

Penambahan Bahan Limbah Abu Sekam Padi Pada Campuran Batako Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur

Fitri Muliyani Simatupang¹, Meilandy Purwandito², Irwansyah³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl. Meurandeh Langsa Lama Kota Langsa
email: fitrimuliyanisimatupang97@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl. Meurandeh Langsa Lama Kota Langsa
email: meilandy@unsam.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Jl. Meurandeh Langsa Lama Kota Langsa
email: irwansyah@unsam.ac.id

ABSTRAK

Bata beton pejal adalah bata yang memiliki penampang pejal 75 % atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75 % volume bata seluruhnya. Banyaknya kebutuhan batako pejal sebagai bahan konstruksi tentu berakibat peningkatan kebutuhan material pembentuknya, sehubungan dengan hal itu maka penelitian melakukan metode eksperimen untuk percampuran pembuatan batako pejal dengan bahan tambahan limbah abu sekam padi. Limbah pertanian padi untuk bahan campuran bata beton ternyata mampu meningkatkan daya kuat teka (Simanjuntak, P.,2000). Tujuan yang dilakukan dari tugas akhir ini untuk mengetahui sifat mekanis (kuat tekan, kuat lentur dan daya serap air) batako dengan bahan campuran abu sekam padi. Dari hasil penelitian didapatkan nilai daya serap air tertinggi ada pada variasi 0% dengan nilai 9,324% dan nilai terendah ada pada variasi 10% dengan nilai 4,131%, maka nilai resapan air batako optimal yang digunakan dalam penelitian ini adalah pada variasi IV. Untuk nilai kuat tekan pada umur 14 hari yang paling tinggi pada persenan 0% berada diantara 6 - 10,5 Mpa sedangkan yang paling rendah berada pada komposisi 10% berada diantara 4,5 - 5,833 Mpa. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil kuat tekan batako pejal menghasilkan uji tekan antara 4,5 – 10,5 Mpa yang masih berada diatas ambang SNI 03-0349-1989 yaitu > 2 Mpa. Untuk nilai kuat lentur yang paling tinggi pada kuat lentur pada komposisi 0% 0,753 Mpa sedangkan yang paling rendah berada pada komposisi 5% dengan nilai 0,327 Mpa. Dari hasil rata-rata pengujian kuat lentur tidak ada yang melewati syaratkan ASTM C 67-03.

Kata kunci: Abu sekam padi, Batako, kuat tekan, kuat lentur dan daya serap air

1. PENDAHULUAN

Bata beton pejal adalah bata yang memiliki penampang pejal 75 % atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75 % volume bata seluruhnya. Bata beton pejal dibedakan klasifikasinya berdasarkan kuat tekannya yang bervariasi dari 25 kg/cm² s/d 100 kg/cm². Persyaratan mutu meliputi tampak luar, dimensi, toleransi dan syarat fisis (SNI 03-0348-1989).

Banyaknya kebutuhan batako pejal sebagai bahan konstruksi tentu berakibat peningkatan kebutuhan material pembentuknya. Sehubungan dengan hal itu maka dilakukan penelitian sebagai upaya untuk menentukan sumber alam lain sebagai bahan alternatif pengganti yang efisien dalam jumlah besar dan ekonomis. Bahan alternatif tersebut didapat dengan cara memanfaatkan limbah-limbah industri dan pertanian padi, yang selama ini dibiarkan dan dibuang begitu saja. Contohnya limbah pertanian padi untuk bahan campuran bata beton ternyata mampu meningkatkan daya kuat tekan (Simanjuntak, P.,2000). Oleh sebab itu penulis mencoba berinisiatif memanfaatkan limbah dari sekam padi tersebut menjadi bahan pengganti semen pada campuran bahan pembuatan batako pejal. Sekam padi yang digunakan sebagai pengganti

sebagian semen pada batako, akan dibakar hingga menjadi abu, sehingga diduga efektif dan mampu mempengaruhi kuat tekan batako karena kandungan senyawa yang dimilikinya mirip dengan semen yaitu mengandung banyak SiO₂(48%) sedangkan komposisi kimia yang terkandung dalam abu sekam padi memiliki kandungan silika (SiO₂) lebih besar dari 85%. Dengan demikian diperlukan upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu alternatif untuk memanfaatkan limbah sekam padi tersebut penelitian memanfaatkan abu sekam padi menjadi bahan campuran batako. Dari penelitian Arifal Hidayat proposi abu sekam padi yang digunakan sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton rencana K-225 Kg/cm² sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan sedangkan pada penambahan abu sekam 10% kekuatannya cenderung menurun. Mekanis diputuskan oleh penulis dalam proposi abu sekam padi sebesar 0% , 2,5% , 5%, 7,5% dan 10%, sebagai substitusi semen pada percampuran pembuatan batako pejal. Apakah kuat tekannya bisa lebih naik atau menurun pada pembuatan batako pejal yang direncanakan berada pada SNI 03- 0349-1989 dan menguji kuat lentur batako pejal non struktural.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik batako dengan campuran bahan abu sekam padi. Dan untuk mengetahui sifat mekanis (kuat

tekan, kuat patah, daya serap air) batako pejal dengan bahan campuran abu sekam padi.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi Pengambilan Sempel tanah tambak di lakukan di desa Kuala Langsa, Kec. Langsa Barat, Kota Langsa.



Gambar1. Lokasi pengambilan abu sekam padi
Sumber : Google Earth (18 Desember 2018)

Untuk melaksanakan penelitian diperlukan beberapa tahap yang harus dilakukan. Adapun tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut :
Pembuatan bahan dilakukan di Laboraturium Fakultas Teknik Universitas Samudra, yang berlokasi di Gp. Meurandeh Kec. Langsa Lama.

Tabel 1. Tahapan lokasi penelitian

No	Aktifitas	Lokasi	Keterangan
1.	Persiapan Bahan Material Pembuatan Sampel Batako	Lab Prodi Teknik Sipil UNSAM	Material, Campuran Sampel dan Cetakan
2.	Pengujian Fisik Dan Mekanis Batako	Lab Prodi Teknik Sipil UNSAM	Ukuran, Tampak, Kuat tekan Dan Daya Serap Air
3.	Pengujian Mekanis Pada Batako	Politeknik Negeri Loksumawe	Kuat lentur

Tahapan Penelitian

Untuk Melaksanakan penelitian diperlukan beberapa tahap yang harus dilakukan. Adapun tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Pengumpulan Bahan

Pengumpulan bahan dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Adapun pengumpulan bahan sebagai berikut:

- a. Semen Portland, diperoleh dari usaha dagang bahan-bahan material bangunan
- b. Pasir , diperoleh dari usaha dagang bahan-bahan material bangunan

- c. Abu Sekam Padi diperoleh dari kilang-kilang padi yang berada dikota Langsa dan sekitarnya. yang kemudian dibakar dan abu dari sekam tersebut diambil dan di saring. Abu sekam padi digunakan sebagai bahan tambah sebanyak 0%, 2,5%, 5%, 7,5% , 10% dari total semen yang digunakan

2. Pembuatan Benda Uji

Siapkan pasir dan semen sesuai takaran per sampel batako lalu tambah kan bahan aditif Abu sekam padi yang telah lolos ayakan no. 200 sebagai pengurangan kadar semen pada pembuatan batako pejal sesuai dengan proporsi yang ditentukan kemudian aduk hingga rata serta tambahkan air sesuai dengan kadar air hingga adonan tersebut merata. Campuran tersebut dicetak kedalam cetakan batako, kemudian cetakan langsung di lepas dan dianginkan terlebih dahulu selama 3 hari didalam suhu ruangan lalu dijemur dibawah sinar matahari selama 11 hari.

3. Pengujian Benda Uji

Pengujian yang di lakukan adalah uji sifat fisik dan uji sifat mekanis. Pengujian sifat fisik meliputi sifat tampak, ukuran, Dan pengujian sifat mekanis yaitu uji kuat tekan, uji kuat lentur, dan uji daya serap air.

3. HASIL dan PEMBAHASAN

Pengujian analisa saringan abu sekam padi

Tabel 2. Hasil analisa saeingan abu sekam padi

No.	Saringan	Tertahan saringan (gr)	Jumlah tertahan (gr)	Jumlah Persenan	
				Tertahan %	Lewat %
1	No 200 (0,074 mm)	8760	8760	62,58	37,42
	Pan	5240	14000	37,42	0
	Jumlah	14000			

Hasil pengujian analisa saringan abu sekam padi Untuk mengetahui ukuran butir yang lewat dan tertahan pada saringan no 200 mm.



Gambar 2. Abu sekam padi

Hasil ayakan abu skam padi yang telah dilakukan di laboratorium Universitas Samudra dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil penyaringan abu sekam padi (ASP)

Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan, ASP yang lolos saringan no 200 sebanyak 24,01%. Ukuran ASP bervariasi mulai yang lebih besar dari 0,5 µm (mikrometer) sampai 300 µm. Angka ini menunjukkan bahwa ASP yang disaring tidak semua lolos pada saringan 200 mm dikarenakan ukuran butirannya lebih kasar dari ukuran saringan

Pengujian sifat fisik batako pejal

Pengujian tampak dilakukan dengan cara memeriksa beberapa bagian dari batako yaitu: Pemeriksaan Cacat dan Retak Permukaan Batako.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan sifat fisik batako pejal

Benda uji	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Ketajaman Sudut	Warna	Keadaan Permukaan
Normal (1)	40	20	10	Tidak Baik	Abu abu	Tidak rata dan kasar
(2)	40	20	10	Tidak Baik	Abu abu	Tidak dan kasar
(3)	40	20	10	Baik	Abu abu	Rata dan kasar
(4)	40	20	10	Baik	Abu abu	Rata dan halus
(5)	40	19	10	Baik	Abu abu	Rata dan halus

Pengujian daya serap air batako pejal



Gambar 3. Pengujian daya serap air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air yang dapat diresap oleh batako pejal, kemudian termasuk dalam standar SNI 03-0349-1989, Badan standarisasi Nasional atau tidak. Pada pengujian penyerapan air ini, masing-masing dipakai 2 (dua) buah batako pejal untuk tiap proporsinya direndam dalam air sampai jenuh selama 24 jam, kemudian ditimbang beratnya. Contoh uji dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama (satu) hari, kemudian ditimbang berat keringnya.

Hasil uji daya serap air batako pejal, menggunakan persamaan seperti dibawah ini.

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \dots (1)$$

dengan :
mb = massa basah benda uji (gr)

mk = massa kering benda uji (gr)

Tabel 4. Hasil perhitungan daya serap air sampel batako pejal variasi 0%

Benda Uji	Massa Kering (gram)	Massa Basah (gram)	Daya Serap Air (%)
1	14150	15200	7,420
2	14250	15850	11,228
Rata-Rata			9,324

Contoh perhitungan:

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{15200 - 14150}{14150} \times 100\% = 7,420\%$$

Tabel 5. Hasil rekapitulasi pengujian daya serap air batako pejal.

No	Sampel abu sekam padi	Daya serap air (%)	Penyerapan Air Maksimum SNI 03-0349-1989	Keterangan
1	0%	59,827	Tidak Terbatas	Memenuhi
2	2,5%	54,152	Tidak Terbatas	Memenuhi
3	5%	42,444	Tidak Terbatas	Memenuhi
4	7,5%	35,095	Tidak Terbatas	Memenuhi
5	10%	28,494	Tidak Terbatas	Memenuhi

Dilihat dari tabel 4. nilai daya resapan air batako tertinggi ada pada variasi 0% dengan nilai 59,827% dan nilai terendah ada pada variasi 10% dengan nilai 28,494%, maka nilai resapan air batako optimal yang digunakan dalam penelitian ini adalah pada variasi IV. Hasil variasi IV menunjukkan nilai resapan air batako masih memenuhi persyaratan SNI 03-0349-1989 karna hasil variasi IV untuk batako pejal tidak terbatas daya serap airnya.



Gambar 4. Grafik Daya Serap Air Pada Batako Dari ASP

Gambar 4 menunjukkan nilai presentasi abu sekam padi 0% memiliki resapan air tertinggi, sedangkan presentase 10% memiliki resapan air terendah. Nilai resapan air air mengalami penurunan seiring penambahan abu sekam padi. Hal ini disebabkan karena penyerapan abu sekam padi. Hal ini disebabkan karena penyerapan air abu sekam padi sebesar 1,85% dan tergolong dalam penyerapan air rendah, sedangkan nilai resapan air pasir sebesar

5,04%. Penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa nilai resapan air abu sekam padi lebih rendah dari pada nilai resapan air pasir, karena pori-pori abu sekam padi lebih kecil daripada pasir sehingga rongga udara pada campuran batako saat proses pengadukan terisi oleh abu sekam padi dan mengakibatkan rongga udara pada campuran batako menjadi berkurang.

Syarat nilai resapan air maksimum untuk batako berlubang menurut SNI 03-0349-1989 mutu I sebesar 25%, mutu II 35% dan untuk mutu III serta IV tidak ada batasan nilai maksimumnya. Sehingga berdasarkan gambar 4.1 di atas nilai resapan air batako pejal masih memenuhi syarat.

Pengujian kuat tekan batako pejal ASP

Pengujian kuat tekan batako pejal dilakukan pada umur 14 hari terhadap batako kontrol dengan penambahan abu sekam padi 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Pengujian ini dilakukan berdasarkan Tabel 2.3 SNI 03-0349-1989 dapat dilihat pada hal 13.



Gambar 5. Pengujian kuat tekan batako pejal

Hasil uji kuat tekan batu bata, menggunakan persamaan seperti dibawah ini.

$$\text{Kuat Tekan } (\sigma) = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

- F : Beban maksimum (N)
- A : Luas penampang (mm²)
- σ : kuat tekan benda uji (N/mm²).

Tabel 6. Hasil perhitungan kuat tekan sampel batako pejal 0%

Benda uji	Dimensi (mm)	Gaya tekan (KN)	Hasil (N)	Kuat Tekan (MPa)
1	150 x 100	155	155000	10,333
2	150 x 100	160	160000	10,667
Rata rata				10,500

perhitungan:

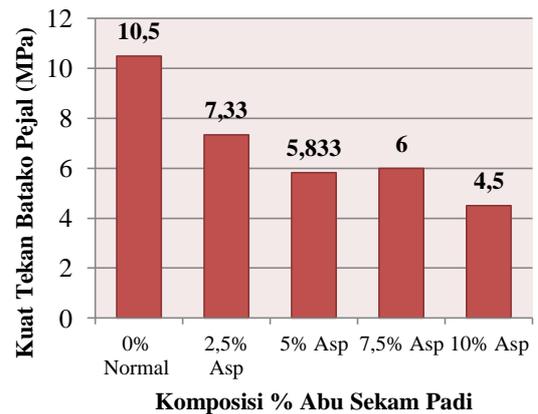
$$\text{Kuat Tekan } (\sigma) = \frac{155000}{15000} = 10,333 \text{ N/mm}$$

Ket. A = 150 cm² x 100 cm² = 15000 mm²

$$P = 155 \text{ KN} = 155000 \text{ N}$$

Tabel 7. Hasil rekapitulasi pengujian kuat tekan batako pejal ASP

No	Sampel abu sekam padi	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Maksimum SNI-3-0349-1989 (MPa)	Persentase Selisih Kuat Tekan (%)	Keterangan
1	0%	10,5	3,7	6,8	Memenuhi
2	2,5%	7,333	3,7	3,633	Memenuhi
3	5%	5,833	3,7	2,133	Memenuhi
4	7,5%	6	3,7	2,3	Memenuhi
5	10%	4,5	3,7	0,8	Memenuhi



Gambar 6. Grafik Kuat Tekan

Gambar 3. Menyatakan besaran kuat tekan batako pejal dari 5 sampel dari 5 komposisi campuran yang paling tinggi besaran kuat tekannya pada komposisi 0% berada di 10,5 MPa sedangkan yang paling rendah berada pada komposisi 10% berada di 4,5 MPa. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil kuat tekan batako pejal menghasilkan uji tekan masih berada diatas ambang SNI 03-0349-1989 yaitu > 3,7 MPa sehingga dari sisi kuat tekan batako pejal abu sekam padi ini dapat direkomendasikan sebagai pengganti batako biasa.

Pengujian kuat lentur batako pejal

Pengujian kuat lentur batako pejal dilakukan pada umur 14 hari terhadap batako kontrol dengan penambahan sekam padi 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%.



Gambar 7. Pengujian kuat lentur batako

Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM C 67-03 bisa dilihat pada hal 14, dengan menggunakan persamaan seperti dibawah ini.

$$\sigma_{\text{lentur}} = \frac{300.P}{bh^2}$$

(2.3)

dengan: P = Gaya pada puncak beban (N).

300 = Jarak antara tumpuan (cm).

b = Lebar benda uji (cm).

h² = Tinggi benda uji (cm).

Tabel 8. Hasil pengujian kuat lentur batako

Benda uji	Dimensi (mm)	Gaya lentur (KN)	Hasil (N)	Kuat Lentur (MPa)
1	320 x 100	9,446	9446	0,708
2	320 x 100	10,657	10657	0,799
Rata rata (MPa)				0,753

perhitungan:

$$\sigma_{\text{lentur}} = \frac{300.9446}{20000^2} = \frac{2833800}{4000000} = 0,708 \text{ N/mm}$$

Ket. P = 9,446 KN = 9446 N

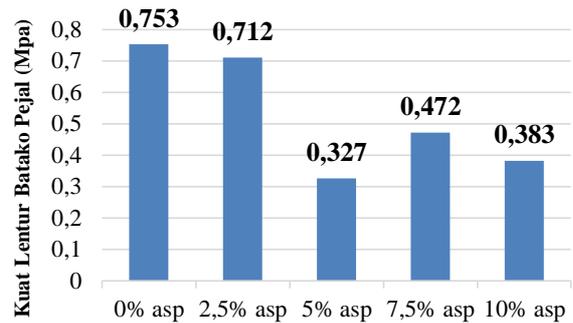
$$b.h^2 = 10 \text{ cm} \times 20^2 \text{ cm}$$

Tabel 9. Rekapitulasi pengujian kuat lentur batako pejal ASP

No	Sampe l abu sekam padi	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Maksimum ASTM C 67-03 (MPa)	Persentase Selisih Kuat Lentur (%)	Keterangan
1	0%	0,753	1,50	0,747	Tidak Memenuhi
2	2,5%	0,712	1,50	0,788	Tidak Memenuhi
3	5%	0,327	1,50	1,173	Tidak Memenuhi
4	7,5%	0,472	1,50	1,028	Tidak Memenuhi
5	10%	0,383	1,50	1,117	Tidak Memenuhi

Berdasarkan Tabel 8. menyatakan bahwa nilai kuat lentur pada batu bata dari tanah tambak dengan campuran abu kulit kakao dalam perhitungan diatas

didapat hasil untuk nilai sampel variasi 10% adalah 0,33 N/mm², sampel variasi 15% adalah 0,45 N/mm², sampel variasi 20% adalah 0,54 N/mm² dan sampel variasi 25% adalah 0,70 N/mm².



Persenan ASP Pada Campuran Batako Pejal

Gambar 8. Grafik kuat lentur

Berdasarkan persyaratan ASTM C-6703 batako yang baik memiliki kuat lentur berada pada batasan 1,50 – 3,50 MPa, jika dilihat dari gambar 7 menyatakan hasil pengujian kuat lentur yang tertinggi berada pada komposisi 0% sebesar 0,753 MPa dan yang terendah berada pada komposisi 5% sebesar 0,327 MPa. Dimana komposisi pada semua campuran material yang tidak masuk batasan persyaratan ASTM C 67-03.

4. PENUTUP Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- (1). Ukuran rata-rata untuk batako menggunakan ASP adalah 40 x 20 x 10 cm. Penambahan ASP tidak mempengaruhi ukuran pada produk batako. Nilai kuat tekan optimum pada batako didapat pada proporsi abu sekam padi persenan 0% berada di 10,5 MPa sedangkan yang paling rendah berada pada komposisi 10% berada di 4,5 MPa. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil kuat tekan rata-rata batako pejal menghasilkan uji tekan yang masih berada diatas ambang SNI 03-0349-1989 yaitu > 3,7 MPa.
- (2). Pada pengujian kuat lentur maksimum terjadi pada penambahan abu sekam padi komposisi 0% 0,753 MPa sedangkan yang paling rendah berada pada komposisi 5% dengan nilai 0,327 MPa. Dari hasil rata-rata pengujian kuat lentur tidak ada yang melewati syaratkan ASTM C 67-03.
- (3). Hasil pengujian daya serap air pada batako pejal ASP yang paling tinggi tertinggi ada pada variasi 0% dengan nilai 9,324% dan nilai terendah ada pada variasi 10% dengan nilai 4,131%, maka nilai resapan air batako optimal yang digunakan dalam penelitian ini adalah pada variasi IV.

Saran

Setelah mempelajari hasil penelitian, maka didapatkan saran-saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut agar lebih baik, maka dari itu penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut : Untuk menghasilkan penelitian yang lebih sempurna, maka disarankan sebagai berikut:

- (1). Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan pengujian umur yang lebih panjang untuk mengetahui nilai kuat tekan batu bata non bakar diumur yang lebih membandingkan kuat tekan dan lentur dalam jangka hari yang ditentukan karena semakin lama pengeringan batako semakin besar nilai kuat tekan dan lenturnya.
- (2). Penelitian ini menggunakan cetakan batako manual oleh karena itu batako kurang sempurna dan tidak efisien dari segi waktu. Untuk penelitian selanjutnya agar didapatkan hasil batako yang lebih baik dan efisien sebaiknya menggunakan cetakan batako yang semi otomatis.
- (3). Perlu dipilih teknik pencampuran pada saat proses pembuatan batako supaya semua bahan dapat tercampur menjadi satu adonan batako.
- (4). Untuk menghasilkan kualitas batako yang baik, maka seluruh proses perancangan, persiapan bahan dan alat serta proses pengerjaan batako sampai proses perawatan perlu diperhatikan dengan sangat teliti.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adytia Eko Sutrisno, Dwi Kartikasari, 2017, *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton*, Jurnal CIVILLA Vol 2 No 2. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan, Lamongan.
- ASTM C 67-03, *Standard Test Methods For Sampling And Testing Brick And Structural Clay Tile*
- Badan Standarisasi Nasional, 2002, *SNI 03-2491-2002: Metode pengujian kuat tarik belah beton*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2004, *SNI 15-2049-2004: Semen Portland*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Frick Heinz, Koesmartadi, 1999, *Ilmu Konstruksi Bangunan I*, Penerbit Kanisius (Anggota IKAPI), Yogyakarta
- Jeni Paresa, Hn airulla, 2015, *Perlakuan Campuran Batako Dengan Menggunakan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Aditif*, Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha Vol. 4 No. 3, Desember 2015 ISSN 2089-6697. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Musamus.
- Murdock, L. J. & Brook, K. M., 1986, *Bahan dan Praktek Kerja Beton*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Rahman, 2016, *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Pada Batako Sebagai Bahan Pembuat Dinding*, Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Samsudin, Sugeng Dwi Hartantyo, 2017, *Studi Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton*, Jurnal Teknik A Vol.19 No.2, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan, Lamongan.
- Slamet Budirahardjo, Agung Kristiawan, Agustina Wardani, 2014, *Pemanfaatan Abu Sekam Padi Pada Batako*, Prosiding SNST Fakultas Teknik Vol. 1, No 1. Program Studi Teknik Sipil, Universitas PGRI, Semarang
- Triastuti, Ananto Nugroho, 2014, *Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Mekanik Beton Busa Ringan*, Jurnal Teknik Sipil Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil Vol.3, No.5. Pusat Penelitian Biomaterial – LIPI, Bogor.