



Pemanfaatan limbah rambut manusia dan limbah karbit sebagai substitusi plafond

Putri Karisma Ramadhani^{a*}, Muh. Fauzi Alfani Karuniawan^b, Shifa Fauziah^c, Hartono^d

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

ARTICLE INFO

Corresponding author:

Email:

putrika.rismara@gmail.com

muhfauzialfanikaruniawan@gmail.com

Article history:

Received : 05 August 2023

Revised : 01 November 2023

Accepted : 08 November 2023

Publish : 03 December 2023

Keywords:

Ceiling, hair waste, carbide waste, flexible strength

ABSTRACT

Ceiling or what is often called the ceiling is a non-structural component in a building. GRC (Glasfiber Reinforced Cement) ceiling is composed of components of sand, cement, water, fiberglass. It contains the same ingredients as fiberglass and human hair, namely calcium, iron and silica. Similar to human hair waste, there has not been much innovation in utilizing carbide waste. Carbide waste contains CaO which is a basic ingredient in cement manufacture. In this study using the experimental method. The purpose of this study was to determine the flexural strength and compressive strength of the ceiling. In this study, 4 samples were used with a differentiating concentration of 5% each, including: F0: 0 %, F1: 10%, F2: 15%, F3: 20 %. Tests in this study included density, water absorption, and flexural strength tests. The results of the characterization of the ceiling grc produced in the physical properties test: density resulted in values of 1.97 gr/cm³, 2.17 gr/cm³, 2.11 gr/cm³, 1.98 gr/cm³, sample F1 the percentage of hair fiber was 10% the highest density compared to other samples. Based on the results of the density test, it is classified as PSKT (High Density Fiber Board) with a density value of > 0.84 gr/cm³. The results of the water absorption values based on the tests include: F0 of 10.78%, sample F1 of 10.24%, sample F2 of 10.43%, and sample F3 of 10.92%, according to the water absorption test that has been carried out, the formula the best was found in sample F1 with the least water absorption with a 10% hair fiber percentage of 10.24%. The results of the density test with water absorption are inversely proportional. While the mechanical properties test: flexural strength in F0 was 34261.92 kgf/cm², sample F1 was 37321.02 kgf/cm², sample F2 was 38544.66 kgf/cm², and the highest sample was in F3 with a percentage of hair fiber of (20 %) of 39768.3 kgf/cm².

Copyright © 2023 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

Plafond ialah komponen nonstruktural dalam suatu bangunan. Plafond juga berperan dalam menambah keestetikan dan kenyamanan di dalam ruangan. Fungsi lain dari plafond juga sebagai pelindung ruangan dari rembesan kebocoran dari atas atap dan perendam suara dari luar. Kualitas dan mutu plafond di tentukan oleh material bahan penyusunnya. Peningkatan pembangunan infrastruktur di Indonesia menyebabkan tingginya permintaan terhadap material suatu bangunan, salah satunya adalah plafond jenis GRC (Glassfiber Reinforced Cement Board). Plafond grc memiliki tekstur sedikit lebih kasar dan lebih besar daripada jenis plafond eternit. Plafond grc merupakan salah

satu jenis plafond yang memiliki harga jual yang relatif lebih mahal dikarenakan bahan penyusunnya yang berasal dari fiberglass. Fiberglass merupakan serat kaca yang menjadi bahan utama dalam pembuatan plafond grc. Saputra (2016) mengatakan bahwa penggunaan fiberglass di Indonesia setiap tahun kian meningkat. Hal ini menyebabkan ketersediaan bahan tersebut semakin menipis dan harus melakukan impor dari luar negeri untuk mendapatkan fiberglass yang harganya relatif mahal.

Di Indonesia pemanfaatan limbah rambut manusia masih belum optimal. Banyaknya limbah rambut manusia yang tidak dimanfaatkan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah rambut manusia memiliki potensi sebagai pengganti fiberglass. Hal ini dikarenakan ditemukan beberapa kandungan komponen yang sama antara fiberglass dengan serat rambut manusia. Rambut manusia mengandung asam amino, 3% pigmen melanin, besi, mangan, kalsium, magnesium, seng, tembaga, fosfor, silikon dan lemak (Sudarman et al. 2022). Sedangkan fiberglass memiliki kandungan silika, SiO₂ dan mengandung oksida seperti kalsium, boron, natrium, aluminium dan besi (Annissa, Musfiroh, and Indriati 2019). Berdasarkan pernyataan tersebut dapat ditemukan kandungan yang sama antara fiberglass dan serat rambut manusia adalah kalsium, besi, dan silika.

Sedangkan limbah karbit adalah hasil sisa reaksi karbit dengan air dalam proses pengelasan. Banyaknya limbah karbit akan berdampak buruk terhadap lingkungan khususnya udara, tanah, dan air (Tjahjono et al. 2017) menuturkan bahwa limbah karbit hasil buangan industri pengelasan mengandung CaO yang merupakan bahan dasar dalam pembuatan semen. Penelitian lain juga diperkuat oleh (Makalesi et al. 2020) yang menegaskan bahwa limbah karbit dapat digunakan sebagai pengganti semen. Hal ini dikarenakan semen merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui dan semakin lama bahan utama penyusun semen seperti kalsium Cao semakin sedikit. Penelitian ini memanfaatkan limbah rambut manusia sebagai substitusi fiberglass dan limbah karbit sebagai substitusi semen.

Berdasarkan permasalahan tersebut munculah sebuah gagasan untuk memanfaatkan limbah rambut dan limbah karbit. Gagasan yang diberikan adalah membuat plafond dengan substitusi serat rambut dan limbah karbit. Gagasan ini diharapkan dapat menciptakan plafond yang lebih ringan daripada biasanya, lebih ekonomis, ramah lingkungan, dan dapat menghasilkan plafond yang berstandar SNI 01-4449-2006. Penelitian ini merupakan suatu bentuk inovasi dalam upaya pengurangan material limbah di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi limbah rambut manusia dan limbah karbit terhadap kuat tekan dan kuat lentur pada plafond. Tujuan dari penelitian ini adalah Menganalisis persentase optimum terhadap substitusi konsentrasi limbah rambut dan limbah karbit dan menganalisis hasil pengujian karakteristik plafond grc.

2. Data dan metode

2.1. Metode penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental yang nantinya metode ini untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh variabel pengganti terhadap produk yang berstandar 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 limbah rambut manusia dan limbah karbit diperlukan adanya perlakuan khusus untuk siap digunakan substitusi plafond. Pengujian dilakukan terhadap agregat halus, semen, dan air dikarenakan bahan tersebut adalah bahan dasar pembuatan plafond.

2.3. Persiapan material tambahan

- a. Pada tahap ini material serat limbah rambut manusia dan limbah karbit yang di dapatkan perlu adanya perlakuan khusus sebelum di proses sebagai bahan substitusi dalam pembuatan plafond. Untuk perlakuan limbah rambut manusia hal pertama yang dilakukan adalah pensortiran limbah rambut berukuran panjang 4-6 cm seperti terlihat pada Gambar 1.,

pencucian menggunakan sampo, dan yang terakhir adalah pengeringan dibawah sinar matahari.



Gambar 1. Pensortiran limbah rambut

- b. Sedangkan untuk perlakuan limbah karbit setelah mendapatkan dari industri pengelasan dilakukan penjemuran terlebih dahulu selama 2×24 jam sampai kering, selanjutnya limbah karbit dihaluskan dengan cawan, setelah dilanjutkan dilakukan penyaringan dengan saringan nomor 30 berdiameter 0,600 mm, yang lolos saringan adalah yang digunakan untuk substitusi semen pada pembuatan plafond seperti yang di tunjukan pada Gambar 2.



Gambar 2. Limbah karbit yang lolos saringan

2.4. Job Mix Design

Penulis melakukan perencanaan mix design yang bertujuan agar mengetahui perbandingan proporsi material yang digunakan dalam pembuatan plafond dengan substitusi serat rambut manusia dan limbah karbit. Berikut merupakan rincian kebutuhan air, semen, limbah karbit, pasir, *fiberglass*, dan limbah rambut untuk pembuatan satu buah sampel. Pada penelitian ini penulis membuat sampel pada masing-masing sampel membuat 3 buah sampel, jadi keseluruhan sampel adalah 12 sampel. Untuk job mix design bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sampel formula

Formula	Air (ml)	Semen (gr)	Limbah Karbit (gr)	Pasir (gr)	<i>Fiberglass</i> (gr)	Limbah Rambut (gr)
F0 (0%)	700	1.250	0	1.250	30	0
F1 (10%)	700	1.187,5	62,5	1.250	30-3= 27	10%×30=3
F2 (15%)	700	1.187,5	62,5	1.250	30-4,5= 25,5	15%×30=4,5
F3 (20%)	700	1.187,5	62,5	1.250	30-6= 24	20%×30=6

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Hasil pengujian material

a. Pengujian Agregat Halus

Dari hasil kadar lumpur dengan menggunakan pasir progo didapatkan nilai rata-rata sebesar $1,80 < 5\%$ yang mana menurut SNI 03-6821-2002 tidak boleh $> 5\%$. Untuk gradasi pasir progo memiliki hasil modulus kehalusan sebesar $2,606\%$ dengan hasil tersebut pasir progo memenuhi syarat sesuai SNI 03-1972-1990 yaitu $1,5-3,8\%$

b. Pengujian air

Dalam penelitian ini pengujian air dilakukan melalui pengamatan dengan cara visual melihat secara langsung sesuai dengan PBI-1971. Untuk air yang dipakai tidak berbau, tidak berwarna, air harus jernih, harus bersih tidak memiliki kandungan minyak, lumpur, garam, dan tidak boleh memiliki kandungan yang lain yang bisa menurunkan kualitas plafond

c. Pengujian semen

Keadaan kemasan semen, pengujian ini dilihat dari kondisi semen yang masih bagus tidak ada robekan. Keadaan butiran semen, untuk proses pengujian ini dilihat dari butiran semen yang masih halus tidak memadat atau mengeras

d. Pengujian limbah rambut

Limbah rambut yang digunakan adalah yang memiliki panjang 4-6 cm selebihnya tidak digunakan

e. Pengujian limbah karbit

Limbah karbit yang digunakan adalah yang lolos saringan 30 berdiameter 0,600 mm

3.2. Pengujian plafond

a. Densitas/kerapatan

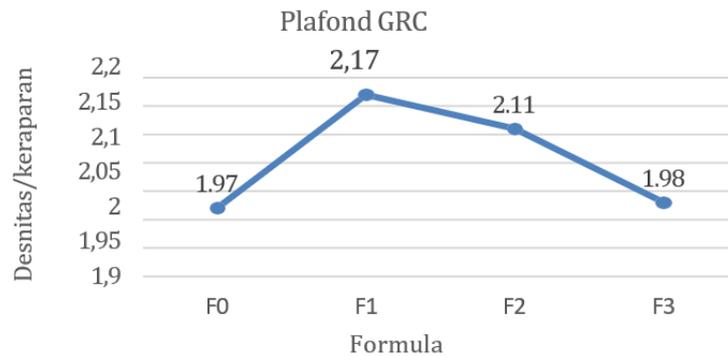
Dari hasil penelitian pembuatan plafond grc dengan campuran substitusi serat rambut manusia dan limbah karbit mendapatkan nilai densitas yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian densitas/kerapatan

Sampel	Kode Sampel	Densitas (gr/cm ³)	Densitas Rata-rata	SNI 01-4449-2006 (gr/cm ³)
F0	1	2	1,97	> 0,84
	2	2		
	3	1,90		
F1	1	2,20	2,17	
	2	1,83		
	3	2,49		
F2	1	1,96	2,11	
	2	2,05		
	3	2,30		
F3	1	2,18	1,98	
	2	1,71		
	3	2,03		

Pada Tabel 2. di atas menerangkan tentang pengujian densitas pada sampel plafond grc. Hasil pengujian pengaruh persentase serat limbah rambut adalah seperti Tabel 2. nilai densitas menurun seiring penambahan persentase apabila dilihat dari sampel F1(10%) sampai sampel F3(20%). Hal ini dikarenakan adanya rongga udara yang terdapat pada lapisan matriks dengan bertambahnya serat pada komposisi yang diberikan. Hal yang sama terjadi pada penelitian Randa, dkk (2019) pada penelitian tentang papan semen-foam agent, yaitu semakin banyak

serat maka akan mengalami penurunan pada densitas. Sampel F0 memiliki nilai densitas sebesar 1,9 gr/cm³, pada sampel F1 dengan persentase serat rambut sebesar 10% mengalami kenaikan densitas sebesar 2,17 gr/cm³ sedangkan sampel F2 persentase serat rambut 15% mengalami penurunan sebesar 2,11 gr/cm³, hasil dari sampel F3 persentase serat rambut sebesar 20% angka pada grafik mengalami penurunan sebesar 1,98 gr/cm³. Ketidakstabilan densitas dipengaruhi beberapa faktor diantaranya adalah pemerataan serat yang tidak merata. Berdasarkan pengujian semua sampel memenuhi SNI 01-4449-2006 dan termasuk kedalam kelas PSKT (Papan Serat Kerapatan Tinggi) dengan nilai densitas > 0,84 gr/cm³. Sampel F1 memiliki densitas paling tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik densitas/kerapatan

b. Penyerapan air

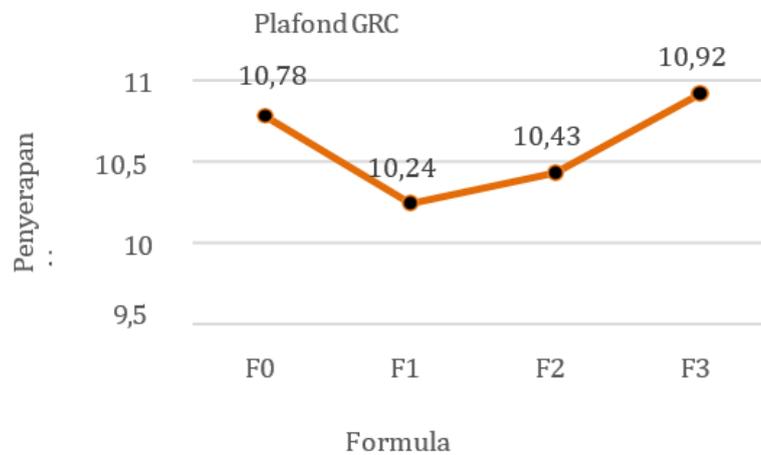
Dari hasil penelitian pembuatan plafond grc dengan campuran substitusi serat rambut manusia dan limbah karbit mendapatkan nilai daya serap air yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penyerapan air

Sampel	Kode Sampel	Daya Serap (%)	Daya Serap Air Rata-rata	SNI
				01-4449-2006 (%)
F0	1	10,1	10,78	<25%.
	2	11,3		
	3	10,94		
F1	1	12,37	10,24	
	2	12,34		
	3	6,01		
F2	1	11,51	10,43	
	2	10,93		
	3	8,85		
F3	1	12,82	10,92	
	2	10,98		
	3	8,95		

Pengujian penyerapan air pada plafond grc yang menggunakan substitusi serat limbah rambut manusia menunjukkan bahwa semakin banyak serat limbah rambut yang digunakan maka penyerapan air akan semakin tinggi. Penyerapan air yang diperoleh berkisar antara 10,78% sampai 10,92%. Berdasarkan SNI 01-4449-2006 untuk penyerapan air setelah perendaman air selama 24 jam maka plafond grc termasuk kedalam tipe 1 35 dengan tebal $\geq 3,5$ mm yang mensyaratkan penyerapan air < 25%. Jadi semua formula memenuhi standart SNI 01-4449-2006, menurut pengujian penyerapan air yang telah dilakukan formula yang paling baik terdapat pada sampel F1 10% sebesar 10,24%. Hal ini juga diperkuat dengan penelitian silalahi,dkk(2013) pada jurnal yang memperoleh hasil pengujian daya serap air berkisar antara 1,38% sampai 2,46%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Eldo jones surbakti, dkk (2013) pada jurnal yang menyebutkan daya serap air tertinggi untuk

komposit terdapat pada komposisi SKJ 5%. Hal ini memperkuat hasil pengujian daya serap air pada limbah serat rambut manusia. Jadi dapat disimpulkan semakin banyak atau semakin besar persentase serat limbah rambut maka daya serap air nya semakin besar. Maka dari itu hubungan pengujian densitas berbanding terbalik dengan pengujian penyerapan air seperti terlihat pada Gambar 4.



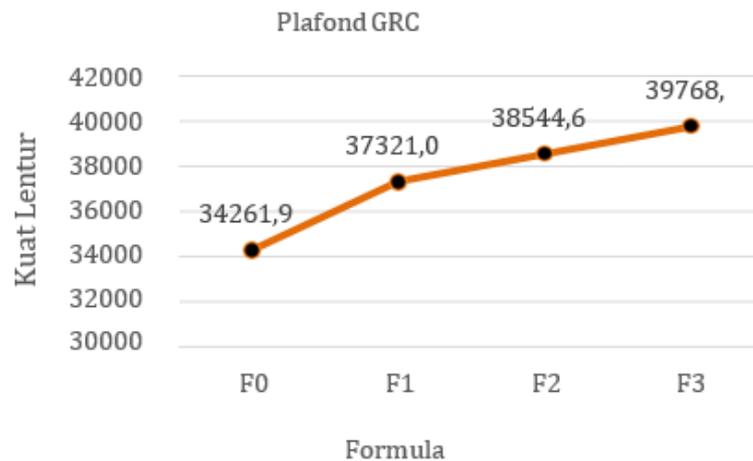
Gambar 4. Grafik penyerapan air

c. Kuat lentur

Dari hasil penelitian pembuatan plafond grc dengan campuran substitusi serat rambut manusia dan limbah karbit mendapatkan nilai kuat lentur seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian kuat lentur

Sampel	Kode Sampel	Kuat (kgf/cm ²)	Kuat Lentur Rata-rata	SNI 01-4449-2006 (kgf/cm ²)
F0	1	49557,42	34261,92	≥ 35
	2	27531,90		
	3	25696,44		
F1	1	56899,26	37321,02	
	2	22025,52		
	3	33038,28		
F2	1	36709,20	36709,2	
	2	33038,28		
	3	40380,12		
F3	1	7341,84	39768,3	
	2	42215,58		
	3	69747,48		



Gambar 5. Grafik kuat lentur

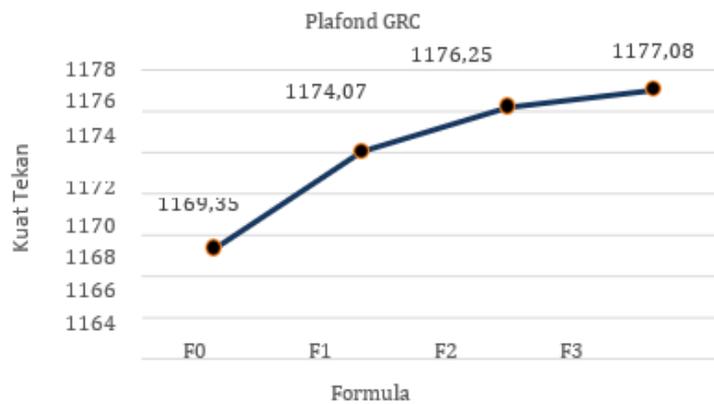
Pada grafik kuat lentur Gambar 5. di atas berdasarkan pengujian menggunakan mesin UTM menerangkan tentang sampel plafond grc memiliki kuat lentur tertinggi sebesar 39.768,3 kgf/cm² pada sampel F3 dengan substitusi serat rambut sebesar 20%. Semua sampel formula memenuhi standart SNI 01-4449-2006 yang termasuk klasifikasi PSKT T1 35 \geq 35,0 kgf/cm². Hal ini didukung oleh penelitian terdahulu yaitu Resdina Silalahi, dkk(2013) pada hasil pengujian kuat lentur pada papan komposit paling tinggi dengan komposisi 2% serat kulit jagung. Selanjutnya Eldo jones surbakti, dkk (2013) pada jurnal yang menyebutkan kuat lentur tertinggi pada komposisi 2%. Nilai kuat lentur yang didapat pada penelitian ini melebihi nilai kuat lentur yang didapat pada penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian Eko nur prasetyo, dkk(2020) pengaruh variasi fraksi volume filler terhadap sifat mekanik komposit rambut manusia bermatriks epoxy dengan penguat talc powder mengenai komposisi 20% dengan nilai 4,26 kg/mm³ sedangkan pada penelitian ini dengan substitusi serat rambut pada komposisi 20% mencapai 39768,3 kgf/cm². Serat rambut memiliki ketahanan yang cukup tinggi yang disebabkan oleh faktor kimia maupun fisika. Ketahanan rambut meliputi daya tahan terhadap panas, dan memiliki tekstur yang kasar.

d. Kuat tekan

Dari hasil penelitian pembuatan plafond grc dengan campuran substitusi serat rambut manusia dan limbah karbit mendapatkan nilai kuat lentur seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian kuat lentur

Sampel	Kode Sampel	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	SNI -03-6861.1-
				2002 (Mpa)
F0	1	1196,25	1169,35	> 10 Mpa
	2	1156,80		
	3	1155,00		
F1	1	1139,77	1174,07	
	2	1199,45		
	3	1182,99		
F2	1	1156,25	1176,25	
	2	1194,25		
	3	1178,25		
F3	1	1142,50	1177,08	
	2	1185,00		
	3	1203,75		



Gambar 6. Grafik kuat tekan

Berdasarkan grafik kuat tekan Gambar 6. menunjukkan bahwa hasil tertinggi pada kuat tekan plafond pada sampel F3 dengan serat rambut sebesar 20 %. Berdasarkan SNI -03-6861.1-2002 disebutkan bahwa kuat tekan plafond mengalami peningkatan dari F0 persentase 0% limbah karbit sebesar 1169,35 Mpa, F1 dengan substitusi limbah karbit 5% di tiap sampel formula sebesar 1174,07 Mpa, dari F1 ke F2 juga mengalami peningkatan sebesar 1176,25 Mpa, sedangkan sampel F3 juga mengalami peningkatan dengan nilai 1177,08 Mpa. Semua sampel memenuhi SNI-03-6861.1-2002. Grafik yang terus meningkat menandakan substitusi limbah karbit 5% mampu menaikkan kuat tekan. Hal ini berkaikan dengan pengaplikasian plafond yang membutuhkan kuat tekan yang tinggi untuk menahan beban di atasnya yaitu rangka plafond. Hal ini didukung oleh penelitian terdahulu yaitu yang berjudul penggunaan serat ampas tebu sebagai bahan pengganti serat *fiberglass* pada pembuatan campuran plafond grc (jeny Alifianti,2019) pada sampel benda uji berumur 7 hari menunjukkan bahwa kuat lentur terbaik mencapai 10,54 mpa. Sedangkan dalam penelitian yang dilakukan oleh (pratikto,dkk,2022) kuat tekan papan semen umur 28 hari sebesar 209,382 kg/cm² . Berdasarkan penelitian terdahulu penelitian kali ini dengan menggunakan substitusi serat rambut manusia dan limbah karbit menghasilkan kuat tekan yang lebih besar daripada penelitian yang sudah ada.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil penelitian dan pembahasan, maka bisa ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Semua sampel formula memenuhi standart minimal SNI 01-4449-2006
- Hasil karakterisasi plafond grc yang dihasilkan pada uji sifat fisis: densitas dihasilkan nilai 1,97 gr/cm³, 2,17 gr/cm³, 2,11 gr/cm³, 1,98 gr/cm³, sampel F1 persentase serat rambut 10% memiliki densitas paling tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya. Hasil nilai penyerapan air berdasarkan pengujian antara lain: F0 persentase serat rambut (0%) sebesar 10,78%, sampel F1 persentase serat rambut sebesar (10%) sebesar 10,24%, sampel F2 persentase serat rambut(15%) sebesar 10,43%, dan sampel F3 dengan persentase serat rambut sebesar (20%) sebesar 10,92%, menurut pengujian penyerapan air yang telah dilakukan formula yang paling baik terdapat pada sampel F1 dengan penyerapan air yang paling sedikit dengan persentase serat rambut 10% sebesar 10,24%. Hasil pengujian densitas dengan resapan air berbanding terbalik.
- Uji sifat mekanik: kuat lentur pada F0 persentase serat rambut (0%) sebesar 34261,92 kgf/cm², sampel F1 persentase serat rambut sebesar (10%) sebesar 37321,02 kgf/cm², sampel F2 persentase serat rambut(15%) sebesar 38544,66 kgf/cm², dan sampel yang tertinggi pada F3 dengan persentase serat rambut sebesar (20%) sebesar 39768,3 kgf/cm²

Saran

- a. Untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan campuran diatas 20% untuk mendapatkan kuat lentur optimal.
- b. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan selektif dalam memilih alat uji yang lebih baik, agar hasil penelitian yang di peroleh lebih optimal lagi.
- c. Untuk penelitian lebih lanjut dapat menambah variasi persentase substitusi limbah rambut dan limbah karbit pada plafond grc, agar dapat mengetahui kemampuan yang paling optimal.

Ucapan terima kasih

Rasa terimakasih 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

- Annissa, Safira, Ida Musfiroh, and Lina Indriati. 2019. "Perbandingan Metode Analisis Instrumen HPLC Dan UHPLC : Article Review." *Farmaka* 17 (3): 189–97.
- Makalesi, Araştırma, Kocaeli Üniversitesi, İktisadi Ve İdari, Bilimler Fakültesi, and Uluslararası İlişkiler Bölümü. 2020. "Demographic Change Analysis of the European Union and Future Projections." *Neşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi* 10 (1): 187–202.
- Saputra, Riski Dany. 2016. "Penggunaan Potongan Serat Bambu Ori Sebagai Bahan Pengganti Glassfiber Pada Pembuatan Campuran Panel Dinding Grc (Glassfiber Reinforced Cement) Terhadap Uji Kemampuan Mekanis."
- Sudarman, Daman, Dwi Kartini, R. Arief Helmi, and Rita Komala Dewi. 2022. "The Moderating Effect of Social-Media Among Managerial Capabilities and Strategic Innovations on Product Life Cycle Management and Distribution Performance." *AgBioForum* 24 (2): 83–95.
- Tjahjono, Anang, Dimas O. Anggriawan, Alfa K. Faizin, Ardyono Priyadi, Margo Pujiantara, Taufik Taufik, and Mauridhi Hery Purnomo. 2017. "Adaptive Modified Firefly Algorithm for Optimal Coordination of Overcurrent Relays." *IET Generation, Transmission and Distribution* 11 (10): 2575–85. <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2016.1563>.
- Alifianti, J., & Wardhono, A. (2019). Penggunaan serat ampas tebu sebagai bahan pengganti serat fiberglass pada pembuatan campuran plafon grc (glassfiber reforced cement) terhadap uji kuat lentur, uji kuat tekan, dan uji resapan air. 1(1)
- Chawla, K. K. (2016). Glass Fibers. *Encyclopedia of Materials: Technical Ceramics and Glasses*, 2–3, 676–680. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818542-1.02325-0>
- Hermawati, F., Sejati, W., Zaki, M., & Karista, A. J. (2022). Estimasi perbandingan pekerjaan dinding panel GRC dan bata ringan untuk partisi ruangan. *Saintek EJournal STT Pekanbaru*, 10(2). <https://doi.org/10.35583/js.v10i2.161>
- Iqbal, M. (2022). Studi potensi pemanfaatan limbah rambut manusia sebagai serat pada beton. In *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering* (Vol. 2, Issue 1)
- Irianto, S., Pramesti, R., & Yahya, A. S. (2020). Pemanfaatan limbah rambut salon sebagai serat penguat pada roof fiber glass cetak tembus sinar
- Mahyudin, A., & Randa. (2019). Pengaruh persentase serat pelepah pisang terhadap sifat fisik dan mekanik papan semen-foam agent. *Jurnal Fisika Unand*, 8(1)
- Millian, M., & Kusmartono, B. (2022). Pengaruh jenis perekat dan ukuran partikel serat pohon pisang musa acuminate pada pembuatan fiber board untuk aplikasi plafon. *Jurnal Inovasi Proses*, 7(2).
- Nurprasetyo, E., Kardiman, & Anjani, R. D. (2021). Pengaruh variasi fraksi volume filler terhadap sifat mekanik komposit rambut manusia bermatriks epoxy dengan penguat talc powder. In *Jurnal Polimesin* (Vol. 19, Issue 2).
- Syahriadi, Purnamasari, E., & Gazali, A. (2021). Pengaruh pemanfaatan limbah las karbit sebagai pengurangan bahan semen terhadap kualitas kuat tekan mortar dengan variasi proporsi yang berbeda.
- Standar Nasional Indonesia. 2006. "Papan Serat". SNI 01-4449-2006. ICS 79.060.20. Badan Standardisasi Nasional: Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 2002. "Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Batu Cetak Pasangan Dinding". SNI 03-6821-2002. ICS 91.080.30.
- Standar Nasional Indonesia. 1989. "Lembaran serat semen , Mutu dan cara uji". SNI 15-0233-1989. ICS 79.060.20.

Taufik, H., Djauhari, Z., Sebayang, M., & Muhandis, M. (2017). Pengaruh Substitusi limbah karbit terhadap karakteristik beton (Vol. 5). Ultann, F. A., Yogie, & Risdianto. (2020). Pemanfaatan limbah karbit sebagai bahan pengganti (substitusi) semen pada pembuatan beton ringan seluler (cellular lightweight concrete).