Jurnal
TEKNIK SIPIL TERAPAN

http://Jurnal.polimdo.ac.id/
JTST, 2 (3), 2020, 48-57

Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Daya Serap Air untuk Batako dengan Penambahan Serat Sabut Kelapa

Rilya Rumbayan[1], Sudarno[2]
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado, 95252 [1,2]
E-mail korepondensi: rilyarumbayan@sipil.polimdo.ac.id

Abstrak

Upaya pemanfaatan potensi lokal berupa sumber daya alam sabut kelapa di Sulawesi Utara sebagai bahan material konstruksi perlu dikembangkan untuk menghasilkan produk konstruksi yang berkualitas. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji sifat mekanis batako yang menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah. Pengujian meliputi kuat tekan, kuat lentur dan penyerapan air. Metode penelitian dilakukan dengan uji laboratorium berdasarkan SNI 03-0349-1989. Variasi penambahan serat sabut kelapa pada penelitian ini sebesar 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1% dari berat agregat. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur batako dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari, sedangkan pengujian daya serap batako dilakukan pada umur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan batako yang menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah berkisar 52-56 kg/cm^2 dan kuat lentur berkisar 17-24 kg/cm^2, dimana nilainya masih lebih rendah dibandingkan dengan batako tanpa penambahan serat sabut kelapa. Namun demikian, kisaran nilai kuat tekan dan kuat lentur tersebut masih memenuhi persyaratan SNI, khususnya untuk bata beton pasangan dinding non-struktural. Selanjutnya daya serap air batako yang menggunakan serat sabut kelapa berkisar 7-11%. Hasil penyerapan air ini memenuhi persyaratan SNI, karena penyerapan air terjadi kurang dari 25%.

Kata kunci— *Batako, serat sabut kelapa, kuat tekan, kuat lentur, penyerapan*

1 PENDAHULUAN

Sulawesi Utara merupakan salah satu daerah dengan potensi sumber daya alam perkebunan kelapa terbesar di Indonesia. Untuk eksplorasi potensi ini, maka Politeknik Negeri Manado telah menetapkan salah satu bidang unggulannya didalam Rencana Strategis (Rensra) Penelitian sebagai "*Pengembangan Pengolahan Komoditas Kelapa untuk Mendukung Pemberdayaan Sumber Daya Alam Sulawesi Utara*". Sabut kelapa merupakan salah satu limbah kelapa yang mengandung mineral yang mendukung perkuatan dalam beton. Pemanfaatan limbah kelapa ini sebagai bahan baku konstruksi bangunan gedung disamping akan memberikan penyelesaian terhadap permasalahan lingkungan juga diharapkan dapat meningkatkan mutu bahan konstruksi. Pemanfaatan potensi sumber daya alam sabut kelapa di Sulawesi Utara sebagai bahan material konstruksi perlu dikembangkan untuk menghasilkan produk konstruksi yang berkualitas. Penambahan serat alam, seperti serat sabut kelapa dalam

Copyright © 2020, JTST, e-ISSN 2714-7843

campuran batako perlu dievaluasi terkait pengaruhnya dalam perilaku dan kapasitas batako. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji sifat mekanis batako yang menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah. Pemeriksaan sifat mekanis batako meliputi kuat tekan, kuat lentur dan penyerapan air.

2 DASAR TEORI

2.1 Bata beton

Bata beton merupakan bahan konstruksi pembangunan gedung dan rumah tinggal, yang mulai dikembangkan penggunaanya sebagai material pengganti bata merah. Penggunaan bata beton pada umumnya untuk pembuatan dinding rumah, dinding gedung atau pagar. Bata beton dibuat dari campuran material penyusun kemudian dicetak tanpa dibakar. Definisi bata beton menurut SNI 03-0349-1989 adalah komponen berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen Portland, air dan agregat, yang digunakan untuk pasangan dinding. Pengertian bata beton menurut PUBI-1982 adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, campuran tras, kapur dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya (Mallisa, 2011). Menurut jenisnya (SNI 03-0349-1989), bata beton ada dua jenis, yaitu bata beton pejal dan bata beton berlubang. Menurut kuat tekan dan penyerapan air maksimumnya, bata beton pejal diklasifikasikan menjadi empat tingkat mutu yaitu tingkat mutu I, II, III, dan IV, seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Persyaratan kuat tekan dan penyerapan air untuk bata beton pejal (SNI 03-0349-1989)

Mutu	Kuat tekan minimum (kg/cm^2)		Penyerapan air rata-rata
Bata beton pejal	Rata-rata dari 5 buah	Masing-masing bata	maksimum (%)
I	100	90	25
II	70	65	35
III	40	35	-
IV	25	21	-

Sebagai bahan bangunan, bata beton memiliki beberapa keunggulan diantaranya bata beton dapat disusun 4 kali lebih cepat dan cukup untuk semua penggunaan yang menggunakan batu bata. Selain itu, dinding yang dibuat dari bata beton mempunyai keunggulan dalam hal meredam panas dan suara. Ditinjau dari segi lingkungan, produksi bata beton lebih ramah lingkungan karena tidak harus dibakar sebagaimana layaknya produksi batu bata (Mallisa, 2011). Bata beton memiliki keunggulan dalam memperingan beban struktur dari sebuah bangunan konstruksi dibandingkan bata merah. Meskipun demikian, kekuatan tekan dan tarik serta ketahanannya terhadap absorpsi dan porositas masih perlu diperbaharui guna menghasilkan material struktur bangunan yang ekonomis dan memiliki ketahanan dalam jangka waktu yang lama.

2.2 Sabut kelapa

Sabut kelapa merupakan bagian yang cukup besar dari buah kelapa, yaitu 35% dari berat keseluruhan buah. Setiap butir kelapa mengandung serat sekitar 525 gr (75% dari sabut) dan gabus 175 gr (25% dari sabut) (Alexander, 2011). Menurut Istiqomah dan Imran (2012),

Copyright © 2020, JTST, e-ISSN 2714-7843

komposisi senyawa kimia sabut kelapa yang dominan adalah sellullosa, hemiselulosa dan lignin. Kandungan lignin sabut kelapa lebih tinggi dari serat alami yang lain. Kandungan lignin yang tinggi menyebabkan sabut kelapa tidak mudah rapuh, lekatan menjadi lemah dan lebih ulet. Sabut kelapa juga mempunyai modulus elatisitas rendah dan juga sensitif terhadap perubahan kelembaman (Susilowati, A, et al, 1992).

Dari segi teknis sabut kelapa memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, antara lain mempunyai panjang 15-30 cm, tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat lain. Serat sabut kelapa juga mempunyai sifat yang ulet, dapat menyerap air, dan mempunyai tingkat keawetan yang baik jika tidak berhubungan langsung dengan cuaca (Mulyono, 2004). Dalam komposisi tertentu serat sabut kelapa hipotesisnya dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan bata beton (batako).

2.3 Kuat Tekan Batako

Kuat tekan didefinisikan sebagai kemampuan penampang batako untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan batako ini biasanya digunakan sebagai kriteria untuk menentukan mutu batako. Pengujian kuat tekan mengacuh pada Standar SNI. Kuat tekan batako dalam kg/cm^2 dinyatakan dengan Persamaan 1.

$$\text{Kuat tekan batako} = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana: P = beban hancur (Kgf)
A = luas penampang batako tertekan (cm^2)

2.4 Kuat Lentur Batako

Kuat lentur adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang balok uji. Kuat lentur batako dalam kg/cm^2 dinyatakan dengan Persamaan 2.

$$\text{Kuat lentur batako} = \frac{P \times L}{B \times H^2} \quad (2)$$

Dimana: P = beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan batako uji (Kgf)
L = panjang bentang di antara kedua batako tumpuan (cm)
B = lebar batako rata-rata pada penampang runtuh (cm)
L = tinggi batako rata-rata pada penampang runtuh (cm)

2.5 Penyerapan Air Batako

Penyerapan air merupakan salah satu sifat karakteristik batako yang perlu diperhatikan. Penyerapan merupakan banyaknya air yang diserap oleh batako. Besar kecilnya penyerapan air oleh batako sangat dipengaruhi oleh pori atau rongga yang terdapat pada batako. Rongga yang terdapat pada batako terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunnya. Semakin banyak rongga yang terkandung dalam batako maka akan semakin besar pula penyerapan sehingga ketahanannya akan berkurang. Prosentasi penyerapan air pada batako dinyatakan dengan Persamaan 3.

$$\text{Penyerapan batako} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana: W_1 = berat batako dalam keadaan jenuh (gr)
W_2 = berat batako kering (gr).

Copyright © 2020, JTST, e-ISSN 2714-7843

2.6 Penelitian sebelumnya yang relevan

Berdasarkan kajian pustaka terkait topik batako serat kelapa, diperoleh beberapa penelitian yang relevan, diantaranya: Febriyanto (2014) meneliti terkait pembuatan batako dengan bahan tambah serat kelapa sebagai alternatif. Dalam penelitiannya, diperoleh pengaruh bahan tambah serat kelapa dalam pembuatan batako dengan menguji kuat tekan, kuat tarik belah, uji geser dan lentur. Komposisi benda uji yang digunakan antara semen dan pasir adalah 1:6 dengan faktor air semen 0.4. Variasi persentase sabut kelapa yang digunakan adalah 0.05%, 0.10%, 0.15%, dan 0.20%, dari berat adukan. Hasil penelitian menunjukan bahwa kuat tekan terbaik 5.566 MPa dengan proporsi penambahan serat kelapa 0,15%, dan untuk uji kuat tarik belah nilai terbaik 0,659 MPa dengan proporsi penambahan serat kelapa 0,05% serta untuk uji geser yang dilakukan menunjukkan bahwa masih tetap utuh, pengujian gravitasi menunjukkan bahwa batako dalam keadaan utuh dan layak pakai. Prayoga (2019) menganalisa pengaruh sabut kelapa sebagai bahan campuran material batako terhadap uji kuat tekan. Komposisi benda uji yang digunakan adalah 1:4.5 (semen:pasir). Bahan tambah serat kelapa yang digunakan sebesar 0%, 1.5%, 1.8%, dan 2.1%. Berdasarkan hasil penelitiannya, diperoleh penambahan sabut kelapa dengan material batako yang dihasilkan memiliki nilai kuat tekan yang semakin menurun. Prahara, et al, 2015, menganalisa pengaruh penggunaan serat serabut kelapa dalam presentase tertentu pada beton mutu tinggi. Variasi kandungan serat serabut kelapa yang digunakan adalah 0%, 1.5%, 2%, 2.5%; dan 3% yang ditambahkan superplasticizer sebanyak 1.5%. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik diperoleh bahwa kenaikan kuat tekan sebesar 9% dapat diperoleh dengan tambahan serat serabut kelapa sebesar 1.5% dan peningkatan kuat tarik beton sebesar 19.7% dapat diperoleh dengan penambahan sabut kelapa sebanyak 2% sehingga serat serabut kelapa sangat berpengaruh terhadap uji kuat tarik beton mutu tinggi. Zulkifly, et al, 2013, melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan beton pada beton normal. Variasi persentase sabut kelapa yang digunakan adalah 0%, 0.3%; 0.6%, 0.9% dan 1.2% dari total berat beton. Hasil penelitian menunjukan bahwa proporsi serat 0.3% menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 20.43 MPa. Sedangkan beton tanpa serat sebesar 19.91 MPa. Dengan adanya serat hasil pengujian kuat tekan beton meningkat sebesar 2.11% tetapi tidak signifikan. Selain itu, penulis juga telah melakukan beberapa penelitian terkait pemanfaatan serat kelapa sebagai material konstruksi (Rumbayan, et al, 2017, 2019, 2020). Hasil penelitian menunjukan potensi serat sabut kelapa dalam menghasilkan material konstruksi yang ringan.

3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yang dilakukan di Laboratorium Uji Bahan, Politeknik Negeri Manado, yaitu dengan membuat bata beton dengan menambahkan serat sabut kelapa sejumlah 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1% dari berat agregat. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland Composite Cement (PCC) dengan merek dagang Tonasa, agregat halus dari Girian, dan air yang berasal dari sumur bor Lab. Uji Bahan Material, Politeknik Negeri Manado. Sedangkan untuk material sabut kelapa diperoleh dari pabrik pengolahan sabut kelapa yang berlokasi di Tanjung Merah, kota Bitung (Gambar 1).

Copyright © 2020, JTST, e-ISSN 2714-7843

Gambar 1. Bahan serat sabut kelapa.

Setelah persiapan bahan dan material, dilanjutkan pemeriksaan karakteristik agregat halus yang digunakan. Hal ini untuk melihat kelayakannya untuk dipakai dalam pembuatan bata beton. Perhitungan komposisi campuran bata beton serat sabut kelapa yang digunakan adalah berdasarkan perbandingan volume semen dan agregat halus sebesar 1:5, dengan faktor air semen sebesar 0.4. Jumlah komposisi campuran yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Campuran Bata Beton Serat Sabut Kelapa Per M^3

Kode Campuran	Deskripsi Campuran	Semen (kg)	Pasir (kg)	Serat sabut kelapa (kg)
BS-0	1:5 (semen:pasir)	106.94	631.94	0.00
BS-0.25	1:5 (semen:pasir) + 0.25% serat	198.06	966.22	2.91
BS-0.5	1:5 (semen:pasir) + 0.50% serat	198.06	966.22	5.82
BS-0.75	1:5 (semen:pasir) + 0.75% serat	198.06	966.22	8.73
BS-1	1:5 (semen:pasir) + 1.00% serat	198.06	966.22	11.64

Pencetakan batako serat sabut kelapa menggunakan metode pemadatan dengan menggunakan mesin press seperti yang terlihat pada Gambar 2. Ukuran batako untuk pemeriksaan kuat lentur dan penyerapan air adalah balok dengan ukuran 115 x 100 x 250 mm dan benda uji untuk pemeriksaan kuat tekan adalah setengah dari ukuran benda uji kuat lentur, yaitu 115 x 100 x 125 mm. Benda uji kuat tekan dan kuat lentur batako berjumlah 5 buah untuk masing-masing pengujian pada umur 7, 14, dan 28 hari. Sedangkan untuk pengujian penyerapan air pada umur batako 28 hari, disiapkan benda uji berjumlah 5 buah. Sebelum pemeriksaan kuat tekan, kuat lentur, dan penyerapan air, semua benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk menentukan berat isi batako.

Copyright © 2020, JTST, e-ISSN 2714-7843

Gambar 2. Metode press untuk membuat benda uji batako serat sabut kelapa;

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

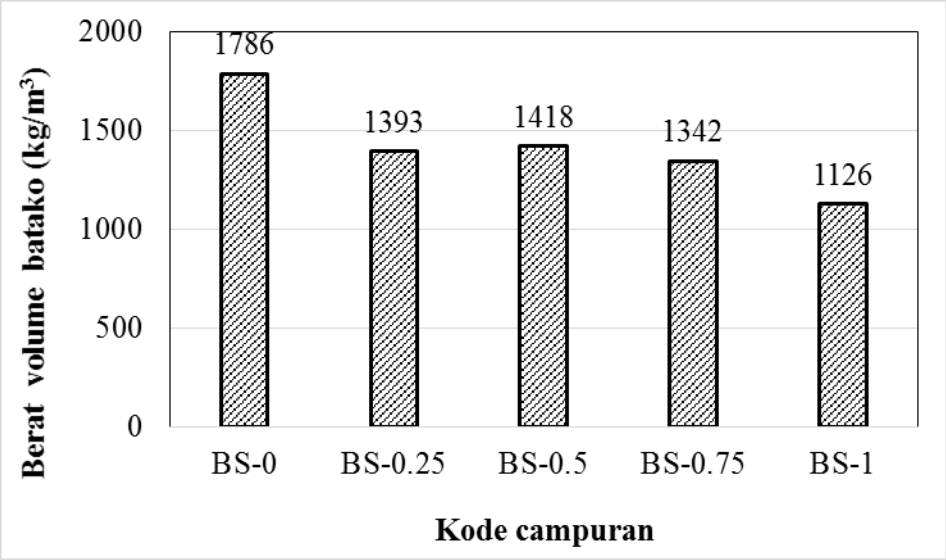
Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus yang digunakan dalam pembuatan batako pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, maka kualitas pasir yang digunakan telah memenuhi syarat untuk pembuatan benda uji batako.

Tabel 3. Hasil Karakteristik Agregat Halus Yang Digunakan Pada Campuran Batako

Karakteristik	Nilai	Satuan
Ukuran maksimum	4.75	mm
Bulk specific gravity dry	2.30	gr/cm^3
Bulk specific gravity SSD	2.47	gr/cm^3
Kadar air	10.18	%
Berat volume	1.21	gr/cm^3
Modulus kehalusan	2.24	

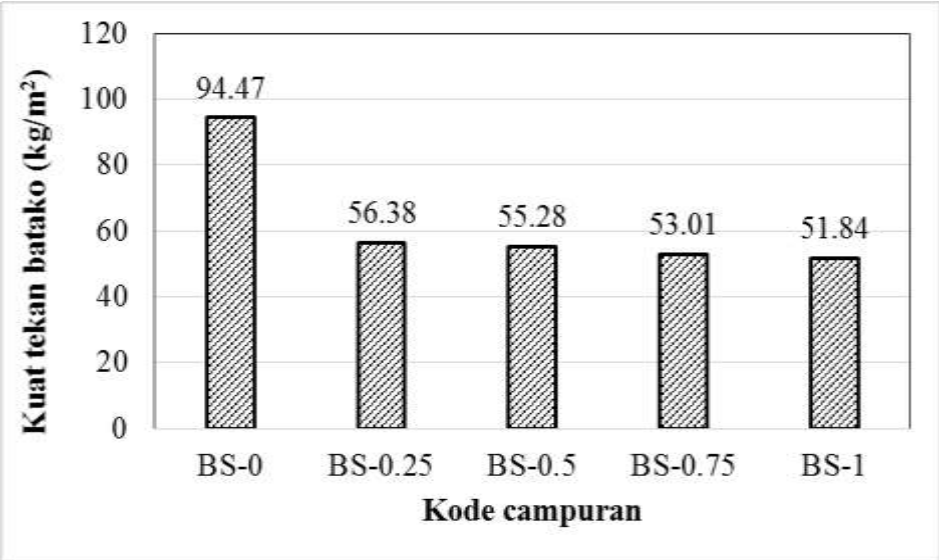
Hasil pemeriksaan berat volume batako normal dan batako serat sabut kelapa untuk semua variasi dapat dilihat pada Gambar 3. Berat volume batako normal sekitar 1786 kg/m^3, sedangkan untuk batako serat sabut kelapa 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1% berturut-turut adalah 1393 kg/m^3, 1418 kg/m^3, 1342 kg/m^3, dan 1126 kg/m^3. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa makin besar prosentasi serat yang digunakan dalam campuran batako, makin ringan batako tersebut. Mengacuh pada SNI 03-2847-2002, hasil berat volume batako dari penelitian ini dapat dikategorikan sebagai beton ringan.

Copyright © 2020, JTST, e-ISSN 2714-7843



Gambar 3. Berat volume batako

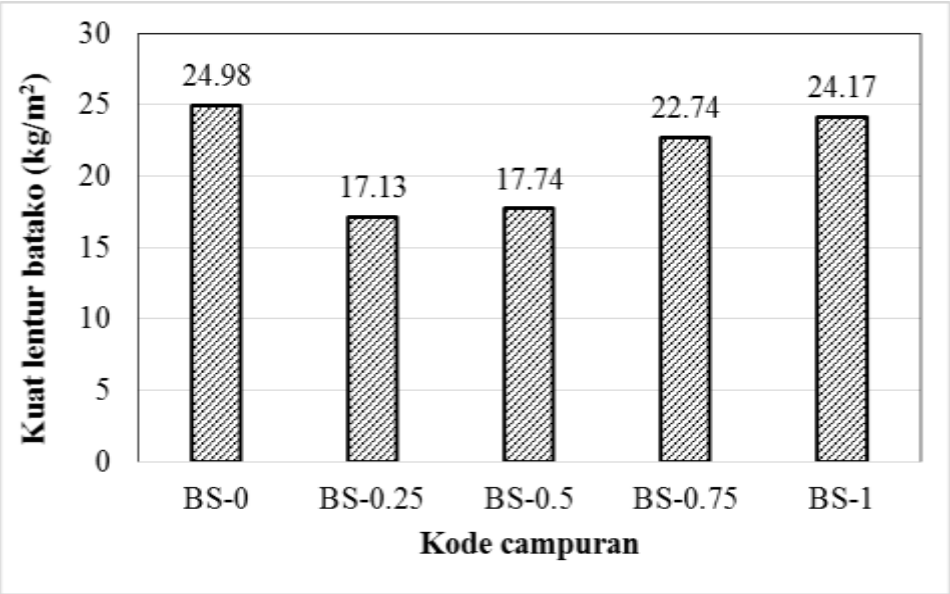
Hasil pengujian kuat tekan batako pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat dilihat bahwa kekuatan tekan benda uji batako yang menggunakan bahan tambah serat sabut kelapa lebih rendah dari batako normal (batako tanpa serat sabut kelapa). Pada penelitian ini, dengan penambahan 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1% serat sabut kelapa dalam campuran batako menghasilkan kuat tekan sekitar 52-56 kg/cm^2. Selain itu, dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa makin besar prosentasi serat yang digunakan dalam campuran batako, makin rendah kuat tekan batako yang dihasilkan. Mengacuh pada SNI 03-0349-1989, nilai kuat tekan yang dihasilkan oleh batako dengan serat dalam penelitian ini dapat digolongkan dalam mutu III sebagai bata pejal non struktural dengan kuat tekan rata-rata minimal 40 kg/cm^2.



Gambar 4. Hasil kuat tekan batako

Copyright © 2020, JTST, e-ISSN 2714-7843

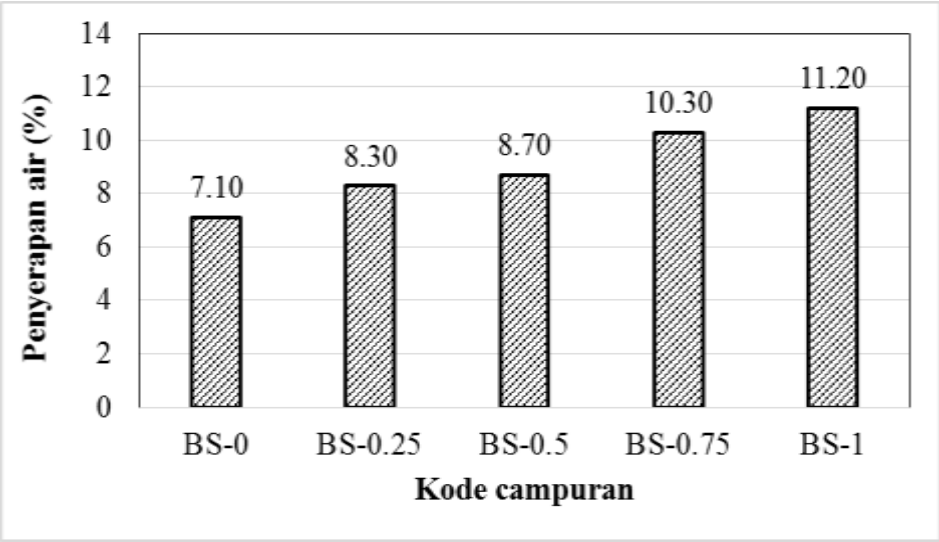
Hasil pengujian kuat lentur batako pada umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat dilihat bahwa kekuatan lentur benda uji batako yang menggunakan bahan tambah serat sabut kelapa lebih rendah dari batako normal (batako tanpa serat sabut kelapa). Pada penelitian ini, dengan penambahan 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1% serat sabut kelapa dalam campuran batako menghasilkan kuat lentur sekitar 17-24 kg/cm^2. Gambar 5 juga menunjukkan bahwa makin besar prosentasi serat yang digunakan dalam campuran batako, makin tinggi nilai kuat lentur batako.



Gambar 5. Hasil lentur tekan batako

Gambar 6 menunjukkan hasil penyerapan air batako pada umur 28 hari. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat dilihat bahwa penyerapan air benda uji batako yang menggunakan bahan tambah serat sabut kelapa lebih tinggi dari batako normal (batako tanpa serat sabut kelapa). Pada penelitian ini, dengan penambahan 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1% serat sabut kelapa dalam campuran batako menghasilkan penyerapan air sekitar 711.20%. Gambar 6 juga menunjukkan bahwa makin besar prosentasi serat yang digunakan dalam campuran batako, makin tinggi penyerapan air pada batako yang dihasilkan. Berdasarkan SNI 03-0349-1989, nilai penyerapan air yang dihasilkan oleh batako dengan serat masih memenuhi syarat, dimana penyerapan air rata-rata maksimal adalah 35%.

Copyright © 2020, JTST, e-ISSN 2714-7843



Gambar 6. Hasil penyerapan air batako

5. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, pengaruh penambahan serat sabut kelapa dalam komposisi campuran batako dievaluasi. Variasi penambahan serat sabut kelapa adalah 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1% dari berat agregat. Komposisi campuran batako berdasarkan perbandingan volume semen dan agregat halus sebesar 1:5. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan batako yang menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah berkisar 52-56 kg/cm^2 dan kuat lentur berkisar 17-24 kg/cm^2, dimana nilainya masih lebih rendah dibandingkan dengan batako tanpa penambahan serat sabut kelapa. Namun demikian, kisaran nilai kuat tekan dan kuat lentur tersebut masih memenuhi persyaratan SNI, khususnya untuk bata beton pasangan dinding non-struktural. Selanjutnya daya serap air batako yang menggunakan serat sabut kelapa berkisar 7-11%. Hasil penyerapan air ini memenuhi persyaratan SNI, karena penyerapan air terjadi kurang dari 25%.

6. SARAN

Setelah melaksanakan penelitian ini, dapat disarankan untuk memperhatikan metode pencampuran serat pada saat pembuatan benda uji. Selain itu, penelitian lanjutan dapat dilakukan melalui pengujian kuat tarik belah, uji geser dan uji gravitasi batako, serta pengujian sifat mekanis lainnya.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Meifry S. Rongkonusa yang terlibat dalam pembuatan benda uji batako.

Copyright © 2020, JTST, e-ISSN 2714-7843

DAFTAR PUSTAKA

Alexander, H., dan Mukhlis, (2011), Kajian kuat tekan beton (compressive strength) pada beton dengan campuran abu sabut kelapa (ASK). Rekayasa Sipil Vol. II, Nomor 2.

Febriyanto, H., (2014), Pembuatan Batako Dengan Bahan Tambah Serat Kelapa Sebagai Alternatif, Skripsi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Istiqomah dan Imran I., (2012), Perilaku Lentur Mortar dengan Sabut Kelapa. Jakarta: Seminar Prosiding Universitas Trisakti 1-2 November 2012.

Mallisa, H., (2011), Studi kelayakan kualitas batako hasil produksi industri kecil di kota Palu. Media Litbang Sulteng IV (2): 75-82, Desember 2011.

Mulyono, T., (2004), Teknologi Beton. Yokyakarta: Andi Offset.

Prahara, E., Gouw, T. L., dan Rachmansyah. (2015). Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Dalam Persentase Tertentu Pada Beton Mutu Tinggi. Jakarta Barat.

Prayoga, A., (2019), Analisa Pengaruh Sabut Kelapa Sebagai Bahan Campuran Material Batako Terhadap Uji Kuat Tekan, Skripsi Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

Rumbayan, R., Sudarno, dan Ticoalu, A., (2017), An investigation on the mechanical properties of concrete containing North-Sulawesi's coir fibre, The 2017 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM17).

Rumbayan, R., Sudarno, dan Ticoalu, A., (2019), A study into flexural, compressive and tensile strength of coir-concrete as sustainable building material, MATEC Web Conf., Vol. 258, 2019. International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials (SCESCM 2018).

Rumbayan, R., Sudarno, dan Ticoalu, A., (2020), The Development of Coir- Concrete Blocks Aslightweight Construction Material, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-9 Issue-3.

SNI 03-0349-1989, Bata beton untuk pasangan dinding, Badan Standardisasi Nasional (in Indonesian).

Susilowati, A., Simanullang, K.A., Aprilia, L., (2016). Bata beton (paving block) geopolimer dengan variasi konsentrasi serat sabut kelapa. Politeknologi Vol. 15 No. 1 Januari 2016. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Zulkifly. (2013). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Beton Normal. Kendari.

Copyright © 2020, JTST, e-ISSN 2714-7843