

Karakteristik Mekanik Campuran Panel Dinding Berbahan Dasar Metakaolin dan Serat Bambu

Jenriley M. Paulus¹, Steve Supit², dan Helen Grace Mantiri³

Program Studi Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik sipil, Politeknik Negeri
Manado^{1,3}

Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik sipil, Politeknik Negeri Manado²

E-mail: stevevmsupit@gmail.com

Abstrak

Penelitian yang dilakukan ini berkaitan dengan pengaruh pemanfaatan serat bambu dan metakaolin terhadap sifat mekanik dinding panel yakni kuat tekan dan kuat lentur. Penelitian ini menggunakan serat bambu dengan prosentase 2%, 4%, 6% dari berat semen sebagai bahan tambah pembuatan mortar campuran untuk panel dinding. Material lain yang digunakan adalah foam agent 1% dari berat air dan Metakaolin sebagai bahan substitusi 10% dari berat semen. Penelitian ini dilakukan dalam bentuk eksperimen di Laboratorium Material Politeknik Negeri Manado. Berdasarkan hasil penelitian, komposisi yang menggunakan serat 2% dari berat semen sebagai bahan tambah memberikan nilai kuat tekan tertinggi yakni 5,4 MPa pada umur 28 hari, dan nilai kuat lentur 3,31MPa pada umur benda uji 14 hari. Dapat disimpulkan bahwa komposisi campuran mortar yang dibuat berpotensi untuk digunakan sebagai bagian elemen suatu bangunan dalam hal ini panel dinding non struktural karena memiliki kekuatan yang cukup. Walaupun demikian, perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam rangka menjadikan penggunaan metakaolin dan serat bambu sebagai material pembentuk panel dinding struktural,

Kata kunci: : kuat tekan, kuat lentur, dinding panel, serat bambu , foam agent, metakaolin.

Abstract

This research is related to the effect of the use of bambu fiber and metakaolin on the mechanical properties of the wall panels, namely compressive strength and flexural strength. This study uses variations of bambu fiber which are 2%, 4%, 6% by weight of cement as an additional material in producing mortar for wall panel mixture. Other materials used were 1% foam agent by wt. of water and 10% Metakaolin as a cement replacement. This research was conducted in the form of experimental work at the Manado State Polytechnic Materials Laboratory. Based on the results, a mixture using 2% fiber by weight of cement as an additive material reached the highest compressive strength value of 5.4 MPa at the age of 28 days, and the flexural strength value of 3.31 MPa at 14 days. It can be concluded that the composition of the mortar mixture made has the potential to be used as part of a building element in this case as a non-structural wall panel because of its sufficient strength. However, further research is

still required to improve the quality of wall panel containing metakaolin and bambu fiber for application as a structural element.

Keywords: : *compressive strength, flexural strength, wall panel, bambu fiber, foam agent, metakaolin.*

1. PENDAHULUAN

Dinding panel merupakan suatu komponen non struktural yaitu dinding yang dibuat dari suatu kesatuan blok dinding parsial, yang kemudian dirangkai menjadi sebuah dinding yang kokoh. Pada umumnya dinding lebih familiar dengan material batu bata dengan lapisan mortar di sisi luarnya. Akan tetapi pada kondisi-kondisi tertentu dinding batu bata memiliki kekurangan dari segi pengerjaan yang relatif lama, biaya yang mahal, dan memiliki berat yang lebih. Dinding panel yang ringan, tipis, dan kuat merupakan salah satu material yang cocok untuk membangun rumah yang lebih cepat dan ekonomis.

Terdapat beberapa penelitian di bidang material konstruksi, bahan alam yang biasa digunakan dalam material komposit dapat berupa serat yang berasal dari tumbuhan yaitu serat ijuk (Erlina, 2020), serat eceng gondok (Hadi dan Mataram, 2019) dan serat sabut pinang (Citra dan Mahyudin, 2017), dan juga ada bahan alam berupa bambu yang bisa di manfaatkan untuk membuat penguat campuran mortar. Menurut beberapa penelitian, bambu merupakan salah satu tanaman penghasil serat yang memiliki potensi yang dapat dikembangkan sebagai bahan baku dalam pembuatan panel dan dapat digunakan sebagai penguat dalam material komposit termasuk pembuatan panel ringan.

Melihat akan potensi ini, maka penelitian ini bermaksud menginvestigasi komposisi campuran panel yang menggunakan serat bambu dengan beberapa variasi prosentase berdasarkan hasil pengujian karakteristik campuran melalui uji kuat tekan dan kuat lentur. Dalam penelitian ini, serat bambu dikombinasikan dengan kaolin yang sudah diolah menjadi metakaolin melalui proses kalsinasi dimana kaolin ini menjadi salah satu sumber daya alam di Propinsi Sulawesi Utara yang potensinya tersebar di beberapa daerah seperti Minahasa, Bolmong, Minahasa Selatan, Bitung dan Sitaro, dengan indikasi yang teridentifikasi sebanyak 1 juta ton pada daerah Minahasa dan 7,8 juta ton di daerah Bitung. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menciptakan suatu produk panel dengan material alternatif yang diambil dari lokal Propinsi Sulawesi Utara yang dapat memiliki nilai ekonomis dan ramah lingkungan.

2. DASAR TEORI

2.1 *Kaolin*

Kaolin merupakan salah satu material yang tergolong dalam mineral *pozzolanic*, dilihat dari sifat fisiknya yaitu material tanah liat berwarna putih dan memiliki kandungan zat besi yang rendah. Kaolin pada dasarnya adalah material pozzolan dengan kandungan Silika dan Alumina tinggi yang banyak digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan terhadap campuran semen dan beton dengan penambahan atau substitusi material pozzolan terhadap semen untuk berbagai jenis konstruksi, menunjukkan adanya

peningkatan baik pada sifat-sifat fisik maupun pada kinerja campuran (Waani dan Lintong, 2017).

Riansyam (2017) dalam penelitiannya mendapatkan hasil pemanfaatan metakaolin dalam pembuatan beton sebagai substitusi 12,5% semen dapat meningkatkan kekuatan tekan dan kuat lentur beton. Supit et al, (2020) mengemukakan bahwa pemanfaatan material *pozzolan* seperti abu terbang dan kaolin pada suatu campuran yang tepat berpotensi untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap serangan asam. Dalam hal ini perlu diperhatikan perbandingan rasio air semen dan kalsinasi kaolin sehingga pemanfaatan material ini dapat lebih optimal.

2.1 Serat Bambu

Pemanfaatan serat bambu sebagai material struktur sudah mulai berkembang, selain karena ketersediaannya, serat bambu memiliki karakteristik yang ringan dan lentur sehingga memiliki kuat tarik yang cukup besar. Selain itu, harganya yang relatif murah dengan konsumsi energi yang rendah menyebabkan serat bambu dapat menjadi material yang ramah lingkungan dan berpeluang untuk dijadikan sebagai material konstruksi dalam pembuatan beton karena selama ini yang digunakan hanya terbatas pada serat besi atau baja maupun serat plastik. Adapun mekanisme kerja serat dalam memperbaiki sifat beton menurut (Junnaidy skk, 2017) yaitu dengan cara mendekatkan jarak antar serat dalam campuran beton akan membuat beton lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak.

2.2 Foam Agent

Foam agent merupakan suatu larutan pekat yang dilarutkan dalam air saat penggunaannya. Ketika *foam agent* bereaksi dengan kalsium hidrokoksida yang ada pada pasir dan air, maka akan terbentuk gas hydrogen dalam bentuk gelembung-gelembung udara yang meningkatkan volumenya. Diakhir proses pembusaan, *hydrogen* akan terlepas ke *atmosfir* dan langsung digantikan oleh udara sehingga menyebabkan timbulnya pori-pori yang menyebabkan produk beton dengan tambahan *foam agent* menjadi lebih ringan (Oktaviani dkk, 2015). Dalam penggunaannya pada pembuatan beton ringan, komposisi yang digunakan sangat penting untuk diperhatikan karena akan berpengaruh pada kuat tekan, berat jenis dan porositasnya (Sumiati dkk, 2020).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Komposisi campuran

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat bambu dengan prosentase sebesar 2%, 4%, 6% dari berat semen sebagai bahan tambah, foam agent 1% dan metakaolin 10% dari semen sebagai bahan substitusi. Komposisi campuran yang digunakan adalah semen : pasir : air = 1 : 2 : 0,5. Bambu yang digunakan adalah bambu lokal, jenis bambu betung (*Dendrocalamus asper*) berasal dari Desa Tiwoho, Kecamatan Wori, Minahasa Utara. Tabel 1 menunjukkan komposisi campuran dan kode campuran yang digunakan.

Tabel 1. Komposisi campuran mortar untuk panel dinding

No.	Kode Campuran	Komposisi (Semen:Pasir:Air)	Foam	Serat Bambu	Semen dan Metakaolin
1.	NF (Normal Foam)	NF (1:2:0,5)	1%	-	Semen 100%
2.	MKF (Metakaolin Foam)	MKF (1:2:0,5)	1%	-	Semen 90% dan Metakaolin 10%
3.	SB 2% (Serat Bambu 2%)	SB 2% (1:2:0,5)	1%	2%	Semen 90% dan Metakaolin 10%
4.	SB 4% (Serat Bambu 4%)	SB 4% (1:2:0,5)	1%	4%	Semen 90% dan Metakaolin 10%
5.	SB 6% (Serat Bambu 6%)	SB 6% (1:2:0,5)	1%	6%	Semen 90% dan Metakaolin 10%

3.2 Pemeriksaan Karakteristik Material

Pada tahap pertama sebelum memasuki mix design pada mortar dilakukan pengecekan sifat material, tujuannya untuk memahami sifat fisik dan mekanik material, yang akan mempengaruhi kualitas dari benda uji itu sendiri. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis curah kering, berat jenis jenuh kering permukaan (SSD), berat jenis semu, dan penyerapan air (absorpsi) mengacu pada Standar Nasional Indonesia.

3.3 Kalsinasi Kaolin

Kalsinasi merupakan proses memanaskan suatu benda atau material pada suhu tinggi untuk menghilangkan kandungan yang dapat menguap, namun pemanasan yang dilakukan masih berada dibawah titik lebur material itu sendiri. Proses kalsinasi kaolin ini melibatkan pembakaran material kaolin pada suhu 800°C selama 6 jam. Proses kalsinasi dilakukan pada Laboratorium Teknik Mesin, menggunakan tanur temperatur tinggi. Proses pembakaran (kalsinasi) kaolin menjadi metakaolin dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. a) Tanur untuk kalsinasi kaolin b) Metakaolin yang dihasilkan dari kalsinasi

3.4 Penggilingan Bambu

Bambu yang pada awalnya masih utuh digiling memakai mesin penggiling (Gambar 2(a)) sehingga menghasilkan serat bambu dengan ukuran lolos saringan No.100 seperti terlihat pada Gambar 2(b).



(a) Penggilingan bambu



(b) Serat bambu yang dihasilkan

Gambar 2. Proses pengolahan serat bambu

3.5 Pengujian kuat tekan

Proses kuat tekan benda uji mortar diuji pada 7, 14, dan 28 hari sesuai SNI 03-6825-2002 menggunakan peralatan seperti pada Gambar 3(a) dan dianalisa berdasarkan rumus (1) di bawah ini.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} f'c &= \text{Kuat tekan (MPa)} \\ P &= \text{Beban tekan (N)} \\ A &= \text{Luas penampang benda uji (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

3.6 Pengujian kuat lentur

Proses pengujian kuat lentur pada mortar panel, diuji pada umur 14 hari menggunakan mesin pada Gambar 3(b). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kuat lentur maksimum yang dialami oleh benda uji. Rumus perhitungan kuat lentur mengacu pada SNI 03-4154-1996 sebagaimana pada persamaan (2) di bawah ini.

$$f_{lt} = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} f_{lt} &= \text{Kuat lentur (MPa)} \\ P &= \text{Beban Maksimum (N)} \\ L &= \text{Panjang Bentang (mm)} \\ b &= \text{Lebar Balok(mm)} \\ d &= \text{Tinggi Balok (mm)} \end{aligned}$$



(a)



(b)

Gambar 3. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur benda uji

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

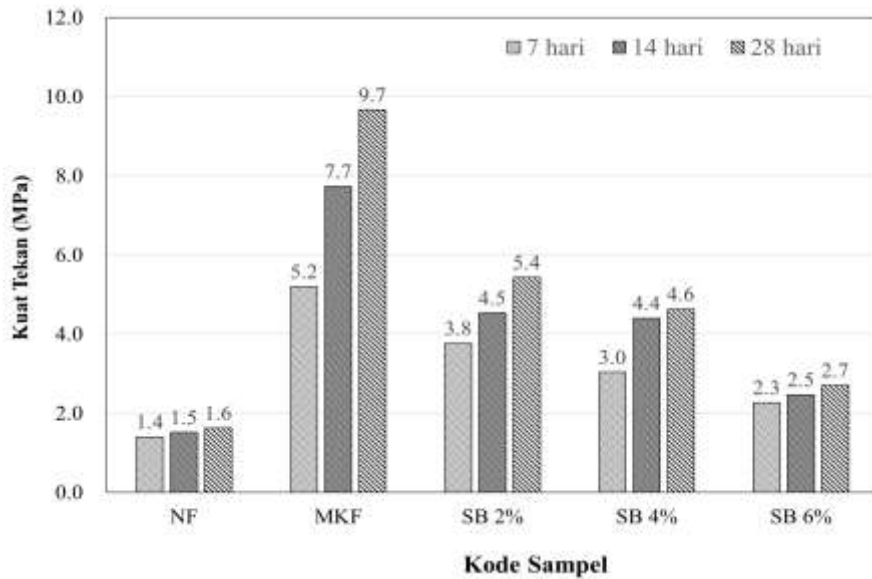
4.1 Hasil pengujian kuat tekan

Hasil pengujian kuat tekan ini ditinjau dari hasil kuat tekan dengan menggunakan serat bambu 2%, 4%, 6% dari berat semen, dengan umur benda uji yaitu 7, 14, dan 28 hari (Gambar 4). Untuk campuran Normal Foam (NF) pada umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 1,4 MPa, pada umur 14 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 1,5 MPa, dan umur ke 28 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 1,6 MPa. Untuk campuran Metakaolin Foam tipe campuran (MKF) memiliki rata-rata nilai kuat tekan tertinggi, untuk umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 5,2 MPa, dan umur 14 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 7,7 MPa, sedangkan untuk umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan paling tinggi yaitu sebesar 9,7 MPa. Dari hasil ini terlihat pengaruh dari metakaolin yang memberikan kepadatan yang lebih tinggi walaupun hanya mengganti sebagian semen sebesar 10%. Hal ini dikarenakan oleh ukuran partikel halus dari metakaolin dan kandungan silika dan alumina yang terkandung didalamnya mempercepat reaksi hidrasi dan menghasilkan produk hidrasi yang berkontribusi pada kekuatan campuran.

Adapun untuk campuran serat bambu tipe campuran SB 2% memiliki nilai kuat tekan rata-rata untuk umur 7 hari memiliki nilai sebesar 3,8 MPa, dan untuk umur 14 hari memiliki nilai sebesar 4,5 MPa, dan umur 28 hari memiliki nilai sebesar 5,4 MPa, sedangkan pada tipe campuran SB 4% memiliki nilai kuat tekan untuk umur 7 hari sebesar 3,0 MPa, dan 14 hari sebesar 4,4 MPa, dan untuk umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 4,6 MPa. Tipe campuran SB 6% memiliki rata-rata nilai kuat tekan paling rendah dari seluruh tipe campuran dengan menggunakan serat bambu untuk umur 7 hari memiliki nilai kuat tekan sebesar 2,3 MPa, umur 14 hari sebesar 2,5 MPa, dan umur 28 hari sebesar 2,7 MPa.

Pada Gambar 4 terlihat nilai rata-rata kuat tekan untuk keseluruhan tipe campuran dimana dari data nilai kuat tekan yang ada pada grafik, nilai kuat tekan yang tertinggi berada di campuran metakaolin foam. Sedangkan ketika menggunakan serat, kuat tekan menurun, namun bisa dilihat pada serat bambu 2% memiliki kuat tekan yang optimum. Penambahan prosentase serat menjadikan kekuatan tekan menjadi semakin menurun. Hal ini dikarenakan oleh semakin banyak serat bambu yang ditambahkan, maka semakin tinggi nilai penyerapan air yang membuat nilai kekuatan menurun sebagaimana juga yang dikemukakan oleh (Handayani et al.,

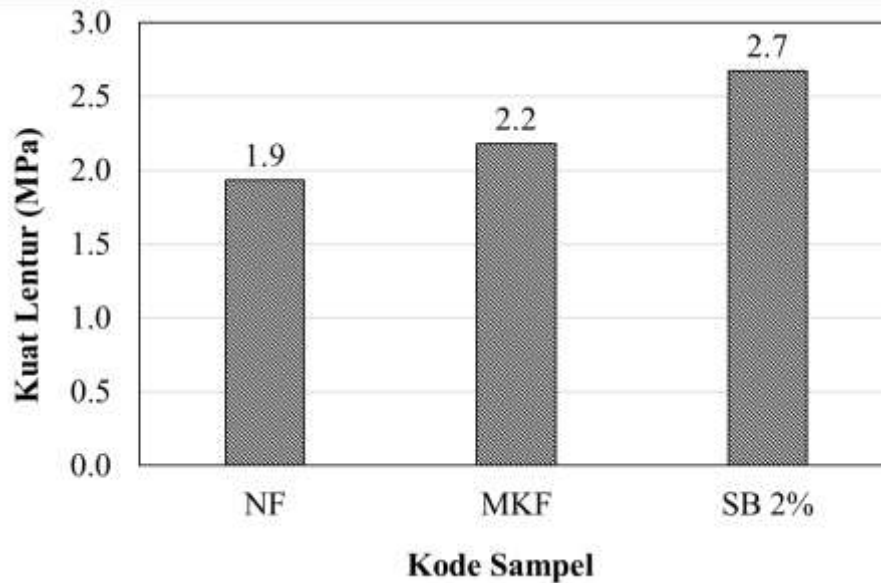
2009) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa semakin banyak penambahan serat bambu akan mengurangi nilai kekuatan. Secara keseluruhan, terlihat bahwa kekuatan tekan menggunakan kombinasi serat dengan metakaolin memiliki kekuatan yang melebihi kekuatan mortar normal dengan rata-rata kekuatan maksimal ada di 5 MPa. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Tjokrodinuljo (1996) dalam Solikin et al, (2020) yakni kekuatan tekan yang umumnya digunakan untuk dinding pemisah atau dinding isolasi adalah 0,35-7 MPa. Adapun pengaruh pemanfaatan serat akan lebih terlihat pada hasil kuat lentur sebagaimana dijelaskan pada bagian 4.2.



Gambar 4. Kuat tekan rata-rata mortar dengan serat bambu

4.2 Hasil pengujian kuat lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur benda uji 14 hari dengan menggunakan komposisi campuran NF, MKF dan untuk campuran dengan serat bambu menggunakan campuran yang memberikan nilai kuat tekan paling tinggi yakni campuran dengan serat bambu 2% (SB 2%). Hasil pengujian kuat lentur dapat terlihat pada Gambar 5. Berdasarkan hasil yang diperoleh terlihat bahwa komposisi SB 2% memiliki rata-rata nilai kuat lentur tertinggi dibandingkan dengan tipe campuran Normal Foam (NF) dan Metakaolin Foam (MKF), pada umur 14 hari dengan nilai kuat lentur sebesar 3,31 MPa menunjukkan bahwa penggunaan serat lebih berperan dalam meningkatkan kuat lentur campuran dibandingkan kekuatan tekan. Peningkatan kuat lentur SB 2% adalah sebesar 71% jika dibandingkan dengan campuran NF. Adapun berdasarkan nilai kuat lentur yang diperoleh, campuran mortar dapat digunakan dalam pembuatan panel dinding ringan non struktural karena memiliki kekuatan lentur < 10 MPa. Jika berdasarkan SNI 03-2104-1991 tentang panel serat, kekuatan lentur yang diperoleh sudah memenuhi ketentuan karena melebihi kekuatan minimal yang disyaratkan yakni 5-17 kg/cm². Dalam pelaksanaan campuran menggunakan serat bambu perlu diperhatikan kelecakan campuran karena dapat berpengaruh pada tingkat kepadatan benda uji yang mempengaruhi kuat tekan dan kuat lenturnya (Sidabutar dan Tarigan, 2014).



Gambar 5. Hasil kuat lentur mortar pada umur 14 hari

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa nilai kuat tekan rata-rata pada benda uji serat 2%, 4% dan 6% terhadap berat semen masing-masing adalah 5,4 MPa, 4,6 MPa, dan 2,7 MPa dimana nilai kuat tekan dari serat dengan 2% lebih tinggi dibandingkan campuran normal dengan semen menggunakan foam. Pada hasil kuat lentur diperoleh hasil bahwa campuran yang menggunakan serat memiliki nilai yang paling tinggi, walaupun rendah pada kuat tekan tetapi menggunakan serat lebih berpengaruh pada kuat lentur. Walaupun demikian perlu dilakukan pengujian lanjutan khususnya dalam memperhitungkan penggunaan foam guna mendapatkan produk panel dinding yang ringan. Dilain pihak, penggunaan metakaolin tanpa menggunakan foam dapat dikombinasikan dengan serat bambu dan berpotensi untuk menjadi produk panel yang ramah lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian, campuran mortar ini dapat digunakan untuk pembuatan panel dinding ringan non struktural

6. SARAN

Diperlukan pengujian lanjutan tentang prosentase foam agent yang dapat digunakan dalam campuran mortar untuk panel dinding ringan. Selain itu, pengujian panel dapat dikembangkan dalam bentuk benda uji dengan dimensi panel yang sebenarnya sehingga dapat diketahui dengan jelas kekuatan arah horizontal dan vertikal panel yang sebenarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kepala Laboratorium Material Bpk. Ventje B. Slat, ST, MT dan Kepala Laboratorium Struktur Bpk. Vicky Assa, SST, MT Sipil bersama para pegawai, dan juga Kepada Laboratorium Teknik Mesin di Politeknik Negeri Manado yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Citra, F,Y, dan 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, Oktober 2017.
- Erlina, (2020). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kekuatan Mortar Beton Paving Block, *Civil Engineering and Technology Journal*, Vol. 2, No. 1, hal. 1-11, <https://doi.org/10.47200/civetech.v15i1.712>.
- Hadi, S, dan Mataram, U. (2019). Pengaruh Penambahan Serbuk Eceng Gondok Terhadap Kuat Tekan Beton. *Journal Media Bina Ilmiah*, Vol. 14, No.1, hal. 1949-1956.
- Handayani, W., Bachtiar, G., & Nasution, N. (2010). Pemanfaatan Serat Bambu Pada Pembuatan Panel Serat Semen Sebagai Alternatif Dinding Penyekat Ruangan. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, Vol.5, No, 1, DOI: <https://doi.org/10.21009/jmenara.v5i1.8067>.
- Junnaidy, R., Masdar, A. D., Marta, R., & Masdar, A. (2017). *Seminar Nasional Strategi Pengembangan Infrastruktur ke-3 (SPI-3) Institut Teknologi Padang*. 27, 978–602. <https://doi.org/10.21063/SPI3.1017.131-135>
- Riansyam. A, B, (2017) Pemanfaatan Kalsinasi Kaolin (Metakaolin) Sebagai Substitusi Sebagian Semen Dengan Bahan Tambah Superplasticizer Terhadap Sifat MekanikBeton. SKRIPSI Jurusan Struktur, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Oktaviani, P., Abrar, A., & Fadli, W. (2015). Studi Eksperimental Pembuatan Batu Bata Ringan Dengan Memakai Additive Foam Agent. *Prosiding 2nd Andalas Civil Engineering National Conference*, 139–145.
- Sidabutar, R, dan Tarigan, Y.Z. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton, *Jurnal Teknik Nommensen*, Vol. 1, No, 2. hal. 65-83.
- SNI 03-2104-1991. Papan Semen Wol Kayu. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-4154-1996. Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji Sederhana yang dibebani Terpusat Langsung. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6825-2002. Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen. Badan Standarisasi Nasional.
- Solikin, M, Naufal, M, Asroni, A, dan Setiawan. (2020). Tinjauan kuat lentur dinding panel mortar Styrofoam berlubang pada sambungan kolom berbentuk persegi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, ISSN: 2459-9727.
- Sumiati, Mahmuda, Sukarman, Siswa Indra. (2020) Pengaruh *Foam Agent* dan *Polycarboxylate* Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural, *Jurnal Teknik Sipil*, Politeknik Negeri Lhoksumawe, Vol.12, No.1, DOI: <http://dx.doi.org/10.30811/portal.v12i1.1824>.

- Supit, S, Sondakh, F, dan Waworuntu, R. (2020). Ketahanan Sulfat dan Laju Korosi Beton yang Menggunakan Kaolin dan Abu Terbang, *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, Politeknik Negeri Manado, Vol. 2, No.1, DOI: <http://dx.doi.org/10.47600/jtst.v2i1.239>.
- Waani, J, dan Lintong, E, (2017). Substitusi Material Pozolan Terhadap Semen pada Kinerja Campuran Semen, *Jurnal Teknik Sipil*, Institut Teknologi Bandung, Vol. 24, No.3, <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.3.7>