

Pengaruh Komposisi Serat Sabut Kelapa dan Pinang terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan dengan *Fly Ash* sebagai *Filler*

Fajar Anugrah*, 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: 17 September 2021

Direvisi: 25 Oktober 2021

Diterima: 23 November 2021

Kata kunci:

fly ash

papan beton ringan

serat sabut kelapa

serat pinang

Keywords:

fly ash

lightweight concrete board

coconut fiber

areca fiber

Penulis Korespondensi:

Fajar Anugrah

Email: fanugrah080@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh komposisi serat sabut kelapa dan pinang terhadap sifat fisik dan mekanik papan beton ringan dengan *fly ash* sebagai *filler*. Serat diberikan sebanyak 2% dari volume cetakan dengan variasi serat kelapa 0,2%; 0,7%; 1,2%; 1,7% dan serat pinang 1,8%; 1,3%; 0,8%; 0,3%. Sifat fisik dan mekanik yang diuji meliputi densitas, daya serap air, porositas, kuat tekan dan kuat lentur. Penambahan serat sabut kelapa dan serat pinang dapat membuat sampel papan beton lebih ringan dibandingkan papan beton ringan yang ada di pasaran. Densitas terendah didapatkan pada sampel 0,3% serat pinang sebesar 1,50 g/cm³. Namun, sampel 0,3% serat pinang memiliki porositas tertinggi yaitu sebesar 30,64%. *Fly ash* dengan serat kelapa dan pinang mampu menambah kuat tekan serta kuat lentur dari sampel papan beton ringan. Kuat tekan lebih baik bila salah satu serat jauh lebih dominan seperti pada sampel dengan 0,3% serat pinang yang dominan serat sabut kelapa dengan nilai kuat tekan 79,3 kg/cm². Sementara itu, untuk kuat lentur tertinggi didapatkan pada sampel dengan 0,8% serat pinang yaitu 60 kg/cm². Densitas dan kuat tekan dari sampel papan beton ringan sudah memenuhi SNI sedangkan porositas dan kuat lentur sampel belum memenuhi standar.

Research on the effect of the composition of coco fiber and areca nut on the physical and mechanical properties of lightweight concrete boards with fly ash as filler has been carried out. Fiber was given as much as 2% of the volume of the mold with a variation of 0.2% coconut fiber; 0.7%; 1.2%; 1.7% and 1.8% areca nut; 1.3%; 0.8%; 0.3%. The measured physical and mechanical properties included density, water absorption, porosity, compressive strength and flexural strength. The addition of coconut fiber and areca fiber can make the concrete board sample lighter than the market available - lightweight concrete boards. The lowest density in the sample of 0.3% areca nut fiber of 1.50 g/cm³. However, the 0.3% areca nut fiber sample had the highest porosity, which was 30.64%. Fly ash with coconut fiber and areca nut is able to increase the compressive strength and flexural strength of the lightweight concrete board sample. The compressive strength is better if one of the fibers is much more dominant as in the sample with 0.3% areca nut fiber which is dominantly coco fiber with a compressive strength value of 79.3 kg/cm². Meanwhile, for the flexural strength the largest value was obtained in the sample with 0.8% areca fiber, which was 60 kg/cm². The density and compressive strength of the lightweight concrete board sample have met SNI while the porosity and flexural strength of the sample have not met the standard.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bangunan meningkat seiring dengan tingginya pertumbuhan penduduk. Bahan bangunan yang digunakan harus memiliki kelebihan dari segi ketahanan dalam penggunaannya. Beton merupakan salah satu bahan yang sering digunakan karena kuat tekannya yang cukup tinggi, bisa dibentuk sesuai keinginan dan dapat dikombinasikan dengan bahan lainnya (Zulkifly *et al.*, 2013). Salah satu bentuk olahan beton yang biasanya digunakan sebagai pertisi bangunan dan langit-langit rumah adalah papan beton ringan. Papan beton ringan adalah papan beton yang mengandung agregat ringan dan memiliki densitas kecil dari $1,9 \text{ g/cm}^3$. Produk papan beton ringan yang banyak beredar di pasaran yaitu GRC (*Glassfiber Reinforced Cement*). GRC memiliki kelemahan yaitu harganya yang cukup mahal dan serat kaca yang digunakan sebagai penguat sulit terurai ditanah sehingga berdampak pada lingkungan. Kelemahan yang dimiliki GRC dapat diatasi dengan membuat papan beton ringan dengan bahan tambahan serat alam.

Serat alam yang digunakan pada penelitian ini ada dua yaitu serat sabut kelapa dan serat pinang. Serat sabut kelapa memiliki kandungan lignin lebih tinggi dibandingkan dengan serat yang lain. Lignin yang ada pada serat sabut kelapa mempunyai kandungan karbon yang membuat bahan tahan terhadap perubahan lingkungan. Sedangkan serat pinang memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi sehingga polimer yang saling terikat pada selulosa dapat meningkatkan kekuatan dari bahan. Penelitian Fatmi and Mahyudin, (2017) mendapatkan hasil bahwa penambahan *foam agent* 0,06% dengan variasi serat sabut kelapa membuat densitas dari papan beton ringan lebih rendah dari densitas GRC. Namun, untuk daya serap air yang didapatkan masih diatas daya serap air GRC. Sementara itu, Citra and Mahyudin, (2017) juga telah melakukan penelitian tentang pengaruh persentase serat pinang dan *foam agent* terhadap sifat fisik dan mekanik papan beton ringan dengan hasil daya serap air yang didapatkan cukup rendah dan berada dibawah daya serap air papan GRC.

Selain itu untuk menyempurnakan sifat mekanik dari papan beton ringan pada penelitian ini ditambahkan *filler/* bahan pengisi yaitu *fly ash*. Kandungan silika dan aluminium yang ada pada *fly ash* bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida sehingga membentuk senyawa yang mengikat (Aziz *et al.*, 2006). Marthinus *et al.*, (2015) telah melakukan penelitian pengaruh penambahan *fly ash* terhadap kuat tarik belah beton dengan hasil penambahan *fly ash* sebanyak 30% menambah kuat tarik belah beton yang maksimum untuk umur beton 28 hari dibandingkan dengan penambahan *fly ash* sebanyak 70 % malah didapatkan kuat tarik belah beton paling rendah dengan umur beton 7 hari.

II. METODE

Penelitian dan uji sifat fisik (densitas, porositas, daya serap air) dilakukan di Laboratorium Fisika Material Universitas Andalas sedangkan untuk uji sifat mekanik (kuat tekan, kuat lentur) di Laboratorium Mekanik Politeknik Negeri Padang. Persentase serat yang digunakan yaitu sebanyak 2% dengan variasi serat sabut kelapa digabungkan serat pinang berurutan-turut 1,7% + 0,3%; 1,2% + 0,8%; 0,7% + 1,3%; 0,2% + 1,8% serta penambahan *fly ash* sebanyak 15% dari volume cetakan. Sebelum digunakan serat sabut kelapa dan pinang dipotong hingga ukuran 2 cm kemudian di rendam dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam setelah itu serat di dibilas dengan aquades untuk menghilangkan kandungan NaOH yang tersisa.

Cetakan papan beton ringan dibuat dari plat aluminium dengan ukuran (5 x 5 x 1) cm untuk uji densitas, porositas, daya serap air dan kuat tekan sedangkan untuk kuat lentur menggunakan ukuran (20 x 5 x 1) cm. Proses pencetakan papan beton ringan diawali dengan pembuatan pasta beton ringan dengan cara mencampurkan semen, pasir, air dengan persentase 28%, 43%, 12% dari volume cetakan kemudian ditambahkan *fly ash* sebanyak 15% dari volume cetakan. Campuran pasta beton kemudian dimasukkan kedalam cetakan hingga setengah dari cetakan tersebut, setelah itu serat yang telah bersih tadi disusun secara acak di atas pasta beton dalam cetakan. setelah itu pasta beton dimasukkan lagi hingga cetakan terisi penuh. Kemudian sampel yang masih dalam cetakan dibiarkan selama 28 hari pada suhu ruang untuk proses pengeringan. Setelah proses pengeringan sampel siap dilakukan pengujian sifat fisik dan sifat mekanik.

Tabel 1 Komposisi papan beton ringan dengan variasi serat sabut kelapa dan pinang.

Kode sampel uji	% Pasta beton	% Serat sabut kelapa	% Serat Pinang
PBR S1	98	1,7	0,3
PBR S2	98	1,2	0,8
PBR S3	98	0,7	1,3
PBR S4	98	0,2	1,8

2.1 Pengujian Densitas

Densitas didapat dengan mengukur massa kering papan dalam satuan g dan mengukur panjang, lebar serta tebal papan untuk mendapatkan volumenya dalam satuan cm^3 . Nilai densitas didapat dengan menggunakan Persamaan (1).

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

dengan ρ adalah kerapatan/ densitas (g/cm^3), m adalah massa (g), v adalah volume (cm^3).

2.2 Pengujian Porositas

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui pori-pori atau rongga udara pada papan beton ringan. Mula-mula sampel uji direndam dalam wadah berisi air pada suhu ruang selama 24 jam. Sampel uji dikeluarkan dari wadah dan dikeringkan dengan kain hingga airnya tidak menetes lagi. Sampel uji ditimbang menggunakan neraca digital dan dicatat hasilnya m_b . Nilai porositas sampel uji didapat dengan menggunakan Persamaan (2).

$$P = \frac{m_b - m_k}{v} \frac{1}{\rho_a} \times 100\% \quad (2)$$

dengan P adalah porositas (%), m_b adalah massa basah (g), m_k adalah massa kering (g), v adalah volume (cm^3), ρ_a adalah massa jenis air (g/cm^3).

2.3 Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton untuk menyerap air ketika direndam dalam air hingga memiliki massa jenuh. Pengujian daya serap air dilakukan bersamaan dengan pengujian porositas. Nilai daya serap air didapat dengan menggunakan Persamaan (3).

$$X = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \quad (3)$$

dengan X adalah daya serap air, m_b adalah massa basah (g), m_k adalah massa kering (g).

2.4 Pengujian Kuat Tekan

Sampel uji disiapkan dan diukur dimensi panjang, lebar dan tebalnya menggunakan jangka sorong dan dicatat hasil pengukurannya. Setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan menggunakan mesin UTM dengan meletakkan sampel uji pada tumpuan. Sampel uji diberi beban secara vertikal hingga sampel retak dan dicatat sebagai nilai P_r . Setelah itu dilakukan perhitungan nilai kuat tekan menggunakan Persamaan (4).

$$f_c = \frac{P_r}{A} \quad (4)$$

dengan f_c adalah kuat tekan (kg/cm^2), P_r adalah beban retak maksimum (kg), A adalah luas bidang permukaan (cm^2).

2.5 Pengujian Kuat Lentur

Sampel uji disiapkan dan diukur lebar dan tebalnya menggunakan jangka sorong. Pengujian kuat lentur dilakukan menggunakan mesin UTM dengan meletakkan sampel uji secara horizontal pada tumpuan, lalu diberikan beban dan dicatat perubahan sampel hingga retak sebagai nilai B . Setelah itu dilakukan perhitungan nilai kuat lentur menggunakan Persamaan (5).

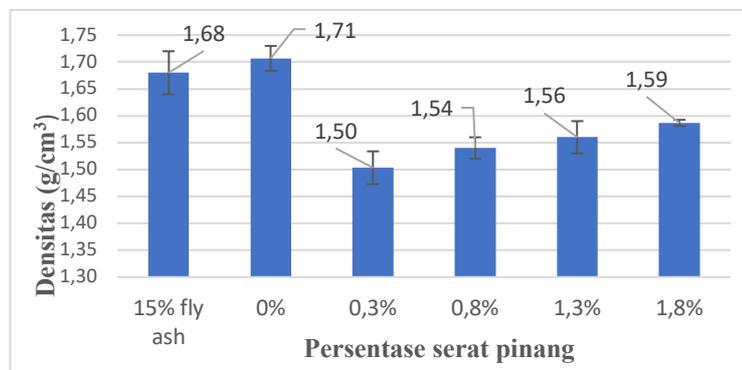
$$f_r = \frac{3BS}{2LT^2} \quad (5)$$

dengan f_r adalah kuat lentur (kg/cm^2), B adalah beban patah maksimum (kg), S adalah jarak tumpuan (cm), L adalah lebar rata-rata benda uji (cm), T adalah tebal rata-rata benda uji (cm).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Densitas

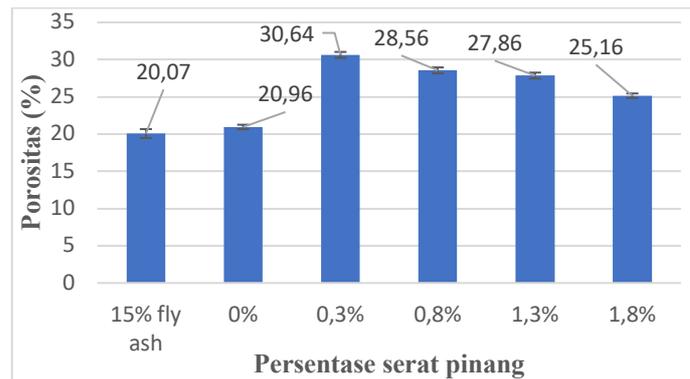
Gambar 1 menunjukkan densitas dari sampel papan beton ringan dengan persentase komposisi serat sabut kelapa dan pinang serta tanpa serat sebagai pembandingan. Penggunaan serat kelapa dan pinang mampu menurunkan nilai densitas papan beton ringan dibandingkan dengan sampel papan beton ringan tanpa serat dan tanpa fly ash. Sampel PBR dengan serat pinang 0,3% memiliki densitas lebih rendah dari sampel papan beton ringan yang lainnya. Densitas sampel papan beton ringan semakin menurun saat penambahan serat pinang semakin sedikit dalam komposisi penambahan serat. Hal ini dikarenakan nilai densitas serat pinang sedikit lebih tinggi yaitu $1,136 \text{ g/cm}^3$ dari densitas serat sabut kelapa yaitu $1,12 \text{ g/cm}^3$. Semakin bertambahnya persentase serat pinang yang digunakan terlihat semakin besar densitas dari sampel yang dihasilkan. Densitas sampel papan beton ringan yang dihasilkan sudah memenuhi standar SNI-032105-2006 yaitu kecil dari $1,9 \text{ g/cm}$ dan lebih kecil dari densitas GRC yang beredar di pasaran.



Gambar 1 Pengaruh komposisi serat sabut kelapa dan pinang terhadap densitas papan beton ringan berfiller *fly ash*.

3.2 Porositas

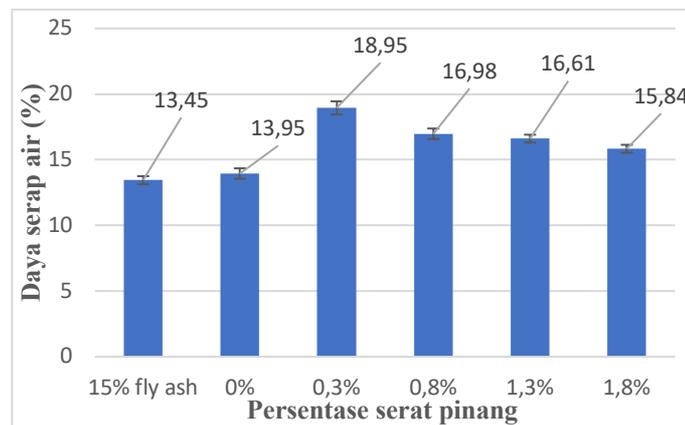
Persamaan untuk menghitung porositas yang dipakai pada penelitian ini hanya berlaku jika rongga udara pada sampel papan beton ringan saling terhubung. Secara umum porositas berbanding lurus dengan daya serap air dan berbanding terbalik dengan densitas. Gambar 2 menunjukkan porositas dari sampel papan beton ringan berserat sabut kelapa dan pinang. Porositas sampel papan beton ringan dengan komposisi serat sabut kelapa dan pinang didapatkan diatas 25% sehingga belum memenuhi standar porositas SNI-03-2105-2006 yaitu dibawah 25%. Jika dibandingkan dengan porositas GRC yaitu 33,70% maka porositas sampel papan beton ringan lebih kecil/lebih sedikit dari porositas GRC. Porositas sampel dengan serat pinang 1,8% paling rendah dari porositas sampel papan beton ringan dengan persentase serat yang lainnya dan nilai ini yang paling mendekati standar SNI-03-2105-2006. Sementara itu jika dibandingkan dengan sampel papan beton tanpa serat maka masih lebih rendah porositas sampel papan beton tanpa serat.



Gambar 2 Pengaruh komposisi serat sabut kelapa dan pinang terhadap porositas papan beton ringan berfiller *fly ash*.

3.3 Daya Serap Air

Pada Gambar 3 dapat dilihat daya serap air yang dimiliki oleh sampel papan beton ringan berserat sabut kelapa dan pinang berada diatas 15%.



Gambar 3 Pengaruh komposisi serat sabut kelapa dan pinang terhadap daya serap air papan beton ringan berfiller *fly ash*

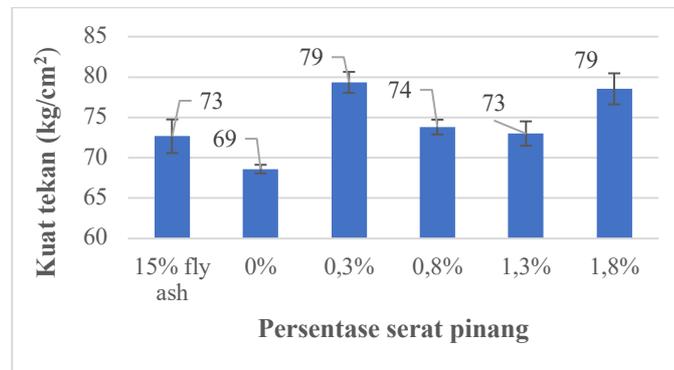
Sampel dengan 0,3% serat pinang memiliki daya serap air lebih besar jika dibandingkan dengan dengan sampel 1,8% serat pinang. Daya serap air berbanding terbalik dengan densitas dari sampel papan beton ringan yang dihasilkan. Sementara itu, daya serap air minimum didapatkan pada sampel papan beton ringan tanpa serat dan tanpa *fly ash* yaitu 13,45%. Daya serap air sampel papan beton ringan berserat sabut kelapa dan pinang sudah berada dibawah daya serap GRC yang nilainya 18,82%. Namun, daya serap air sampel papan beton ringan berserat sabut kelapa dan pinang masih cukup tinggi dan belum memenuhi daya serap air standar SNI-03-21050-2006 yang nilainya kecil dari 14%.

3.4 Kuat Tekan

Gambar 4 menunjukan kuat tekan sampel papan beton ringan setelah dilakukan pengujian sampel menggunakan alat *Universal Testing Machine* untuk mendapatkan nilai beban retak maksimum dan perhitungan dengan menggunakan Persamaan 4. Terlihat pada Gambar 4 kuat tekan pada sampel papan beton ringan berada pada kisaran (68,6-79,3) kg/cm². Sementara itu kuat tekan SNI 03-3449-2002 berada pada kisaran (68,9-172,4) kg/cm², ini membuktikan bahwa kuat tekan dari sampel papan beton ringan berserat pinang dan sabut kelapa memenuhi nilai minimum dari kuat tekan SNI. Papan beton ringan tanpa serat memiliki kuat tekan lebih rendah dari kuat tekan sampel berserat. Kuat tekan papan beton berserat memenuhi SNI disebabkan oleh kedua serat yang memiliki kemampuan memperkuat ikatan matriks karena adanya kandungan selulosa yang cukup tinggi.

Kuat tekan lebih baik bila salah satu serat jauh lebih dominan seperti pada sampel 0,3% serat pinang yang dominan serat sabut kelapa dengan kuat tekan 79,3 kg/cm² dan sampel 1,8% serat pinang

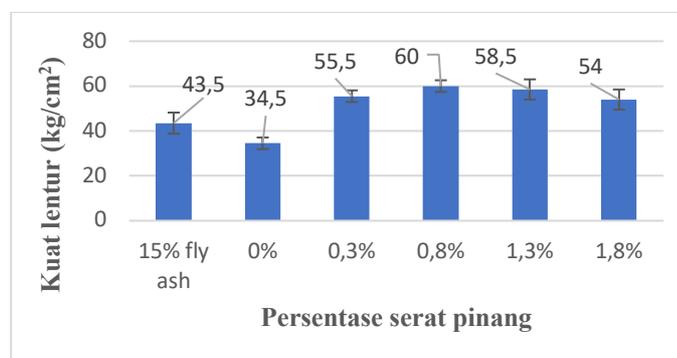
yang dominan serat pinang dengan kuat tekan 78,5 kg/cm². Selain itu, penambahan *fly ash* sebanyak 15% sebagai *filler* menambah kuat tekan dari papan beton setelah terjadi reaksi kimia yang menghasilkan senyawa yang mengikat. Jika kita bandingkan dengan kuat tekan dari GRC dengan nilai 150,47 kg/cm² maka kuat tekan sampel papan beton ringan masih jauh berada di bawah GRC.



Gambar 1 Pengaruh komposisi serat sabut kelapa dan pinang terhadap kuat tekan papan beton ringan berfiller *fly ash*.

3.5 Kuat Lentur

Gambar 5 menunjukkan kuat lentur dari sampel papan beton ringan tanpa serat dan dengan serat. Namun, nilai ini masih jauh berada di bawah nilai standar kuat lentur SNI 03-3449-2002 yang bernilai besar dari 82 kg/cm². Jika dibandingkan juga dengan kuat lentur GRC 182,5 kg/cm² masih sangat jauh berada di atas kuat lentur sampel papan beton yang kita hasilkan. Hal ini dipengaruhi oleh ukuran serat kelapa dan pinang yang tidak sama dibandingkan serat kaca memiliki orientasi serat yang sama sehingga saat dilakukan pembebanan kepada matriks mampu menahan deformasi yang diberikan. Berbeda dengan proses pembuatan GRC yang dihasilkan dari pabrik menggunakan mesin dan alat yang sesuai standar sehingga mengurangi kesalahan-kesalahan pada proses pembuatan.



Gambar 5 Pengaruh komposisi serat sabut kelapa dan pinang terhadap kuat lentur papan beton ringan berfiller *fly ash*.

Pada Gambar 5 kuat lentur sampel papan beton tanpa *fly ash* lebih rendah dibandingkan sampel papan beton dengan penambahan *fly ash* 15%. *Fly ash* mampu menambah kekuatan mortar semen tergantung dari jumlah campuran *fly ash* dan lama pengeringan sampel. Serat pinang dan serat sabut kelapa juga mampu menambah kuat lentur dari sampel papan Beton ringan seperti yang ada pada Gambar 5 kuat lentur papan berserat lebih tinggi dari sampel papan beton tanpa serat. kuat lentur lebih besar pada sampel dengan 0,8% serat pinang dan sampel dengan 1,3% serat pinang yang berarti untuk kuat lentur lebih bagus saat pemberian persentase kedua serat yang hampir sama banyak. Kuat lentur terbesar didapatkan pada sampel dengan 0,8% serat pinang (60 kg/cm²) dan sampel 1,3% serat pinang (58,5 kg/cm²) yang paling mendekati dari nilai kuat lentur SNI.

IV. KESIMPULAN

Penambahan persentase serat sabut kelapa dan pinang mampu memperkecil densitas dari papan beton ringan dan densitas yang dihasilkan memenuhi standar SNI yaitu kecil dari $1,9 \text{ g/cm}^3$. Daya serap air sampel papan ringan terendah didapatkan pada PBR S4 (1,3% serat pinang + 0,2% serat sabut kelapa) dengan nilai 15,84%. Nilai PBR S4 ini berada di bawah nilai daya serap air GRC yang dijual di pasaran yaitu 18,82%. Sampel PBR S4 memiliki porositas paling sedikit dibandingkan dengan sampel dengan variasi serat yang lainnya dengan nilai 25,16%. Nilai ini mendekati nilai standar porositas SNI yaitu 25%. *Fly ash* dengan serat kelapa dan pinang mampu menambah nilai kuat tekan serta kuat lentur dari sampel papan beton ringan. Nilai kuat tekan yang didapatkan memenuhi standar SNI. Namun untuk kuat lentur masih belum memenuhi nilai kuat lentur dari SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, M., Ardha, N. and Tahli, L. (2006), "Karakterisasi abu terbang PLTU Suralaya dan evaluasinya untuk refraktori cor", *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, Vol. 36 No. 14, pp. 1–8.
- Citra, F.Y. and Mahyudin, A. (2017), "Pengaruh Persentase Serat Sabut Pinang (*Areca Catechu L. Fiber*) dan Foam Agent terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton Ringan", *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 6 No. 4, pp. 375–380.
- Fatmi, R. and Mahyudin, A. (2017), "Pengaruh Persentase Serat Sabut Kelapa dan Foam Agent Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Beton", *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 6 No. 4, pp. 324–330.
- Marthinus, A.P., Sumajouw, M.D.J. and Windah, R.S. (2015), "Pengaruh penambahan abu terbang (*Fly Ash*) terhadap kuat tarik belah beton", *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 3 No. 11.
- Zulkifly, Z., Aswad, N.H. and Talanipa, R. (2013), "Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Beton Normal", *STABILITA|| Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Vol. 1 No. 2, pp. 121–128.