

Pengaruh Persentase Serat Plastik Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Beton Ringan

Rasyid Ridho*, Alimin Mahyudin

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 16 November 2021

Direvisi: 22 Desember 2021

Diterima: 05 Januari 2022

Kata kunci:

Daya serap air

Densitas

Kuat lentur

Kuat tekan

Papan beton

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan persentase serat plastik terhadap sifat fisis dan mekanik papan beton ringan. Persentase serat plastik yang digunakan adalah 0%, 2%, 3%, 4%, 5% dan 6%. Sifat fisis dan mekanis yang diuji berupa densitas, daya serap air, kuat tekan dan kuat lentur. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai densitas dan daya serap terendah didapatkan pada sampel dengan variasi serat plastik 6% yaitu sebesar 1,58 g/cm³ dan 11,40%. Kuat tekan dan kuat lentur mengalami peningkatan seiring meningkatnya persentase penambahan serat plastik hingga didapatkan kuat tekan maksimum pada penggunaan 4% serat plastik yaitu sebesar 59,20 kg/cm², sedangkan nilai kuat lentur maksimum yaitu 49,50 kg/cm² pada penggunaan persentase serat plastik 4%. Kuat tekan dan kuat lentur kemudian mengalami penurunan pada penggunaan serat sebesar 5% dan 6%. Hal ini disebabkan karena ikatan mortar dan serat berkurang akibat volume serat plastik terlalu besar. Persentase terbaik didapatkan pada penggunaan serat plastik sebesar 4%, karena pada penggunaan serat plastik sebesar 4% didapatkan kuat tekan dan kuat lentur maksimum selain itu densitas dan daya serap air sudah memenuhi standar SNI maupun GRC.

Keywords:

Water absorptio

Density

Compressive strength

Flexural streth

Concrete board

Penulis Korespondensi:

Rasyid Ridho

Email: rasyidridho489@gmail.com

Research has been carried out on the effects of adding plastic fibers to lightweight concrete boards on their physical and mechanical properties. The percentages of plastic fibers used were 0%, 2%, 3%, 4%, 5% and 6%. Physical and mechanical properties tested included density, water absorption, compressive strength, and flexural strength. According to research, samples with 6% plastic fiber changes had the lowest density and absorption values, namely 1.58 g/cm³ and 11.40% respectively. The compressive and flexural strengths increased as the percentage of plastic fibers added increased, until the maximum compressive strength of 59.20 kg/cm² was achieved at a percentage of plastic fibers of 4 percent, and the maximum flexural strength of 49.50 kg/cm² was achieved at a percentage of plastic fibers of 4 percent. The compressive and flexural strengths of the concrete were lowered by 5% and 6%, respectively, when fiber was used. This was attributed to a reduction in the binding between the concrete due to the use of too much plastic and a lower mortar percentage. The best percentage was identified in the usage of plastic fiber of 4%, because using plastic fiber of 4% resulted in maximum compressive and flexural strength, as well as density and water absorption capacity that met SNI and GRC specifications.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Sampah merupakan bahan yang terbuang atau dibuang dari hasil aktifitas manusia maupun proses alam yang belum memiliki nilai ekonomi (Kahfi, 2017). Sampah terbagi menjadi dua yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik adalah sampah yang dapat mengalami pembusukan dan pelapukan sehingga dapat berguna sebagai pupuk bila ditangani dengan baik. Sampah anorganik adalah sampah yang berasal dari sisa manusia yang sulit untuk diurai oleh bakteri, sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk dapat diuraikan (Taufiq, 2015).

Berdasarkan laporan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Siti Nurbaya, produksi sampah di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 67,8 juta ton melebihi produksi rata-rata sampah pertahunnya yaitu 64 juta ton pertahun dan akan terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah penduduk. Selanjutnya, Ia juga mengatakan bahwa sampah yang dihasilkan didominasi oleh sampah organik yaitu sebesar 60 % dan 40 % sampah anorganik (Nurchahyo dkk., 2020)

Berbeda dari sampah organik, sampah anorganik sulit terurai secara alami, sehingga apabila dibiarkan akan terjadi penumpukan sampah yang dapat menimbulkan berbagai macam penyakit dan pencemaran lingkungan seperti pencemaran air dan pencemaran tanah (Purwaningrum, 2016). Sampah anorganik didominasi oleh sampah plastik, hal ini dikarenakan plastik sudah menjadi kebutuhan sehari-hari dan metode untuk mendaur ulang plastik masih minim. Untuk itu diperlukan cara untuk menanggulangi permasalahan tersebut. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menanggulangi penumpukan sampah plastik yaitu dengan memanfaatkannya kembali menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat seperti kerajinan, tempat penyimpanan dan berbagai produk lainnya, namun cara seperti ini belum mampu untuk mengurangi dampak plastik. Oleh karena itu diperlukan metode lain agar sampah plastik dapat diolah secara masal, memiliki fungsi untuk jangka panjang dan bahkan dapat menggantikan fungsi dari material lainnya. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu dengan mengkompositkan sampah plastik kedalam papan beton ringan sebagai serat.

Komposit merupakan campuran dari dua atau lebih material yang digabungkan pada tingkat makroskopis dan tidak melarutkan satu sama lain. Komposit bertujuan untuk menghasilkan material agar memenuhi suatu standar atau penggunaan yang lebih efisien. Material komposit banyak digunakan pada berbagai macam produk, seperti paving blok, plafon, papan beton ringan, Pembuatan jembatan dan lain sebagainya. Komposit terdiri dari dua penyusun utama yaitu matriks dan *filler* (pengisi). *Filler* terbagi menjadi bahan alami dan bahan sintetis. Bahan alami merupakan bahan yang berasal dari tumbuhan maupun hewan contohnya serat sabut pinang (Olanda and Mahyudin, 2013), serat daun nanas (Hakim, 2019), serat tebu (Ayu, 2015) dan lain sebagainya. Bahan sintetis adalah bahan yang sengaja dibuat baik dari proses kimia maupun fisika contohnya serat kaca, serat botol plastik (Pradana, 2019), agregat plastik HDPE (Al Fajr and Setiawan, 2019) dan lain sebagainya.

Pengaplikasian komposit yang sering dilakukan salah satunya yaitu komposit pada bahan bangunan. Salah satu bahan bangunan alternatif yang sering digunakan dan praktis dalam penggunaannya yaitu GRC. GRC (Glassfiber Reinforced Concrete) merupakan papan beton ringan yang memiliki serat kaca sebagai penguat. GRC digunakan sebagai pilihan pengganti papan gipsium karena GRC memiliki sifat tahan lama, lebih kuat dan lebih tahan terhadap kelembaban. Namun dibalik kelebihanannya suatu material juga memiliki kekurangan. Serat kaca pada papan beton ringan akan menghasilkan produk dengan harga yang mahal dan menghasilkan papan beton dengan densitas yang tinggi yaitu 1,9 - 2,1 g/cm³ (Bartos, 2017). Selain mahal dan densitas tinggi, serat kaca pada GRC tidak dapat terurai secara alami sehingga akan menyebabkan masalah baru bagi lingkungan setelah habis masa pakainya.

Salah satu pilihan pengganti serat kaca pada GRC yaitu dengan mendaur ulang plastik menjadi serat. Menggunakan plastik sebagai serat pada papan beton ringan dapat menjadi metode lain untuk mendaur ulang plastik, sehingga diharapkan mampu mengurangi dampak plastik. Selain dapat mengurangi dampak plastik pada lingkungan, penggunaan plastik pada papan beton ringan diharapkan mampu menurunkan densitas papan beton ringan, karena plastik memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan serat kaca yaitu antara 0,91 - 0,94 g/cm³. Berdasarkan uraian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan serat plastik pada papan beton ringan. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan mutu papan beton ringan yang lebih baik, baik dari segi densitas, daya serap air, kuat tekan dan kuat lentur.

II. METODE

2.1 Persiapan dan Teknik Penelitian

Pasir digiling, kemudian diayak menggunakan ayakan 100mesh agar didapatkan ukuran pasir yang lebih halus. Setelah itu mortar dibuat menggunakan perbandingan semen : pasir : air dengan perbandingan berturut-turut 1 : 2 : 0,4. Alumunium pasta ditimbang menggunakan neraca digital dengan perbandingan 0,3% dari volume cetakan, kemudian dicampurkan ke dalam mortar dan diaduk hingga rata. Mortar yang sudah diberi tambahan alumunium pasta kemudian dimasukkan kedalam cetakan dan diberi tambahan serat plastik dengan variasi 2%, 3%, 4%, 5% dan 6%. Cetakan yang digunakan berukuran 5 cm * 5 cm * 1 cm dan 20 cm * 5 cm * 1 cm dengan jumlah sampel sebanyak 45 buah. Sampel dengan ukuran 5 cm * 5 cm * 1 cm digunakan untuk uji densitas, daya serap air dan kuat tekan, sedangkan sampel dengan ukuran 20cm * 5 cm * 1 cm digunakan untuk uji kuat lentur. Setelah 24 jam sampel dilepas dari cetakan dan didiamkan selama 28 hari pada suhu ruang. Beton didiamkan selama 28 hari bertujuan agar didapatkan kuat tekan beton maksimum, karena kekuatan maksimum beton didapatkan setelah 28 hari. Setelah didiamkan selama 28 hari sampel siap dilakukan pengujian berupa uji densitas, daya serap air, kuat tekan dan kuat lentur.

2.2 Teknik pengujian

2.2.1 Pengujian densitas

Densitas didapatkan dengan cara mengukur massa kering beton dalam satuan g dan menghitung volume beton dalam satuan cm³. Pengujian densitas dilakukan menggunakan sampel dengan keadaan kering sehingga massa yang didapatkan hanya massa komposit. Kemudian penghitungan densitas dapat dilakukan menggunakan Persamaan (1) untuk mendapatkan nilai densitas.

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

Dengan ρ merupakan densitas, m adalah massa kering dari beton dan v adalah volume beton.

2.2.2 Daya serap air

Pengujian daya serap dilakukan dengan cara mengukur massa beton saat keadaan kering. Setelah diukur massa keringnya beton direndam kedalam air selama 24 jam hingga sampel tidak dapat menyerap air lagi. Lalu sampel dikeluarkan dari rendaman dan air yang menetes pada beton dilap kemudian massa beton langsung diukur. kemudian dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (2) untuk mendapat nilai daya serap air.

$$\text{dayaserapair} = \frac{m_b - m_a}{m_a} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan m_b merupakan massa saat air sudah mengalami massa jenuh dan m_a massa awal atau massa kering beton.

2.2.3 Kuat Tekan

Sampel diuji menggunakan mesin UTM dengan meletakkan sampel pada tumpuan. Sampel uji kemudian diberikan beban tegak lurus terhadap beton dengan kecepatan 2 mm/menit. Seiring diberikan beban papan beton akan mengalami retak dan beban yang diberikan dicatat sebagai nilai P_r . kemudian nilai kuat beton dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$fc = \frac{P_r}{A} \quad (3)$$

Dengan fc merupakan kuat tekan, p_r merupakan beban atau gaya maksimum yang diterima sampel dan A merupakan luas permukaan sampel.

2.2.4 Pengujian kuat lentur

Sampel diuji menggunakan UTM dengan meletakkan sampel pada tumpuan dengan jarak 15cm. Kemudian sampel diberikan beban pada bagian pusat sampel uji dengan kecepatan 10 mm/menit. Setelah mengalami fraktur (patah) beban pada papan dicatat sebagai nilai p . Setelah itu dilakukan pengukuran nilai kuat lentur menggunakan Persamaan (4).

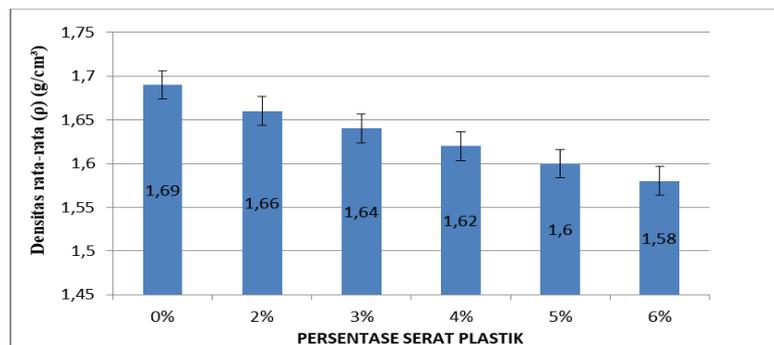
$$f_r = \frac{3pl}{2bd^2} \tag{4}$$

Dengan f_r merupakan kuat lentur material, p merupakan gaya atau beban yang diberikan, l merupakan panjang tumpuan, b merupakan lebar sampel dan d merupakan tebal sampel.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Densitas

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan maka nilai densitas papan beton ringan berserat plastik dapat dilihat pada Gambar 1. Nilai densitas tertinggi terdapat pada papan beton ringan dengan variasi serat plastik 0% yaitu sebesar 1,69 g/cm³. Sedangkan densitas terkecil didapatkan pada papan beton ringan dengan variasi serat plastik 6% yaitu sebesar 1,58 g/cm³.

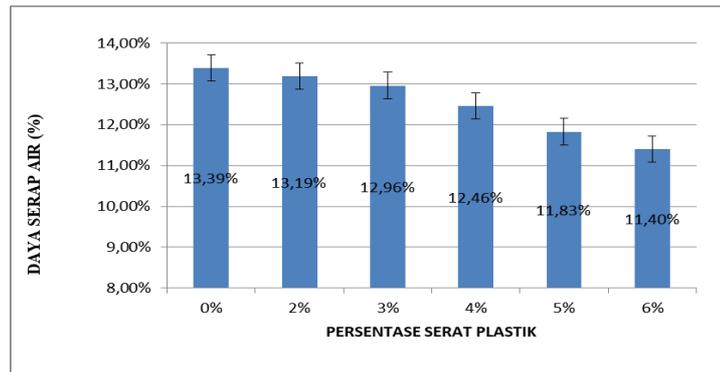


Gambar 1 Pengaruh pemberian serat plastik terhadap densitas papan beton ringan.

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa densitas keseluruhan sample sudah memenuhi standar SNI 03-2015-2006 dan standar GRC yaitu lebih rendah dari 1,9 g/cm³. Peningkatan persentase penggunaan serat plastik dapat mengurangi densitas beton yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena densitas plastik lebih ringan dibandingkan beton itu sendiri, plastik memiliki densitas 0,91-0,94 g/cm³ sedangkan beton memiliki massa jenis 2,2 g/cm³. Densitas juga dipengaruhi oleh penambahan zat aditif, zat aditif yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa alumunium pasta. Penggunaan zat aditif bertujuan agar beton yang dihasilkan lebih kembang dan berongga sehingga densitas beton yang dihasilkan lebih rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Haygreen dan Bowyer (1996) yang mengatakan bahwa sifat fisis maupun mekanis sampel dipengaruhi oleh porositas atau rongga yang terdapat pada sampel.

3.2 Daya Serap Air

Daya serap air merupakan kemampuan beton ringan untuk menyerap air. Papan beton ringan yang diharapkan, yaitu papan beton yang memiliki daya serap rendah. Kemampuan beton untuk menyerap air dipengaruhi oleh bahan dan rongga pada beton baik yang disebabkan pada proses pembuatan maupun pemberian zat aditif pada papan beton ringan seperti alumunium pasta, foam agen dan lainnya. Berdasarkan hasil pengujian sampel dan perhitungan data, maka didapatkan hasil uji seperti pada Gambar 2.



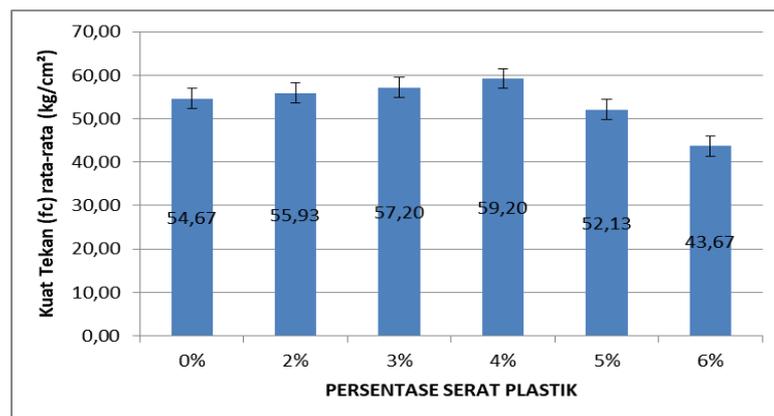
Gambar 2 Pengaruh pemberian serat plastik terhadap daya serap air papan beton ringan.

Dapat disimpulkan dari Gambar 2 bahwa semakin besar variasi persentase serat plastik yang diberikan akan semakin rendah daya serap air. Hal ini disebabkan karena plastik merupakan bahan yang tidak dapat menyerap air, sehingga dengan menambahkan serat plastik akan mempengaruhi daya serap air pada sampel. Kemampuan daya serap air terendah didapatkan pada sampel dengan persentase serat 6% yaitu sebesar 11,40 %, sedangkan daya serap air terbesar didapatkan pada sampel dengan persentase serat 0% yaitu sebesar 13,39%. Jika dibandingkan dengan standar SNI 03-3449-2006 dan standar oleh GRCA maka semua sampel papan beton ringan yang diuji sudah memasuki kriteria yaitu standar SNI dibawah 14% sedangkan standar GRCA dibawah 19%.

Pemberian aluminium pasta atau zat aditif juga dapat mempengaruhi daya serap air sampel, karena dengan adanya rongga pada sampel akan meningkatkan kemampuan beton untuk menyimpan air. Rongga pada beton disebut juga dengan porositas, sehingga dapat disimpulkan bahwa porositas berbanding lurus dengan daya serap air.

3.3 Kuat Tekan

Kuat tekan menunjukkan kemampuan papan beton untuk menahan beban hingga retak atau hancur. Papan beton ringan yang diharapkan yaitu yang memiliki kuat tekan yang tinggi. Nilai kuat tekan rata-rata didapatkan setelah melakukan pengujian pada sampel dan perhitungan menggunakan Persamaan 3 dapat dilihat pada Gambar 3. Data kuat tekan dari sampel yang diuji berkisar antara 43,67 kg/cm² sampai 59,20 kg/cm².



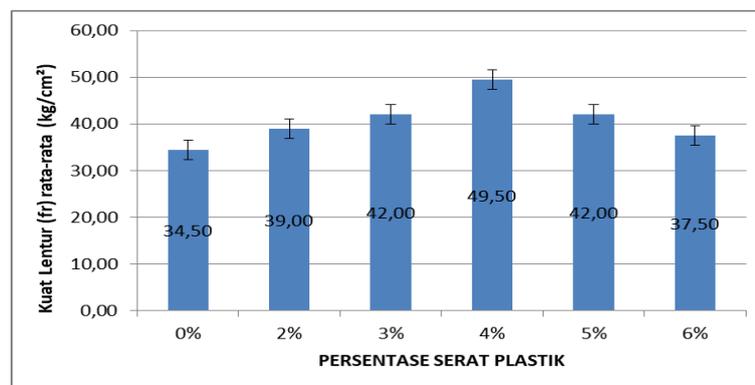
Gambar 3 Pengaruh pemberian serat plastik terhadap kuat tekan papan beton ringan.

Dapat dilihat berdasarkan Gambar 3 seiring bertambahnya serat plastik yang diberikan pada sampel kuat tekan pada papan beton ringan mengalami kenaikan, namun mengalami penurunan yang cukup drastis pada sampel dengan penggunaan plastik 5% dan 6%. Hal ini disebabkan oleh penambahan serat plastik yang melebihi batas maksimum yang menyebabkan ruang kosong pada ikatan matriks meningkat, sehingga menyebabkan kuat tekan menurun. Penyusunan serat secara acak juga mempengaruhi ikatan matriks yang berakibat beton yang dihasilkan akan lebih rapuh dan memperlemah ikatan antar matriks.

Jika dibandingkan dengan standar SNI 03-3449-2002 dan GRC yaitu sekitar 68,9-172,4 kg/cm² nilai yang didapatkan belum memenuhi standar, namun pada percobaan ini dapat dibuktikan bahwa penggunaan serat plastik pada papan beton ringan memiliki pengaruh yang cukup tinggi. Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa sampel dengan serat plastik 2 – 4% memiliki nilai kuat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan sampel yang tidak menggunakan serat plastik. Hal ini membuktikan hipotesis awal bahwa kekakuan plastik yang dibentuk menjadi serat dapat membantu meningkatkan kuat tekan pada papan beton ringan, meskipun nilai uji yang didapatkan belum memenuhi standar SNI 03-3449-2002 dan GRC.

3.4 Kuat Lentur

Kuat lentur menunjukkan beban maksimum yang dapat diterima oleh sampel dalam arah tegak lurus. Nilai kuat lentur rata-rata didapatkan setelah melakukan pengujian pada sampel dan perhitungan menggunakan Persamaan 4. Sampel yang digunakan pada pengujian ini memiliki volume 100cm³ berbeda dengan pengujian sebelumnya yang menggunakan sampel dengan volume 25cm². Hasil dari pengujian dan perhitungan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Pengaruh pemberian serat plastik terhadap kuat lentur papan beton ringan.

Pemberian serat plastik memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap naiknya nilai kuat lentur pada papan beton ringan. Dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa kuat lentur rata-rata tertinggi didapatkan pada penggunaan serat plastik 4% sebesar 49,50 kg/cm² sedangkan kuat lentur rata-rata terendah didapatkan pada sampel tanpa penggunaan serat dengan nilai 34,50 kg/cm². Nilai kuat lentur rata-rata mengalami peningkatan seiring ditambahkan serat plastik pada papan beton ringan, kemudian mengalami penurunan pada penggunaan serat plastik 5% dan 6%. Hal ini disebabkan oleh penambahan serat plastik yang melebihi batas maksimum yang menyebabkan ruang kosong pada ikatan matriks, sehingga menyebabkan kuat lentur tidak optimum. Keadaan ini sesuai dengan pernyataan Haygreen dan Bowyer (1996) bahwa densitas dipengaruhi oleh proporsi ruang kosong dan akan mempengaruhi sifat fisis dan mekanis sampel yang diuji.

Nilai kuat lentur rata-rata dari sampel yang didapatkan yaitu antara 34,50-49,50 kg/cm². Nilai ini jauh lebih baik dibandingkan nilai kuat lentur standar SNI 03-2104-1991 yaitu sebesar 17 kg/cm², namun nilai yang didapatkan masih lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai kuat lentur GRC yaitu sebesar 187,5 kg/cm². Hal ini diperkirakan disebabkan oleh serat yang digunakan terlalu pendek sehingga tekanan yang diterima oleh beton tidak terbagi rata, selain itu metode penyusunan serat secara acak dapat menyebabkan ikatan antar beton tidak maksimal.

IV. KESIMPULAN

Papan beton ringan dengan serat plastik 6% mampu menghasilkan nilai densitas dan daya serap air terendah yaitu sebesar 1,58 g/cm³ dan 11,40%. Densitas seluruh sampel sudah memenuhi standar SNI 03-2015-2006 dan standar GRC yaitu sebesar 0,8-2,1 g/cm³. Daya serap air seluruh sampel juga sudah memenuhi standar, yaitu standar SNI 03-3449-2002 sebesar 14% dan standar GRC sebesar 19%. Sampel papan beton dengan serat plastik mampu menghasilkan densitas dan daya serap air yang lebih rendah dibanding dengan sampel papan beton tanpa serat plastik. Nilai kuat tekan maksimum didapatkan pada penggunaan serat plastik 4% dengan nilai sebesar 59,20 kg/cm². Nilai kuat tekan maksimum yang didapatkan dari sampel belum memenuhi standar SNI 03-3449-2002 dan

standar GRC yaitu sebesar 68,9-172,4 kg/cm². Kuat lentur maksimum didapatkan pada penggunaan serat plastik 4% yaitu sebesar 49,50 kg/cm². Kuat lentur seluruh sampel sudah memenuhi standar SNI 03-2104-1991 yaitu sebesar 17 kg/cm², namun belum memenuhi standar GRC yaitu sebesar 187,5 kg/cm². Penggunaan serat plastik pada papan beton ringan mampu menghasilkan kuat tekan dan kuat lentur yang lebih baik dibandingkan dengan sampel yang tidak menggunakan serat plastik. Penggunaan serat plastik yang terlalu banyak pada beton dapat menyebabkan turunnya kekuatan dan kelenturan beton. Hal ini disebabkan karena semakin besar volume serat plastik yang digunakan akan semakin besar kemungkinan cacat pada ikatan beton. Penggunaan alumunium pasta dapat mempengaruhi nilai densitas, daya serap air, kuat tekan dan kuat lentur pada beton ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Fajr, M. A., dan Setiawan, A. A. (2019), 'Penggunaan Material Limbah High Density Polyethylene (Hdpe) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton'. Widyakala: Journal Of Pembangunan Jaya University, 6, 6–11.
- Ayu, S. R. (2015) 'Pengaruh Substitusi Agregat Kasar Dengan Serat Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton K-350 Dengan Menggunakan Semen Portland Tipe I Dan Semen Portland Komposit (Pcc)', UPT. Perpustakaan Unand.
- Bartos, P. J. M. (2017) 'Glassfibre reinforced concrete: a review', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 246(1), 12002.
- Hakim, A. (2019) 'Pengaruh Fraksi Volume Serat Daun Nanas Pada Komposit Dengan Pengujian Impak', University of Muhammadiyah Malang.
- Kahfi, A. (2017) 'Tinjauan terhadap pengelolaan sampah', *Jurisprudentie: Jurusan Ilmu Hukum Fakultas Syariah Dan Hukum*, 4(1), 12–25.
- Monica, S., dan Mahyudin, A. (2018) 'Pengaruh Panjang Serat Pinang Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan', *Jurnal Fisika Unand*, 7(3), 222–227.
- Nurchahyo, R., Adiputra, I., & Pangestu, F. (2020) 'Inovasi Alarm dan Kedisiplinan Masyarakat dalam Manajemen Pembuangan Sampah Rumah Tangga di Perkotaan', *Amalee: Indonesian Journal of Community Research and Engagement*, 1(2), 149–157.
- Olanda, S., dan Mahyudin, A. (2013) 'Pengaruh Penambahan Serat Pinang (Areca Catechu L. Fiber) Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Fisis Bahan Campuran Semen Gypsum', *Jurnal Fisika Unand*, 2(2).
- Pradana, Y. T. (2019) 'Analisa Pengaruh Campuran Serat Plastik Sebagai Material Beton Ringan', Universitas Medan Area.
- Purwaningrum, P. (2016) 'Upaya mengurangi timbulan sampah plastik di lingkungan', *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141–147.
- Taufiq, A. (2015) 'Sosialisasi sampah organik dan non organik serta pelatihan kreasi sampah', *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 4(01), 68–73.