah kgf/cm ²
T1 35	≥ 35,0
T1 25	≥ 25,0
T1 20	≥ 20,0
T2 45	≥ 45,0
T2 35	≥ 35,0

Dalam penelitian ini akan membuat papan serat kerapatan tinggi (PSKT) berdasarkan SNI 01 – 4449 – 2006 dilakukan pengujian seperti uji kuat lentur dan uji penyerapan air.

- 1) Kuat lentur

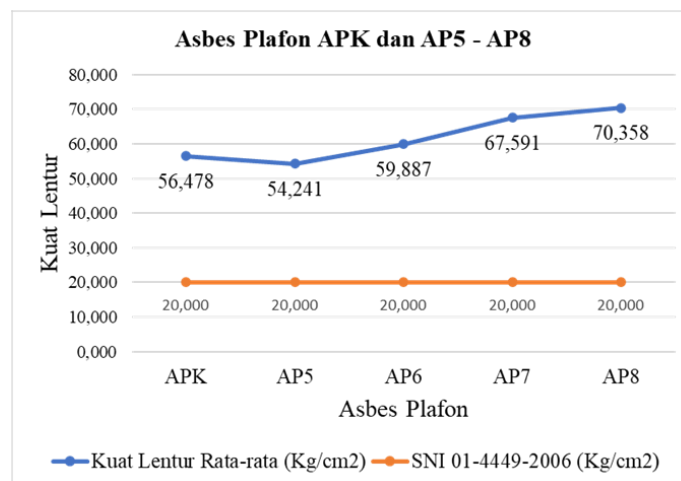
Dari pengujian kuat lentur asbes plafon dilakukan pengujian dengan plafon pada umur 7 hari dengan jumlah benda uji 18 buah dari masing-masing variasi penambahan campuran bubur kertas dan serat batang pisang. Untuk hasil dari pengujian beban lentur pada genteng beton disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Kuat Lentur (Tanpa Pasir)

Dapat dilihat dari hasil pengujian kuat lentur Gambar 3 bahwa nilai kuat lentur rata – rata pada benda uji asbes plafon konvensional (APK) sampai asbes plafon 8 (AP8) termasuk ke dalam PSKT T2 45 karena nilai keteguhan lentur modulus patah $\geq 45 \text{ kgf/cm}^2$. Berdasarkan Gambar 3 dapat disimpulkan pengujian kuat lentur tanpa menggunakan pasir dengan perbandingan antara APK dengan AP0 nilai kuat lentur rata – rata turun dikarenakan substitusi pasir menggunakan bahan organik bubuk kertas belum cukup kuat. Untuk AP0 dan AP1 nilai kuat lenturnya naik, dikarenakan penggunaan semen bertambah dan substitusi fiberglass dengan serat batang pisang. AP1 dengan AP2 nilai kuat lentur meningkat dikarenakan penggunaan semen bertambah, bubuk kertas berkurang, dan penggunaan serat batang pisang. AP2 dengan AP3 nilai kuat lentur meningkat dikarenakan penggunaan semen bertambah, bubuk kertas berkurang, dan serat batang pisang bertambah. AP3 dengan AP4 nilai kuat lentur bertambah dikarenakan penggunaan semen bertambah, bubuk kertas berkurang, dan serat batang pisang sama dengan AP3 sebesar 2%. Dapat disimpulkan penggunaan bubuk kertas sebagai substitusi pasir belum cukup kuat karena bubuk kertas merupakan bahan organik dan berat jenis bubuk kertas lebih rendah daripada pasir sehingga perlu ditambahkan semen agar lebih kuat.

Pada gambar Gambar 3 di atas berdasarkan pengujian menggunakan mesin UTM menerangkan tentang sampel asbes plafon memiliki kuat lentur tertinggi sebesar 68,421 kgf/cm² pada sampel AP4 dengan campuran semen sebesar 53%, bubuk kertas sebesar 45% dan serat batang pisang sebesar 2%. Sedangkan kuat lentur terendah sebesar 51,784 kgf/cm² pada sampel AP0 dengan campuran semen 38%, bubuk kertas sebesar 60% dan serat fiberglass sebesar 2%. Semua sampel asbes plafon yang tidak menggunakan pasir memenuhi standar minimal SNI 01 – 4449 – 2006 sebesar $\geq 20 \text{ kgf/cm}^2$.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kuat Lentur (Menggunakan Pasir)

Untuk pengujian kuat lentur menggunakan pasir dengan perbandingan antara AP5 dengan AP6 nilai kuat lentur rata – rata meningkat dikarenakan penggunaan semen bertambah, bubuk kertas berkurang, penggunaan serat batang pisang, dan penambahan pasir. AP6 dengan AP7 nilai kuat lentur rata – rata meningkat dikarenakan penggunaan semen meningkat, bubuk kertas sama, serat batang pisang meningkat, dan pasir berkurang. AP7 dengan AP8 nilai kuat lentur rata – rata meningkat dikarenakan penggunaan semen meningkat, bubuk kertas sama, serat batang pisang sama, dan pasir berkurang. Sehingga dapat diambil kesimpulan substitusi bubuk kertas terhadap pasir dapat digunakan namun penggunaan semen harus ditambah dan untuk substitusi serat batang pisang terhadap serat fiberglass dapat digunakan keseluruhan karena serat batang pisang lebih kuat daripada serat fiberglass. Penambahan bubuk kertas pada asbes plafon menjadi alasan terjadinya penurunan kuat lentur karena bubuk kertas mempunyai berat jenis yang lebih rendah dari pasir. Selain itu penggunaan serat batang pisang sebagai pengganti serat fiberglass juga berpengaruh pada kuat lentur. Sehingga keduanya dapat mempengaruhi berat asbes plafon yang mengakibatkan peningkatan atau penurunan kuat lentur (Soehartono et al., 2022).

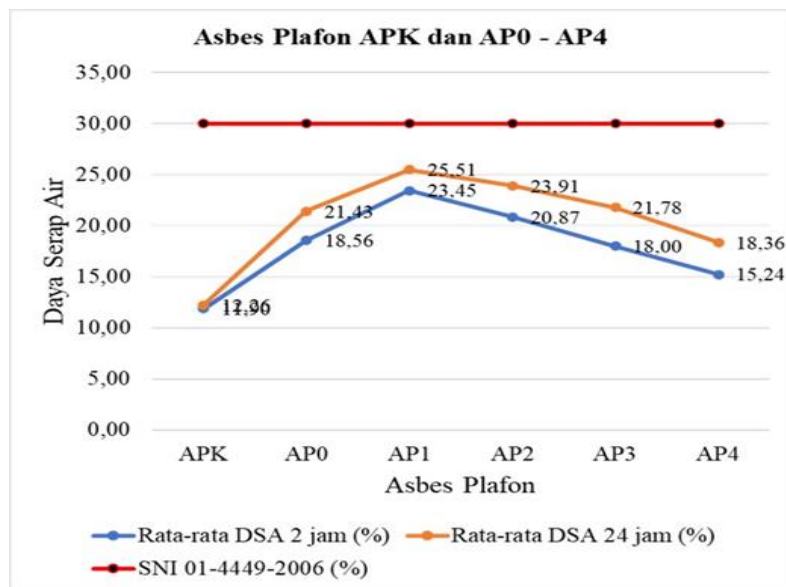
Pada gambar grafik 4 di atas berdasarkan pengujian menggunakan mesin UTM menerangkan tentang sampel asbes plafon memiliki kuat lentur tertinggi sebesar 74,358 kgf/cm² pada sampel AP8 dengan campuran semen sebesar 53%, bubuk kertas 20%, serat batang pisang 2%, dan pasir 25% sedangkan kuat lentur terendah sebesar 54,241 kgf/cm² pada sampel AP5 dengan campuran semen 39%, bubuk kertas 20%, serat batang pisang 1%, dan pasir 40%. Semua sampel asbes plafon yang menggunakan pasir memenuhi standar minimal SNI 01 – 4449 – 2006 sebesar ≥ 20 kgf/cm².

Nilai kuat lentur rata – rata asbes plafon pada sampel AP6 dengan campuran semen 44%, bubuk kertas 20%, serat batang pisang 1%, dan pasir 35% adalah sebesar 59,887 kgf/cm². Kemudian pada sampel AP7 dengan campuran semen 48%, bubuk kertas 20%, serat batang pisang 2%, dan pasir 30% adalah sebesar 67,591 kgf/cm². Penambahan bubuk kertas pada asbes plafon menjadi alasan terjadinya penurunan kuat lentur karena bubuk kertas mempunyai berat jenis yang lebih rendah dari pasir. Selain itu penggunaan serat batang pisang sebagai pengganti serat fiberglass juga berpengaruh pada kuat lentur. Sehingga keduanya dapat mempengaruhi berat asbes plafon yang mengakibatkan peningkatan atau penurunan kuat lentur (Soehartono et al., 2022).

Dapat diambil kesimpulan dari 2 grafik diatas bahwa variasi benda uji inovasi tanpa pasir diperoleh nilai rata – rata pengujian kuat lentur tertinggi pada sampel AP4 sebesar 68,121 kgf/cm². Sedangkan variasi benda uji inovasi menggunakan pasir diperoleh nilai rata – rata pengujian kuat lentur tertinggi pada sampel AP8 sebesar 70,358 kgf/cm². Komposisi antara benda uji asbes plafon konvensional (APK) memiliki nilai kuat lentur rata – rata yang lebih tinggi daripada variasi asbes plafon (AP0), dikarenakan substitusi bubuk kertas terhadap pasir kurang kuat. Sehingga dari hal tersebut dapat diketahui penggunaan bubuk kertas sebagai substitusi pasir dapat digunakan namun dengan catatan penggunaan semen harus lebih banyak agar nilai kuat lentur rata – rata lebih tinggi dari asbes plafon konvensional (APK).

2) Penyerapan air

Dari pengujian penyerapan air (*porositas*) pada asbes plafon dilakukan pada umur 7 hari dengan jumlah benda uji 18 buah dari masing-masing variasi penambahan campuran bubuk kertas dan serat batang pisang. Untuk hasil dari pengujian penyerapan air (*porositas*) pada asbes plafon disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Penyerapan Air (Tanpa Pasir)

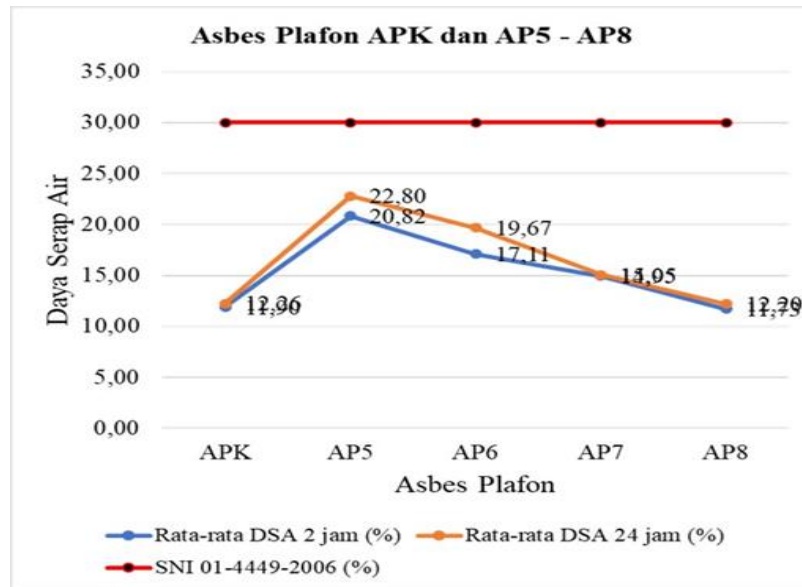
Berdasarkan Gambar 5 dapat disimpulkan pengujian kuat lentur tanpa menggunakan pasir dengan perbandingan antara APK dengan AP0 nilai penyerapan air rata – rata meningkat dikarenakan substitusi pasir menggunakan bahan organik bubuk kertas belum cukup rapat. Untuk AP0 dan AP1 nilai penyerapan air airnya naik, dikarenakan penggunaan semen bertambah dan substitusi fiberglass dengan serat batang pisang. AP1 dengan AP2 nilai penyerapan air berkurang dikarenakan penggunaan semen bertambah, bubuk kertas berkurang, dan penggunaan serat batang pisang. AP2 dengan AP3 penyerapan air berkurang dikarenakan penggunaan semen bertambah, bubuk kertas berkurang, dan serat batang pisang bertambah. AP3 dengan AP4 nilai penyerapan air berkurang dikarenakan penggunaan semen bertambah, bubuk kertas berkurang, dan serat batang pisang sama dengan AP3 sebesar 2%. Dapat disimpulkan penggunaan bubuk kertas sebagai substitusi pasir belum cukup efektif karena bubuk kertas merupakan bahan organik dan memiliki sifat penyerapan air yang tinggi dibandingkan pasir. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ety Jumiaty et al., 2022) pada jurnal yang menyebutkan penyerapan air tertinggi untuk papan plafon terdapat pada sampel B sebesar 26,8%.

Pada Gambar grafik 5 dapat dilihat bahwa hasil dari pengujian penyerapan air (porositas) menunjukkan bahwa sampel AP4 dengan campuran semen 53%, bubuk kertas 45%, dan serat batang pisang 2% terjadi nilai penyerapan air asbes plafon terendah dengan nilai penyerapan air selama 24 jam rata – rata sebesar 18,36%. Sedangkan pada sampel AP1 dengan campuran semen 39%, bubuk kertas 60%, dan serat batang pisang 1% terjadi nilai penyerapan air asbes plafon tertinggi dengan nilai penyerapan air selama 24 jam rata – rata sebesar 25,51%. Semua sampel asbes plafon yang tidak menggunakan pasir memenuhi standar minimal SNI 01 – 4449 – 2006 sebesar < 30%.

Meskipun pada sampel AP1 nilai penyerapan mengalami peningkatan. Namun bubuk kertas memiliki daya ikat terhadap campuran beton sebab terdapat senyawa semiselulosa dan hemiselulosa (Anhadi, 2018). Sehingga memudahkan dalam pengerjaan asbes plafon dikarenakan tidak terjadi pemisahan butiran campuran beton. Oleh karena itu digunakan bubuk kertas sebagai campuran pembuatan asbes plafon. Sehingga nilai penyerapan air asbes plafon pada sampel AP2 dengan campuran semen 44%, bubuk kertas 55%, dan serat batang pisang 1% memiliki nilai rata – rata sebesar 23,91%. Hasil campuran sampel AP2 ini mengalami penurunan dari campuran sampel AP1, namun masih lebih tinggi dibanding campuran sampel AP3 dikarenakan adanya penambahan bubuk kertas yang menyebabkan nilai penyerapan air meningkat, tetapi nilai tingkat penyerapan air masih berada dibawah batas maksimum SNI 01 – 4449 – 2006 sebesar < 30%.

Nilai penyerapan air rata – rata pada sampel AP3 dengan campuran semen 48%, bubuk kertas 50%, dan serat batang pisang 2% adalah nilai penyerapan air selama 24 jam rata – rata

sebesar 21,78%. Kemudian pada sampel AP2 dengan campuran semen 44%, bubur kertas 55%, dan serat batang pisang 1% adalah nilai penyerapan air selama 24 jam rata – rata sebesar 23,91%. Penambahan bubur kertas pada asbes plafon menjadi alasan dikarenakan bubur kertas mudah menyerap air (Ety Jumiati et al., 2020). Sehingga terjadi peningkatan nilai penyerapan air ketika asbes plafon ditambahkan bubur kertas. Selain itu pada sampel AP1 – AP4 dengan campuran tanpa menggunakan pasir mempengaruhi nilai penyerapan air dikarenakan terdapat rongga atau celah sehingga air dapat masuk dengan mudah. Adapun hasil dari pengujian penyerapan air disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Penyerapan Air (Menggunakan Pasir)

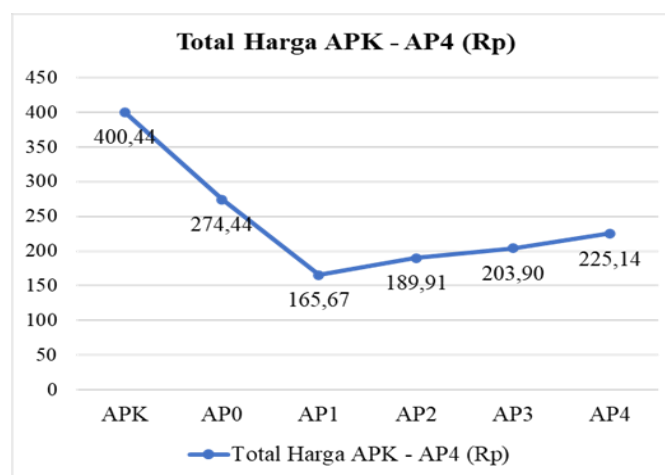
Untuk pengujian kuat lentur menggunakan pasir dengan perbandingan antara AP5 dengan AP6 nilai penyerapan air rata – rata berkurang dikarenakan penggunaan semen bertambah, bubur kertas berkurang, penggunaan serat batang pisang, dan penambahan pasir. AP6 dengan AP7 nilai penyerapan air rata – rata berkurang dikarenakan penggunaan semen meningkat, bubur kertas sama, serat batang pisang meningkat, dan pasir berkurang. AP7 dengan AP8 nilai penyerapan air rata – rata berkurang dikarenakan penggunaan semen meningkat, bubur kertas sama, serat batang pisang sama, dan pasir berkurang. Sehingga dapat diambil kesimpulan substitusi bubur kertas terhadap pasir dapat digunakan namun penggunaan semen harus ditambah dan untuk substitusi serat batang pisang terhadap serat fiberglass dapat digunakan keseluruhan karena serat batang pisang lebih kuat daripada serat fiberglass. Penambahan bubur kertas pada asbes plafon menjadi alasan terjadinya peningkatan penyerapan air karena bubur kertas mempunyai sifat penyerapan air yang tinggi dari pasir. Untuk itu penggunaan bubur kertas bisa digunakan namun tetap menggunakan pasir untuk menutup rongga – rongga. Semakin banyak persentase bubur kertas maka penyerapan air semakin tinggi. Hal ini juga diperkuat dengan penelitian (Soehartono et al., 2022) pada jurnal yang memperoleh hasil pengujian penyerapan air air berkisar antara 32,72% sampai 68,25%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Ety Jumiati et al., 2022) pada jurnal yang menyebutkan penyerapan air air tertinggi untuk papan plafon terdapat pada sampel B sebesar 26,8%.

Pengujian penyerapan air pada asbes plafon yang menggunakan campuran bubur kertas dan serat batang pisang, hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak bubur kertas yang digunakan maka retensi airnya semakin tinggi. Penyerapan air yang dihasilkan yaitu APK = 12,26% ; AP5 = 22,80% ; AP6 = 19,67% ; AP7 = 15,05% ; AP8 = 12,20%. Menurut pengujian penyerapan air yang telah dilakukan formula yang paling baik terdapat pada sampel AP8 sebesar 12,20%. Hubungan pengujian densitas berbanding terbalik dengan pengujian penyerapan air, Jadi dapat disimpulkan penggunaan plafon dengan penyerapan air terendah akan semakin baik, karena memiliki tingkat rembesan air yang kecil pada papan plafon dengan penyerapan air terendah.

Dapat diambil kesimpulan dari 2 grafik diatas bahwa variasi benda uji inovasi tanpa pasir diperoleh nilai rata – rata pengujian penyerapan air terendah pada sampel AP4 sebesar 18,36%. Sedangkan variasi benda uji menggunakan pasir diperoleh nilai rata – rata pengujian penyerapan air terendah pada sampel AP8 sebesar 12,20%. Komposisi antara benda uji inovasi asbes plafon konvensional (APK) memiliki nilai penyerapan air rata – rata yang lebih rendah daripada variasi asbes plafon (AP0), dikarenakan substitusi bubuk kertas terhadap pasir dapat berpengaruh pada penyerapan air. Sehingga dari hal tersebut dapat diketahui bahwa bubuk kertas memiliki sifat lebih mudah menyerap air, oleh karena itu penggunaan bubuk kertas sebagai substitusi pasir dapat digunakan namun tetap harus menggunakan pasir untuk menutup rongga kosong agar air tidak mudah terserap.

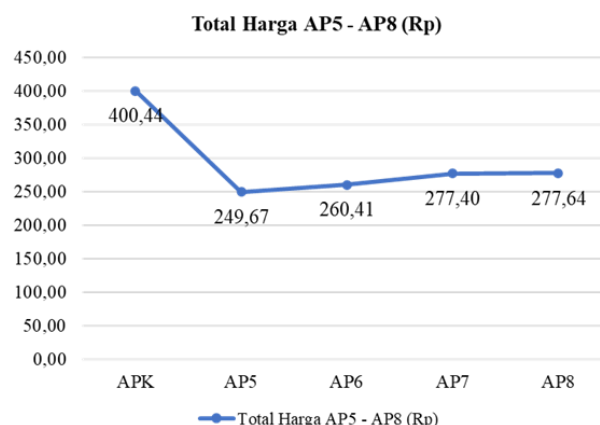
3.3. Analisis perbandingan biaya material

Berikut adalah perbandingan biaya material asbes plafon konvensional dengan asbes plafon inovasi dengan menambahkan bubuk kertas dan serat batang pisang. Dengan perbandingan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Analisis Perbandingan Biaya Material (Tanpa Pasir)

Dalam analisis perbandingan biaya pada gambar 7 mengenai asbes plafon dengan campuran semen, bubuk kertas, dan serat batang pisang tanpa menggunakan pasir dimana harga asbes plafon konvensional memiliki harga Rp400,440. Pada sampel AP4 dengan campuran bubuk kertas dan serat batang pisang menyebabkan adanya selisih harga sebesar Rp175,300 dengan asbes plafon konvensional. Hal ini dikarenakan campuran bubuk kertas menyebabkan adanya pengurangan volume semen yang mana mempengaruhi harga asbes plafon sampel AP1. Selisih tersebut terbilang kecil dibandingkan dengan selisih antara sampel AP1, AP2, dan AP3. Selain itu terdapat variasi AP0 dengan campuran semen, bubuk kertas, dan fiberglass dengan harga Rp274,44 lebih murah dibandingkan variasi APK (konvensional). Adapun total harga AP5 – AP8 disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Analisis Perbandingan Biaya Material (Menggunakan Pasir)

Dalam analisis perbandingan biaya pada gambar 8 mengenai asbes plafon dengan campuran bubur kertas dan serat batang pisang menggunakan pasir dimana harga asbes plafon konvensional memiliki harga Rp400,440. Pada sampel AP8 dengan campuran semen, bubur kertas, serat batang pisang, dan pasir menyebabkan adanya selisih harga sebesar Rp122,796 dengan asbes plafon konvensional.

Hal ini dikarenakan campuran bubur kertas menyebabkan adanya pengurangan volume semen yang mana mempengaruhi harga asbes plafon sampel AP8. Selisih tersebut terbilang kecil dibandingkan dengan selisih antara sampel AP5, AP6, dan AP7. Sedangkan pada sampel AP5 memiliki selisih harga yang paling tinggi pada variasi yang menggunakan pasir dikarenakan adanya campuran bubur kertas yang mengurangi jumlah bahan semen dan penggunaan pasir yang lebih banyak sehingga memilih selisih sebesar Rp150,768 dimana hal tersebut dikarenakan harga satuan semen per kilo dengan Rp1.475,00 dibanding harga pasir per kilo dengan Rp750,00. Namun dengan harga yang lebih murah tersebut bukan berarti kualitas menjadi turun. Bisa dilihat dan disimpulkan bahwa asbes plafon dengan campuran bubur kertas dan serat batang pisang memiliki kualitas yang baik daripada. Asbes plafon tanpa bahan campuran bubur kertas dan serat batang pisang ini bisa dilihat dari kuat lentur yang bertambah ketika ditambahkan serat batang pisang dan bubur kertas. Untuk penyerapan air (porositas) juga lebih baik dengan terjadi penurunan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil penelitian dan pembahasan, maka bisa di tarik kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Pengaruh penggunaan bubur kertas dan serat batang pisang sebagai campuran bahan pembuatan asbes plafon yaitu semakin banyak bubur kertas maka nilai penyerapan air meningkat, sedangkan penggunaan serat batang pisang dapat mempengaruhi nilai kuat lentur.
- 2) Hasil karakterisasi asbes plafon yang dihasilkan pada uji sifat fisis :
 - a) Hasil nilai kuat lentur rata – rata berdasarkan pengujian yang telah dilakukan yaitu untuk variasi tanpa pasir nilai tertinggi pada AP4 sebesar 68,121 kgf/cm² sedangkan variasi menggunakan pasir nilai tertinggi pada AP8 sebesar 70,358 kgf/cm². Jadi semakin tinggi nilai kuat lentur maka semakin baik asbes plafon untuk menahan beban lebih besar.
 - b) Hasil nilai penyerapan air (porositas) rata – rata berdasarkan pengujian yang telah dilakukan yaitu untuk variasi tanpa pasir nilai terendah pada AP4 sebesar 18,36% sedangkan variasi menggunakan pasir nilai terendah pada AP8 sebesar 12,20%. Jadi semakin rendah nilai penyerapan air, semakin baik untuk asbes plafon karena apabila terjadi rembesan air tidak bocor.
 - c) Perbandingan biaya pada pembuatan 1 asbes plafon didapatkan biaya yang paling murah dan
 - d) Terbaik memenuhi SNI 01 – 4449 – 2006 pada asbes plafon inovasi sampel AP8 dengan total biaya Rp277,644,- AP8 dipilih karena mempunyai nilai kuat lentur paling tinggi sebesar 74,358 kgf/cm² dan nilai penyerapan air (porositas) sebesar 12,20%.
- 3) Perbandingan biaya pada pembuatan 1 asbes plafon didapatkan biaya yang paling murah dan terbaik memenuhi SNI 01 – 4449 – 2006 pada asbes plafon inovasi sampel AP8 dengan total biaya Rp277,644,- AP8 dipilih karena mempunyai nilai kuat lentur paling tinggi sebesar 74,358 kgf/cm² dan nilai penyerapan air (porositas) sebesar 12,20%.

Ucapan terima kasih

Rasa terima kasih ditujukan kepada tuhan Yang Maha Esa, kepada dosen pembimbing dalam penelitian ini serta seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyusunan hasil penelitian ini. Semoga kedepannya penelitian ini bisa bermanfaat bagi pembaca dalam menambah wawasan dan pengetahuan.

Referensi

Dewi, R., Sutejo, Y., Rahmadini, R., & Arfan, M. (2019). *Pengaruh Limbah Plafond Gypsum Terhadap Penurunan Konsolidasi Pada Tanah Lempung Ekspansif*. Cantilever, Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil, 8(1), 1-7.

- Ety Jumiati et al., 2020. *Analisis Sifat Fisis Papan Plafon Berbahan Dasar Bubur Kertas*. Medan : UIN Sumatera Utara Medan.
- Ety, Jumiati. 2009. *Pembuatan Beton Semen Polimer Berbasis Sampah Rumah Tangga dan Karakterisasinya*, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Khrisna, vincentius dan Setiawan, Andreas Pandu. 2017. *Papan Partisi Dari Limbah Kertas*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Millian, Kusmartono. 2022. *Pengaruh Jenis Perekat Dan Ukuran Partikel Serat Pohon Pisang (Musa Acuminata) Pada Pembuatan Fiber Board Untuk Aplikasi Plafon (Variabel Jenis Perekat)*. Yogyakarta : Institut Sains dan Teknologi AKPRIND.
- Muslimin. 2016. *Uji Kualitas batako Dari Beberapa Jenis Pasir*. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Nuridwi, D. B., Negara, K. P., & Unas, S. E. (2014). *Analisis Perbandingan Metode Sni Dan Software Ms. Project Dalam Perhitungan Biaya Pekerjaan Langit-langit Untuk Konstruksi Bangunan (Studi Kasus Pembangunan Gedung II Dan Bangunan Penghubung Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik)*, Universitas Brawija. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(3), pp-965.
- Oro J, Frans P, Sappu, Romels Lumintang. *Analisis Sifat Mekanik Material Komposit dari Serat Sabut Kelapa*, Universitas Sam Ratulangi Manado. 2013. *Penelitian Teknologi Industri*, 7(1), 21-30.
- Prasetyo, D. A. (2017). *Pemanfaatan Serat Kulit Jagung Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Plafon Eternit*. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1/REKAT/17).
- Randa, Alimin Mahyudin. 2019. *Pengaruh Persentase Serat Pelepeh Pisang terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Semen-Foam agent*. Padang : Universitas Andalas.
- Rizki, Windasari. 2017. *Pembuatan dan Karakterisasinya Plafon Dari Serbuk Ampas Tebu Dengan Perekat Poliester*. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Khrisna, vincentius dan Setiawan, Andreas Pandu. 2017. *Papan Partisi Dari Limbah Kertas*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Sagala, R. P. F. (2020). *Pengaruh Pemberian Naphtalene Acetic Acid (NAA) dan Benzyl Amino Purine (BAP) terhadap Propagasi Tanaman Pisang Ambon (Musa acuminata Cavendish Group.) secara In Vitro*. Repository. Universitas HKBP Nommensen.
- Salam, A., & Hartantyo, S. D. (2017). *Pengaruh Penambahan Serat Pelepeh Pisang Pada Pembuatan Paving Block K-175*. *Jurnal CIVILA*, 2(2), 8.
- Sarito, dkk. 2017. *Limbah koran Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Papan Plafon*. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Sir, T. M., Udiana, I. M., & Isu, S. R. (2016). *Perbandingan Pengukuran Kadar Air Tanah Lempung Menggunakan Metode Gravimetry Dan Metode Gypsum Block Berdasarkan Variasi Kedalaman*. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 213-226.
- SNI No.15-0233-1989 Syarat Mutu Lembaran Serat. Badan Standardisasi Nasional. 1989.
- Salam, A., & Hartantyo, S. D. (2017). *Pengaruh Penambahan Serat Pelepeh Pisang Pada Pembuatan Paving Block K-175*. *Jurnal CIVILA*, 2(2), 8.
- Soehartono et al., 2022. *Analisis Potensi Penambahan Serat Batang Pisang Sebagai Bahan Pembuat Plafond Untuk Menunjang Tata Ruang Interior*, Semarang: Universitas Sultan Agung Semarang.
- Syaifuddin. 2018. *Pembuatan dan Pengujian Kuat Tekan Batako dengan Penambahan Limbah Tulang Ikan*. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.