

## Analisis Kuat Tekan Bata Foam Menggunakan Pasir Laut Petanahan Dengan Variasi Bahan Aditif Sesuai SNI-03-6882-2002

Agung Nusantoro\*, Nurmansyah Alami, Teguh Triyanto

Universitas Muhammadiyah Purworejo

[agungnusantoro@umpwr.ac.id](mailto:agungnusantoro@umpwr.ac.id)\*

**Abstrak.** Kabupaten Kebumen memiliki garis pantai yang cukup panjang dan merupakan daerah yang kaya akan pasir, namun dalam pemanfaatannya masih kurang maksimal, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan pasir laut. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kuat tekan dan berat optimum bata foam menggunakan pasir laut dengan bahan tambah aditif. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu eksperimental, yakni dengan membuat bata foam dengan pasir laut petanahan untuk mencari kuat tekan dan berat optimum yang diuji pada umur 28 hari. Pada pembuatan benda uji ada 5 variasi aditif yaitu 80%, 90%, 100%, 110%, dan 120% dari mix design. Hasil kuat tekan optimum rata-rata bata foam umur 28 hari yaitu pada sampel PLD dengan variasi 110% aditif sebesar 1,38 MPa. Hasil berat rata-rata optimum yakni terdapat pada sampel PLD dengan variasi 110 % sebesar 803, 94 kg/m<sup>3</sup>. Semakin banyak penggunaan aditif maka dapat meningkatkan kuat tekan sekaligus bata foam dan mencapai nilai optimum pada variasi 110 %. Apabila penggunaan berlebihan seperti dalam sampel PLE variasi 120 % maka akan mengalami penurunan kuat tekan dan berat.

**Kata Kunci :** bata foam, kuat tekan, pasir laut.

**Abstrack.** *The area of Kebumen Regency has a fairly long coastline. The coastal area is an area that is rich in sand, but its utilization is still not optimal, it is necessary to conduct research on sea sand. This study aims to find the optimum compressive strength and weight of batafoam using sea sand with additives added. The method used in this research is experimental, namely by making brick-foam with ground sea sand to find the optimum compressive strength and weight tested at the age of 28 days. In the manufacture of test objects there are 5 variations of additives, namely 80%, 90%, 100%, 110%, and 120% of the mix design. The results of the optimum compressive strength of the 28-day-old Batafoam are the PLD samples with a variation of 110% additive of 1.38 MPa. The optimum average weight results were found in the PLD sample with a 110% variation of 803, 94 kg / m<sup>3</sup>. The more the use of additives, it can increase the compressive strength as well as brick foam and reach the optimum value at a variation of 110%. If overuse, such as in the PLE sample, the variation of 120% will decrease the compressive strength and weight.*

**Keyword :** foam brick, compressive strength, sea sand

## 1. Pendahuluan

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia semakin meningkat seiring dengan bertambahnya populasi penduduk. Setiap kegiatan manusia tidak lepas dari bangunan seperti perumahan, kantor-kantor, pabrik-pabrik, rumah sakit, dan lain lain. Mendirikan suatu bangunan selain harus kuat atau aman juga harus seefisien mungkin, dari segi biaya dan waktu pelaksanaan

Kabupaten Kebumen memiliki garis pantai yang cukup panjang. Daerah pantai merupakan daerah yang kaya akan pasir, tetapi pasir laut tidak dianjurkan untuk digunakan sebagai bahan pembuatan beton bertulang. Hal ini disebabkan kandungan garam yang dapat mempercepat korosi pada tulangan sehingga beton tidak lagi mempunyai kekuatan maksimum dan akan mengakibatkan kerusakan pada beton bahkan bisa mengakibatkan robohnya bangunan tersebut. Akan tetapi, pasir laut dapat dimanfaatkan untuk pekerjaan beton tidak bertulang, seperti pada beton lantai dan dinding. Pada penelitian ini penulis mencoba untuk meneliti pasir laut Petanahan dengan variasi bahan tambah aditif dalam pembuatan bata foam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berat dan kuat tekan optimum bata foam dengan menggunakan pasir laut Petanahan dengan bahan tambah aditif. Bata foam adalah suatu inovasi bahan pengisi dinding, yang dipilih karena selain ringan, juga dinilai lebih kuat, presisi lebih tinggi, dan efisien bila dibandingkan dengan bata merah maupun batako (Haryanti, 2015). Bata foam didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus (pasir), semen, air, dan dengan ditambah bahan campuran foaming agent. Menurut Tjokrodimulyo (2007), beton disebut ringan apabila beratnya kurang dari 1800 kg/m<sup>3</sup>.

Ada 2 jenis bata ringan yang sering digunakan pada dinding bangunan, yaitu *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dan *Celluler Lightweight Concrete* (CLC). Kedua jenis bata foam ini terbuat dari bahan dasar semen, pasir, dan kapur, yang berbeda adalah cara pembuatannya. Dikutip dari Lee, (2005) bata ringan Tipe AAC gelembung udara pada bata dibuat dengan cara memberikan tepung alumina pasta. Sedangkan menurut Kristanti dan Tansajaya (2008) bata ringan tipe CLC adalah beton selular yang mengalami proses curing secara alami. CLC adalah beton konvensional dimana agregat kasar (kerikil) digantikan oleh udara, dalam prosesnya menggunakan busa organik yang sangat stabil dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan, foam atau busa berfungsi sebagai media untuk membungkus udara (Wijayanti, 2012).

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimental. Pengujian material dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purworejo dan pembuatan sampel dilakukan di CV. Mutiara Jaya Precast, Kutowinangun Kabupaten Kebumen. Penelitian pada bata foam ini menggunakan variasi aditif dan pasir laut yang diambil dari pantai Petanahan Kabupaten Kebumen. Jarak pengambilan sampel dari bibir pantai antara 250 m – 350 m, *mix design* yang digunakan dari CV. Mutiara Jaya Precast.

Dalam penelitian ini direncanakan membuat benda uji bata foam dengan variasi aditif 80%, 90%, 100%, 110% dan 120% dari *mix design* CV. Mutiara Jaya Precast, adapun variasi campuran dapat dilihat pada Tabel 1. Jumlah benda uji masing-masing variasi sebanyak 5 buah sehingga total benda uji sebanyak 50 buah. Benda uji tersebut akan diuji kuat tekan pada umur 28 hari menggunakan *foaming agent*, dan adanya bahan tambahan aditif Consol. Dengan ukuran benda uji 10 x 20 x 60 cm, kemudian dipotong menjadi ukuran 5 x 5 x 5 cm sesuai SNI-03-6882-2002.

**Tabel 1.** Variasi Campuran Benda Uji

Kode Sampel Bata foam	Variasi aditif (%)	Perbandingan volume Semen, Pasir, Air, Aditif (lt)	Jumlah Benda uji umur 28 hari
PLA	80%	1 : 8 : 2,6 : 0,0080	10
PLB	90%	1 : 8 : 2,6 : 0,0090	10
PLC	100%	1 : 8 : 2,6 : 0,0100	10
PLD	110%	1 : 8 : 2,6 : 0,0110	10
PLE	120%	1 : 8 : 2,6 : 0,0120	10
Total			50

Sumber : hasil penelitian

### 3. Hasil Penelitian

Hasil pengujian kandungan lumpur dalam pasir sungai lukulo adalah 3% dan pasir laut Petanahan adalah 2% menunjukkan bahwa pasir dapat digunakan untuk bahan pembuatan bata foam karena memenuhi syarat sebagai agregat halus dengan jumlah kandungan lumpur < 5%.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat jenis pasir sungai kering tungku sebesar 2,53 gr/cm<sup>3</sup> dan berat jenis pasir sungai Lukulo SSD (*Saturated Surface Dry*) sebesar 2,59 gr/cm<sup>3</sup> memenuhi syarat berat jenis agregat yaitu 2,40-2,90 gram/cm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa berat jenis pasir kering tungku sebesar 2,40 gr/cm<sup>3</sup> dan berat jenis pasir SSD (*Saturated Surface Dry*) sebesar 2,48 gr/cm<sup>3</sup> memenuhi syarat berat jenis agregat yaitu 2,40-2,90 gram/cm<sup>3</sup>.

Kuat tekan mortar bata foam, dihitung menggunakan cara sebagai berikut.

- a. P maks = 2,7 ( kN ) x 101,97 = 275,32 kg
- b. A = 25 cm<sup>2</sup>
- c. Kuat tekan mortar = (P maks)/A  
= 275,32/25  
= 11,01 kg/cm<sup>2</sup>

Dengan cara seperti huruf c., dihitung kuat tekan mortar untuk benda uji lainnya , sehingga didapatkan hasil seperti pada huruf d.

- d. Kuat tekan rata-rata = (6,93+7,34+8,16+8,57+8,97+9,38 +9,79+10,20+11,01)/10  
= 8,89 kg/cm<sup>2</sup>
- e. Kuat tekan rata-rata (MPa), 1 kg/cm<sup>2</sup> = (9,81/100) MPa  
= 8,89 x (9,81/100)  
= 0,87 Mpa

Berat bata foam dihitung sesuai dengan langkah langkah sebagai berikut ini.

- a. Volume Satuan = Panjang x Lebar x Tinggi  
= 60 cm x 10 cm x 20 cm  
= 12000 cm<sup>3</sup>  
= 0,012 m<sup>3</sup>
- b. Berat Satuan = 9,70 kg
- c. Berat per kg/m<sup>3</sup> = 9,70/0,012  
= 807,92 kg/m<sup>3</sup>

Hasil uji kuat tekan mortar bata foam PS dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2.** Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Batafoam PS

Nomor Sampel	Luas Benda Uji (cm <sup>2</sup> )	Berat Sampel ( gr )	Hasil Uji Tekan ( kN )	Kuat Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata- rata	MPa
1	25	99	2,3	234,53	9,38		
2	25	97	2,1	214,14	8,57		
3	25	94	1,8	183,55	7,34		
4	25	109	2,7	275,32	11,01		
5	25	97	2,0	203,94	8,16	8,89	0,87
6	25	104	2,3	234,53	9,38		
7	25	94	1,7	173,35	6,93		
8	25	98	2,5	254,93	10,20		
9	25	97	2,2	224,33	8,97		
10	25	101	2,1	214,14	8,57		

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar batafoam pasir sungai umur uji 28 hari didapat nilai kuat tekan tertinggi 11,01 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan kuat tekan terendah yaitu 6,93 kg/cm<sup>2</sup> dan rata-rata kuat tekan mortar bata foam pasir sungai sebesar 8,89 atau setara dengan 0,87 MPa. Hasil uji kuat tekan mortar bata foam sampel PLA dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3,** Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Bata Foam Sampel PL

Nomor Sampel	Luas Benda Uji (cm <sup>2</sup> )	Berat Sampel ( gr )	Hasil Uji Tekan ( kN )	Kuat Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-rata	MPa
A1	25	86	2,0	203,94	8,16		
A2	25	86	2,1	214,14	8,57		
A3	25	89	2,4	244,73	9,79		
A4	25	87	2,3	234,53	9,38		
A5	25	82	1,6	163,15	6,53	8,48	0,83
A6	25	86	2,1	214,14	8,57		
A7	25	85	1,7	173,35	6,93		
A8	25	85	1,8	183,55	7,34		
A9	25	89	2,5	254,93	10,20		
A10	25	87	2,3	234,53	9,38		

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar batafoam sampel PLA umur uji 28 hari didapat nilai kuat tekan tertinggi 10,20 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan kuat tekan terendah yaitu 6,53 kg/cm<sup>2</sup> dan rata-rata kuat tekan mortar bata foam pada sampel PLA sebesar 8,52 atau setara dengan 0,84 MPa. Hasil uji kuat tekan mortar bata foam sampel PLB dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Batafoam Sampel PLB

Nomor Sampel	Luas Benda Uji (cm <sup>2</sup> )	Berat Sampel ( gr )	Hasil Uji Tekan ( kN )	Kuat Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata- rata	MPa
B1	25	91	2,9	295,71	11,83		
B2	25	91	2,9	295,71	11,83	10,12	0,99

Nomor Sampel	Luas Benda Uji (cm <sup>2</sup> )	Berat Sampel (gr)	Hasil Uji Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-rata	MPa
B3	25	87	2,3	234,53	9,38		
B4	25	89	2,5	254,93	10,20		
B5	25	86	2,2	224,33	8,97		
B6	25	90	2,5	254,93	10,20		
B7	25	86	2,6	265,12	10,60		
B8	25	89	2,2	224,33	8,97		
B9	25	89	2,4	244,73	9,79		
B10	25	87	2,3	234,53	9,38		

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar bata foam sampel PLB umur uji 28 hari didapat nilai kuat tekan tertinggi 11,83 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan kuat tekan terendah yaitu 8,97 kg/cm<sup>2</sup> dan rata-rata kuat tekan mortar bata foam pada sampel PLB sebesar 10,12 kN atau setara dengan 0,99 MPa. Hasil uji kuat tekan mortar bata foam sampel PLC, dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Bata Foam Sampel PLC

Nomor Sampel	Luas Benda Uji (cm <sup>2</sup> )	Berat Sampel (gr)	Hasil Uji Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-rata	MPa
C1	25	85	2,7	275,32	11,01		
C2	25	87	2,9	295,71	11,83		
C3	25	90	3,1	316,11	12,64		
C4	25	86	2,8	285,52	11,42		
C5	25	98	3,4	346,70	13,87		
C6	25	91	3,2	326,30	13,05	12,44	1,22
C7	25	87	2,9	295,71	11,83		
C8	25	90	3,0	305,91	12,24		
C9	25	96	3,3	336,50	13,46		
C10	25	93	3,2	326,30	13,05		

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar batafoam sampel PLC umur uji 28 hari didapat nilai kuat tekan tertinggi 13,87 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan kuat tekan terendah yaitu 11,01 kg/cm<sup>2</sup> dan rata-rata kuat tekan mortar batafoam pada sampel PLC sebesar 12,44 kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan 1,22 MPa. Hasil uji kuat tekan mortar bata foam sampel PLD, dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar batafoam sampel PLD umur uji 28 hari didapat nilai kuat tekan tertinggi 16,72 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan kuat tekan terendah yaitu 11,42 kg/cm<sup>2</sup> dan rata-rata kuat tekan mortar batafoam pada sampel PLD sebesar 14,11 kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan 1,38 MPa. Hasil uji kuat tekan mortar bata foam sampel PLE, dapat dilihat pada Tabel 7

**Tabel 6.** Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Batafoam Sampel PLD

Nomor Sampel	Luas Benda Uji (cm <sup>2</sup> )	Berat Sampel (gr)	Hasil Uji Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-rata	MPa
D1	25	120	3,9	397,68	15,91		
D2	25	122	4,1	418,08	16,72		
D3	25	100	3,4	346,70	13,87		
D4	25	103	3,7	377,29	15,09		
D5	25	90	2,8	285,52	11,42		
D6	25	92	3,0	305,91	12,24		
D7	25	96	3,3	336,50	13,46	14,11	1,38
D8	25	95	3,2	326,30	13,05		
D9	25	98	3,4	346,70	13,87		
D10	25	116	3,8	387,49	15,50		

Sumber : hasil penelitian

**Tabel 7.** Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Batafoam Sampel PLE

Nomor Sampel	Luas Benda Uji (cm <sup>2</sup> )	Berat Sampel (gr)	Hasil Uji Tekan (kN)	Kuat Tekan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-rata	MPa
E1	25	84	2,1	214,14	8,57		
E2	25	85	2,2	224,33	8,97		
E3	25	87	1,8	183,55	7,34		
E4	25	85	2,7	275,32	11,01		
E5	25	84	2,3	234,53	9,38		
E6	25	86	2,1	214,14	8,57	9,30	0,91
E7	25	86	2,6	265,12	10,60		
E8	25	83	2,6	265,12	10,60		
E9	25	85	1,9	193,74	7,75		
E10	25	87	2,5	254,93	10,20		

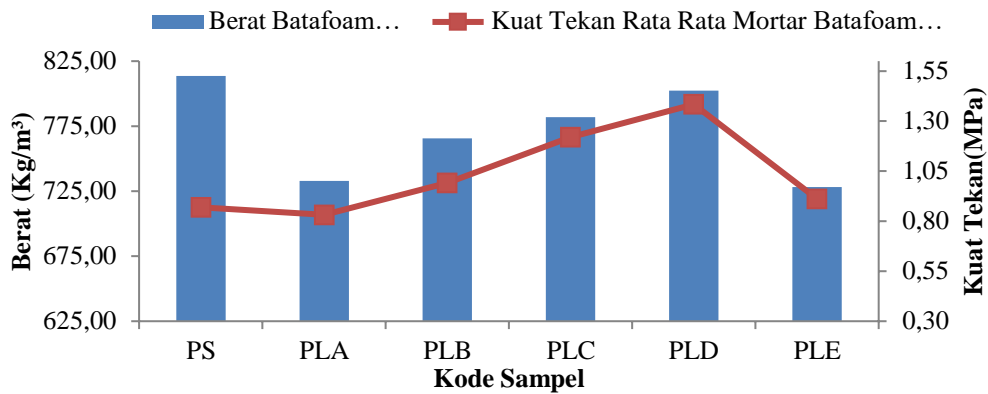
Sumber : hasil penelitian

Dari hasil pengujian untuk 5 variasi campuran bata foam dengan menggunakan pasir laut dan bata foam menggunakan campuran pasir sungai didapatkan kuat tekan rata-rata masing-masing campuran yang dapat di lihat pada Tabel 8. Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa empat variasi campuran bata foam dengan pasir laut mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi.

**Tabel 8.** Kuat Tekan Rata-Rata dan Berat Bata Foam

Kode Sampel	Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Bata foam (MPa)	Berat Bata Foam (Kg/m <sup>3</sup> )
PS	0.87	813.73
PLA	0.83	732.75
PLB	0.99	765.68
PLC	1.22	781.93
PLD	1.38	802.26
PLE	0.91	728.22

Sumber : hasil penelitian



**Gambar 1.** Grafik Berat Bata Foam

Kuat tekan rata-rata tertinggi dari semua sampel terdapat pada sampel PLD dengan penggunaan aditif 110% dan mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 58,62% dari mix design yang digunakan pada pembuatan bata foam yang menggunakan pasir sungai. Pada sampel PLA dengan variasi aditif 80% ternyata mengalami penurunan kuat tekan sebesar 3,44%, dikarenakan fungsi dari aditif kurang maksimal yang pemakaiannya hanya 80% dari mix design yang digunakan. Pada sampel PLB dengan variasi 90% mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 13,79% dari bata foam pasir sungai. Pada sampel PLC dengan variasi aditif 100% mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 28,79% dari bata foam pasir sungai. Sedangkan pada sampel PLE dengan variasi aditif 120% mengalami kuat tekan lebih rendah dibandingkan dengan bata foam pada sampel PLB, PLC, dan PLD tapi masih mempunyai kuat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan bata foam sampel PS dan mengalami peningkatan sebesar 4,59%.

Kuat tekan optimum terdapat pada sampel PLD dengan variasi aditif consol 110% dengan kuat tekan rata-rata sebesar 14,11 kN atau setara dengan 1,38 MPa, sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada sampel PLA dengan variasi aditif 80% dengan kuat tekan rata-rata sebesar 8,52 kN setara dengan 0,84 MPa. Hasil kuat tekan batafoam sampel PLA lebih rendah sebesar 3,44% dibandingkan dengan batafoam pasir sungai.

Pada hubungan berat dan kuat tekan batafoam rata-rata sampel PS dengan variasi aditif 100% hasil kuat tekan 0,87 MPa, sedangkan pada batafoam pasir laut penggunaan aditif 100% hasil kuat tekan rata-rata yaitu 1,22 MPa. Pada batafoam pasir sungai ternyata kuat tekan yang dihasilkan lebih rendah daripada yang sama-sama penggunaannya dengan batafoam pasir laut. Butiran pasir sungai yang kasar juga berpengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang sudah dilaksanakan maka dapat disimpulkan sebagai berikut ini :

- a. Hasil uji kuat tekan optimum terdapat pada sampel PLD dengan variasi aditif 110%, semakin banyak penggunaan aditif maka dapat meningkatkan kuat tekan bata foam dan mencapai nilai optimum pada variasi 110%. Apabila penggunaan berlebihan seperti dalam sampel PLE variasi 120% maka akan mengalami penurunan kuat tekan.
- b. Berat optimum dari semua sampel terdapat pada sampel PLD dengan penggunaan aditif 110%, semakin banyak penggunaan aditif dapat meningkatkan berat dari bata foam dan mencapai nilai optimum pada variasi 110%. Apabila penggunaan aditif terlalu sedikit berat yang dihasilkan akan semakin ringan seperti pada sampel PLA variasi 80% dan ketika penggunaan melebihi nilai optimum maka berat yang dihasilkan juga lebih rendah.

## Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional, 1989. *SNI 03-0349-1989 : Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1969-1990 : *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*
- Badan Standarisasi Nasional, 1994. *SNI 03-3449-1994 : Beton Ringan, Tata Cara Pembuatan Campuran Dengan Agregat Ringan*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. *SNI 03-6825-2002 : Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-6861.1-2002 : Spesifikasi bahan bangunan bagian a (bahan bangunan bukan logam)
- Dwiworo, 2019. *Kinerja Pasir Laut Jatimalang, Keburuan, dan Ketawang Terhadap Kuat Tekan Beton*, Purworejo: Laporan Skripsi. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Haryanti, N.H. 2015. Kuat Tekan Bata Ringan Dengan Bahan Campuran Abu Terbang PLTU Asam Asam Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Fisika Flux*, 2(1), pp. 20-30.
- Eban, K.K., Utomo, S., Simatupang, P. H., 2018. Perbandingan Kuat Tekan Bata Ringan CLC Menggunakan Pasir Gunung Bolong dan Pasir Takari. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), pp. 163-170.
- Krisanti, N., dan Tansajaya, A., 2008. *Studi Pembuatan Cellular Lightweight Concrete (CLC) dengan Menggunakan Beberapa Foaming Agent*, Surabaya: Laporan Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Kristen Petra.
- Lee, A., 2005. AAC (*Autoclaved Aerated Concrete*)
- Haryanti, N. H. dan Wardhana, H., 2015. Pengaruh Komposisi Campuran Pasir Silika dan Kapur Tohor Pada Bata Ringan Berbahan Limbah Abu Terbang Batubara. *Jurnal Fisika Indonesia*, 21(3), pp.
- Prayako, A dan Widodo, W., 2008. *Analisis Density Bata Foam Terhadap Kuat Desak Beton Ringan*, Purworejo. Laporan Skripsi. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Tjokrodimulyo, K., 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- Wijayanti, W., 2012. *Membuat Genteng dengan Batu Bata*. Tangerang: Tirtamedia