

Pengaruh Panjang Serat Pinang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan

Shelly Monica*, Alimin Mahyudin**

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

*selimnca@gmail.com, **aliminmahyudin23@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh panjang serat pinang terhadap sifat fisik dan mekanik papan beton ringan. Variasi panjang serat adalah 3 mm, 6 mm, 9 mm, 12 mm, dan 15 mm. Fraksi volume serat yaitu 2% dengan penambahan aluminium pasta 0,1%. Sifat fisik dan mekanik yang diuji meliputi densitas, kuat tekan dan kuat lentur. Penambahan serat pinang dan aluminium pasta dapat membuat papan beton menjadi lebih ringan dibandingkan dengan papan GRC komersial. Dari hasil pengujian, panjang serat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik papan beton ringan. Nilai densitas terendah diperoleh pada panjang serat 12 mm yaitu 1,66 g/cm³. Nilai kuat tekan tertinggi dimiliki sampel dengan panjang serat 9 mm yaitu 49,48 kg/cm². Kuat tekan berkurang ketika serat semakin panjang dengan nilai kuat tekan terendah pada panjang serat 15 mm yaitu 42,12 kg/cm². Nilai kuat lentur tertinggi pada variasi panjang serat 6 mm yaitu 46,8 kg/cm² dan berkurang ketika serat semakin panjang, nilai kuat lentur terendah didapat pada panjang serat 15 mm yaitu 36,90 kg/cm². Nilai densitas papan beton ringan sudah memenuhi standar GRCA dan GRC komersial namun belum memenuhi kuat tekan dan kuat lentur standar GRCA dan GRC komersial.

Kata kunci: aluminium pasta, densitas, kuat lentur, kuat tekan, serat pinang.

ABSTRACT

The research on the effect of length of areca nut fiber to the physical and mechanical properties of lightweight concrete board has been done. The fiber length was varied 3 mm, 6 mm, 9 mm, 12 mm, and 15 mm. Volume fraction of the fiber is 2% with addition 0.1% of aluminium paste. Physical and mechanical properties that were tested including density, compressive strength, and flexural strength. Addition of areca nut fiber and aluminium paste makes concrete boards become lighter compared to the commercial GRC board. Fiber length influences on physical and mechanical properties of concrete board. The lowest density values obtained at fiber length of 12 mm that is 1.66 g/cm³. Highest compressive strength at fiber length of 9 mm that is 49.48 kg/cm². Compressive strength decrease with increasing of fiber length from 49.48 kg/cm² to 42.12 kg/cm². Highest flexural strength at 6 mm fiber length that is 46.8 kg/cm² and decreases when the fiber gets longer. Lowest flexural strength at 15 mm fiber that is 36.90 kg/cm². The value of lightweight concrete board density has fulfilled the GRCA standard and GRC commercial but the compressive strength and flexural strength has not fulfilled the GRCA standard and GRC commercial value.

Keywords: aluminium paste, density, flexural strength, compressive strength, areca nut fiber

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap bahan bangunan semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang tinggi. Saat ini telah banyak diciptakan inovasi teknologi produksi bahan bangunan alternatif yang memenuhi persyaratan teknis, pengerjaan yang lebih mudah, tahan lama, dan murah seperti GRC (*Glassfiber Reinforced Concrete*). GRC terdiri dari campuran semen, pasir (agregat halus) dan air yang ditambah dengan serat kaca atau *fiberglass*. GRC dimanfaatkan sebagai dinding, plafon, partisi, dan lain-lain. Penggunaan serat kaca pada GRC menjadi perhatian saat ini, karena serat kaca memiliki harga yang mahal dan tidak terurai di dalam tanah sehingga berdampak pada lingkungan (Shiddieq, 2017). Selain itu, GRC yang beredar di pasaran memiliki densitas yang tinggi yaitu 1,9 – 2,1 g/cm³ (Bartos, 2017). Permasalahan tersebut membuat peneliti untuk merencanakan material GRC menjadi papan beton ringan menggunakan serat alam yaitu serat buah pinang dan menambah aluminium pasta untuk memperoleh densitas rendah dengan kuat tekan dan kuat lentur yang tinggi.

Serat pinang memiliki densitas 0,7 – 0,8 g/cm³ dan memiliki kandungan 58,21% selulosa, 15,42% hemiselulosa, dan 24,16% lignin (Binoj dkk., 2017) selain itu penggunaan serat pinang dapat mengurangi limbah kulit pinang. GRC Industry Group (2006)

merekomendasikan standar panjang serat yang digunakan pada GRC adalah 12 mm hingga 25 mm. Volume serat yang digunakan pada GRC umumnya kecil dari 1% dan tidak lebih dari 2% dari volume GRC (Collin, 2010).

Winda (2018) meneliti pengaruh variasi persentase serat pinang dengan penambahan aluminium pasta 0,2% dari volume dan resin epoksi terhadap sifat fisik dan mekanik papan beton ringan. Persentase serat pinang yang digunakan adalah 0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, dan 0,8%. Berdasarkan hasil penelitian, densitas terendah didapatkan pada variasi serat 0,8% yaitu $1,80 \text{ g/cm}^3$, kuat tekan dan kuat lentur tertinggi didapat pada variasi serat 0,6% yaitu $45,65 \text{ kg/cm}^2$ dan $70,29 \text{ kg/cm}^2$, namun nilai kuat tekan dan kuat lentur pada penelitian ini belum memenuhi standar GRCA dan GRC komersial.

Zuraida, dkk (2011) meneliti pengaruh variasi panjang serat terhadap sifat fisik dan mekanik diperkuat serat sabut pada komposit semen-albumen. Panjang serat yang digunakan adalah 0, 2,5 mm, 5 mm, 10 mm, dan 20 mm. Densitas mengalami penurunan ketika panjang serat bertambah dari $1,32 \text{ g/cm}^3$ hingga $0,963 \text{ g/cm}^3$. Kuat lentur tertinggi pada panjang serat 5 mm yaitu $68,47 \text{ kg/cm}^2$. Kuat lentur dengan tanpa penambahan serat memiliki nilai yang sangat rendah yaitu 12 kg/cm^2 . Kuat tekan tertinggi pada komposit tanpa penambahan serat yaitu $166,09 \text{ kg/cm}^2$, kuat tekan menjadi berkurang dengan adanya penambahan serat dengan nilai kuat tekan terendah pada panjang serat 20 mm yaitu 40 kg/cm^2 .

Penelitian mengenai pengaruh panjang serat kulit bambu terhadap sifat mekanik beton telah dilakukan oleh Ma'ruf, dkk (2015). Penelitian ini dilakukan mengikuti SNI 03-2834-2000 dengan mutu 200 kg/cm^2 . Panjang serat yang digunakan adalah 2,5 cm, 5 cm, 7,5 cm dan 10 cm. Kuat tekan tertinggi didapat pada panjang serat 2,5 cm yaitu $334,43 \text{ kg/cm}^2$, kuat tarik tertinggi yang didapatkan pada serat 2,5 cm yaitu $23,33 \text{ kg/cm}^2$, dan kuat lentur terbaik pada panjang serat 10 cm yaitu $59,91 \text{ kg/cm}^2$. Penelitian ini telah memenuhi standar SNI 03-2834-2000 untuk kuat tekan namun kuat tarik dan kuat lentur belum memenuhi standar.

Yang, dkk (2013) meneliti pengaruh serbuk aluminium terhadap densitas papan beton ringan. Persentase serbuk aluminium yang digunakan adalah 0,05%, 0,06%, 0,07%, 0,08%, 0,09%, dan 0,1%. Hasil penelitian menunjukkan densitas tertinggi pada variasi serbuk 0,05% yaitu $0,83 \text{ g/cm}^3$ dan densitas terendah pada variasi 0,1% yaitu $0,6 \text{ g/cm}^3$.

II. METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika, FMIPA Unand untuk pengujian densitas. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur dilakukan di Laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Padang. Teknik penelitian yang digunakan adalah metode *hand lay up* dengan beberapa tahapan, diantaranya :

2.1 Persiapan dan Pembuatan Sampel

Persiapan awal yang dilakukan adalah pengolahan serat pinang dengan cara mengambil serat pinang dari bagian kulit dalam buah pinang. Serat pinang dipotong dengan ukuran panjang 3 mm, 6 mm, 9 mm, 12 mm, dan 15 mm. Serat pinang kemudian diberikan perlakuan alkali dengan cara direndam dengan larutan NaOH 5% selama 2 jam. Serat pinang dibilas dengan aquades, dan dikeringkan pada suhu ruangan dan setelah kering serat siap digunakan dalam proses pembuatan sampel.

Pembuatan pasta beton dengan cara mencampurkan semen, pasir, dan air. Kemudian ditambahkan aluminium pasta sebanyak 0,1% dari volume cetakan dan diaduk hingga merata. Serat pinang sebanyak 2% dari volume cetakan kemudian disusun di atas pasta beton dengan arah *two dimensional reinforcement*. Cetakan ditutup kembali dengan pasta beton ringan hingga terisi penuh. Komposit didiamkan hingga kering selama 24 jam dan dikeluarkan dari cetakan serta ditunggu hingga 28 hari.

2.2 Pengujian dan Pengambilan Data

2.2.1 Densitas

Pengukuran densitas dilakukan dengan cara menimbang massa dan dimensi volumenya. Nilai densitas dapat dihitung menggunakan Persamaan 1:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

dengan ρ adalah massa jenis dalam satuan g/cm^3 , m adalah massa sampel dalam satuan g, v adalah volume sampel dalam satuan cm^3 .

2.2.2 Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan bahan untuk menahan gaya tekan yang diberikan terhadap penampang sampel uji yang mengakibatkan sampel tersebut hancur. Dalam pengujian kuat tekan rumus yang digunakan dengan Persamaan 2 :

$$P = \frac{F}{A} \quad (2)$$

dengan P adalah kuat tekan dalam satuan kg/cm^2 , F adalah beban retak maksimum sampel dalam satuan kg, A adalah luas permukaan sampel dalam satuan cm^2 .

2.2.3 Kuat Lentur

Kuat lentur adalah kemampuan material untuk menahan gaya lentur yang diberikan dengan arah tegak lurus terhadap penampang sampel. Untuk menentukan nilai dari kuat lenturnya digunakan Persamaan 3:

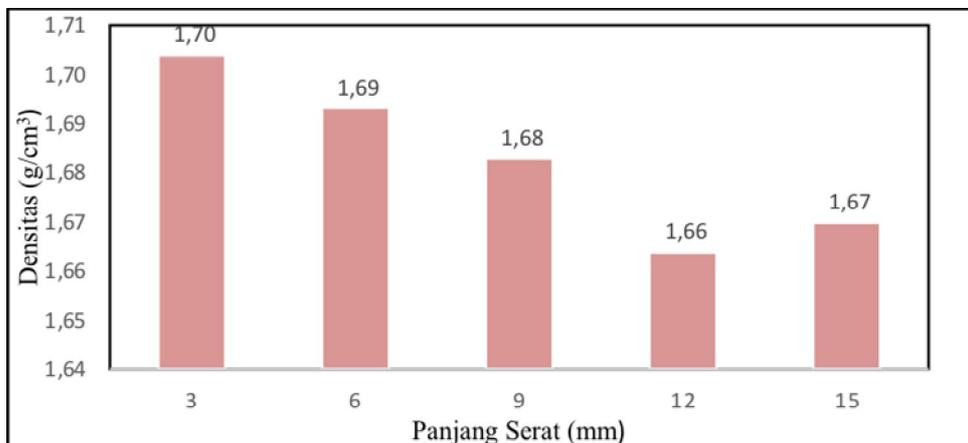
$$f_r = \frac{3BS}{2LT^2} \quad (3)$$

dengan f_r adalah kuat lentur dalam satuan kg/cm^2 , B adalah beban patah maksimum dalam satuan kg, S adalah panjang tumpuan (15 cm), L adalah lebar sampel dalam satuan cm, dan T adalah tebal sampel dalam satuan cm.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Densitas

Berdasarkan Gambar 1 terlihat densitas terendah pada variasi panjang serat 12 mm yaitu $1,66 \text{ g/cm}^3$ papan beton ringan memiliki densitas cukup rendah dibandingkan nilai densitas standar GRCA dan GRC komersial. Nilai densitas rata-rata papan GRC komersial yaitu $1,770 \text{ g/cm}^3$. Densitas yang rendah disebabkan oleh adanya penambahan aluminium pasta sebanyak 0,1% sehingga menimbulkan pori-pori atau rongga udara pada papan beton. Variasi panjang serat tidak memberikan perbedaan yang signifikan pada densitas, karena massa serat yang sama pada setiap variasi pada papan beton serta penambahan panjang pada setiap variasi yang tidak besar. Secara umum nilai densitas papan menurun seiring dengan bertambah panjang serat.

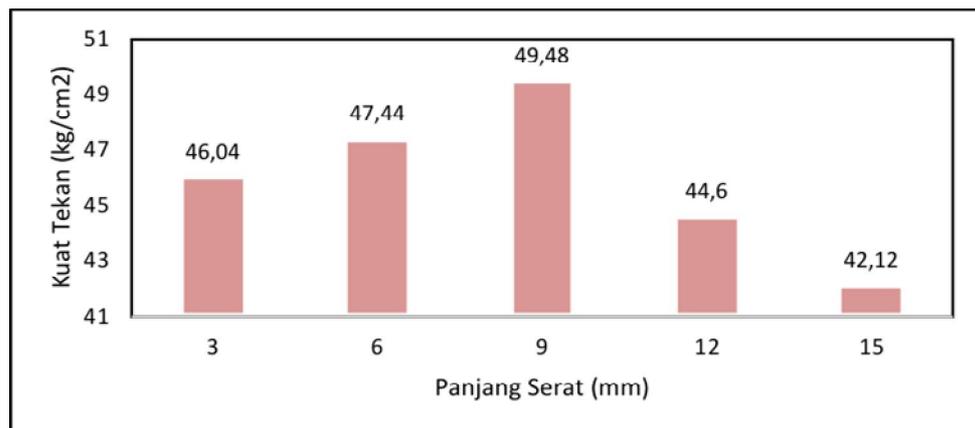


Gambar 1 Pengaruh panjang serat pinang terhadap densitas papan beton ringan

Gambar 1 menunjukkan nilai densitas menurun ketika panjang serat bertambah karena penambahan serat 12 mm dan 15 mm pada papan beton dapat mengurangi kepadatan papan beton, yang dipengaruhi oleh distribusi serat yang kurang baik sehingga menghasilkan *void* (rongga udara). Dengan volume dan massa serat yang sama dengan serat panjang, penggunaan serat 3 mm, 6 mm, dan 9 mm menghasilkan distribusi serat yang lebih baik, sehingga papan beton akan lebih padat. Kenaikan densitas pada serat 15 mm dipengaruhi oleh pengembangan papan beton ringan karena aluminium pasta sehingga menghasilkan papan beton ringan dengan densitas yang lebih tinggi. Jika dibandingkan dengan standar densitas GRC oleh GRCA (2017) yaitu $1,9 \text{ g/cm}^3 - 2,1 \text{ g/cm}^3$, nilai densitas pada penelitian ini sudah jauh lebih ringan.

3.2 Kuat Tekan

Berdasarkan Gambar 2 kuat tekan tertinggi papan beton ringan didapat pada variasi panjang serat 9 mm yaitu $49,48 \text{ kg/cm}^2$ dan menurun pada panjang serat 12 mm dan 15 mm dengan kuat tekan terendah $42,12 \text{ kg/cm}^2$. Pada serat 3 mm dan 6 mm, serat menyebabkan semen mengalami proses hidrasi lebih cepat akibatnya kekuatan bahan menjadi berkurang (Asasutjarit dkk., 2007). Jika serat yang digunakan pendek, maka energi serat untuk menahan beban menjadi rendah sehingga ketika diberi beban yang kontinu, serat tidak dapat menahan berkurangnya kekuatan bahan. Selain itu semakin panjang serat maka semakin tinggi penyerapan air oleh serat sehingga meningkatkan ruang kosong (*void*) pada bahan dan berakibat berkurangnya kemampuan bahan menahan beban yang diberikan.



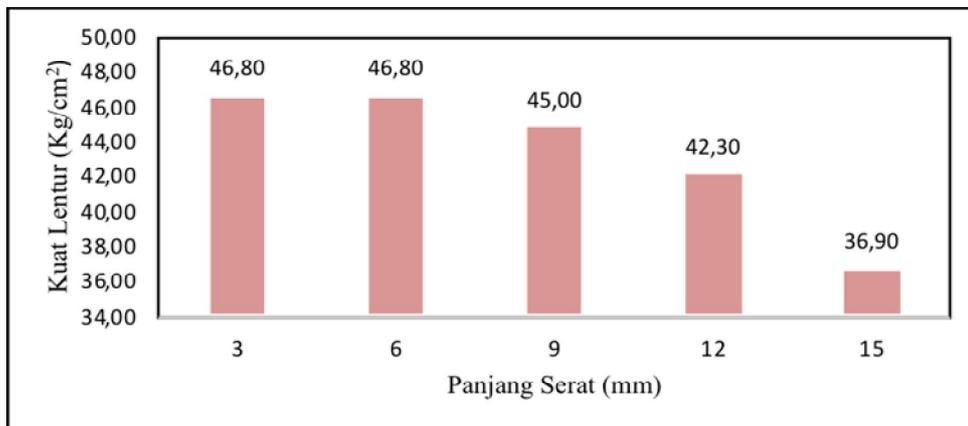
Gambar 2 Pengaruh panjang serat pinang terhadap kuat tekan papan beton ringan

Jika dibandingkan dengan kuat tekan papan GRC komersial yaitu $189,9 \text{ kg/cm}^2$, nilai kuat tekan yang didapatkan masih rendah. Sedangkan jika dibandingkan dengan standar kuat tekan oleh GRCA yaitu $509,8 \text{ kg/cm}^2$ hingga $815,7 \text{ kg/cm}^2$, nilai kuat tekan yang didapatkan sangat jauh dari standar GRCA. Masih jauhnya nilai kuat tekan yang didapatkan dari standar juga dapat diakibatkan oleh diameter serat yang tidak seragam sehingga *mechanical bonding* dan *electrostatic bonding* pada material papan beton ringan menjadi berkurang.

3.3 Kuat Lentur

Berdasarkan Gambar 3 nilai kuat lentur tertinggi didapat pada variasi panjang serat 3 mm dan 6 mm yaitu $46,8 \text{ kg/cm}^2$. Nilai kuat lentur menurun seiring dengan penambahan panjang serat dengan nilai kuat lentur terendah adalah $36,9 \text{ kg/cm}^2$ pada panjang serat 15 mm. Nilai maksimal pada variasi panjang serat 6 mm menunjukkan adanya ikatan yang baik antara matriks dengan serat. Sedangkan pada serat 15 mm terjadi penurunan yang cukup tinggi hal ini diakibatkan oleh ikatan antara serat dan matriks menurun karena fraksi volume 2% pada serat 15 mm menghasilkan distribusi serat yang tidak merata dan terjadi penumpukan serat. Penumpukan serat dapat memperbesar ruang *void* yang dapat melemahkan sifat mekanik papan beton ringan, selain itu fleksibilitas serat akan berkurang ketika serat yang digunakan semakin panjang. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Zuraida, dkk (2011) bahwa terjadi penurunan kekuatan lentur pada penggunaan serat 10 mm dan 20 mm. Li, dkk (2007) menjelaskan bahwa serat pendek pada campuran beton menghasilkan kuat lentur yang lebih tinggi dibanding serat

panjang hal ini dikaitkan dengan serat alam yang panjang tidak dapat diluruskan di campuran beton sehingga beban yang diberikan tidak bisa ditahan dengan maksimal oleh serat.



Gambar 3 Pengaruh panjang serat pinang terhadap kuat lentur papan beton ringan

Papan GRC yang dijual di pasaran memiliki kuat lentur rata-rata 114 kg/cm² dan pada standar GRCA kuat lentur GRC adalah 203,9 kg/cm² hingga 305,9 kg/cm². Papan beton ringan pada penelitian ini memiliki kuat lentur yang masih jauh dibawah papan GRC yang beredar di Indonesia dan GRC standar internasional.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan maksimal didapatkan pada variasi panjang serat 9 mm yaitu 49,48 kg/cm² dan nilai kuat lentur maksimal didapatkan pada variasi panjang serat 6 mm yaitu 46,8 kg/cm². Densitas terendah papan beton ringan didapat pada variasi panjang serat 12 mm yaitu 1,66 g/cm³. Nilai densitas papan beton ringan sudah memenuhi standar GRCA dan telah lebih ringan dari nilai densitas GRC komersial, namun nilai kuat tekan dan kuat lentur masih jauh dibawah standar GRCA dan GRC komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Asasutjarit, C., Hirunlabh, J., Khedari, J., Charoenvai, S., Zeghmami, B., dan Cheulshin, U., "Development of Coconut Coir-Based Lightweight Cement Board", *Journal of Construction and Building Materials*, **21**, 277-288 (2007).
- Bartos, P.J.M., "Glassfiber Reinforced Concrete: A Review", *IOP Conference Series: Material Science and Engineering*, **246** (2017).
- Binoj, J.S., Raj, R.E., Sreenivasan, V.S., dan Thusnavis, G.R., "Morphological Physical, Mechanical, Chemical and Thermal Characterization of Sustainable Indian Areca Fruit Husk Fibers as Potential Alternate for Hazardous Synthetic Fibers", *Journal of Bionic Engineering*, **13**, 156-165 (2016).
- Collin, D. Johnston., *Fiber Reinforced Cements and Concretes (Advance in Concrete Technology)* (Gordon and Breach, USA, 2010).
- Li, Z., Wang, L. dan Wang, X.A., "Cement Composites Reinforced with Surface Modified Coir Fiber", *Journal of Composite Materials*, **41**, 1445-1456 (2007).
- Ma'ruf., Ismeddiyanto., dan Kurniawandy, A., "Pengaruh Panjang Serat Kulit Bambu terhadap Sifat Mekanik Beton", *Jom FTEKNIK*, **2**, 1-7 (2015).
- Shiddieq, A.S., "Penggunaan Limbah Serabut Kelapa Sebagai Pengganti Serat Fiber pada Pembuatan Panel Dinding *Glassfiber Reinforced Cement*", *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, **3**, 248-259 (2017).
- The International Glassfiber Reinforced Concrete Association (GRCA)., *Practical Design Guide for Glassfiber Reinforced Concrete (GRC)* (The International Glassfiber Reinforced Concrete Association (GRCA), United Kingdom, 2017).

- Winda, I.F., “Pengaruh Persentase Serat Sabut Pinang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Resin Epoksi”, Skripsi S1, Universitas Andalas, 2018.
- Yang, L., Yan, Y., dan Hu, Z., “Utilization of Phosphogypsum for the Preparation of Non Autoclaved Aerated Concrete”, *Construction and Building Materials*, **44**, 600-606 (2013).
- Zuraida, A., Norshahida, S., Sopyan, I., dan Zahurin, A., “Effect of Fiber Length Variations on Mechanical dan Physical Properties of Coir Fiber Reinforced Cement-Albumen Composite (CRFCC)”, *IJUM Engineering Journal*, **12**, 65-77 (2011).