

# HEXALOCK BRICK : INOVASI BATAKO PENDUKUNG KONSEP PRE-FEBRICATE BUILDING YANG RINGAN, EKONOMIS DAN RAMAH LINGKUNGAN

Samsu Adi Nugroho <sup>a</sup>, Muhammad Dikri Fadilah <sup>b</sup>, Thesalonika Br Ginting <sup>c</sup>, Asri Nurdiana <sup>d</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

## Corresponding Author:

Samsu Adi Nugroho  
Universitas Diponegoro, Semarang,  
Indonesia  
Email:  
[samsunugroho13@gmail.com](mailto:samsunugroho13@gmail.com)

## Keywords:

Batako ringan, pre-fabricate  
building, hexalock brick

**Abstract:** *The construction material innovation that will be discussed in this publication is a lightweight brick with the HexaLock Brick model. This brick was made from cement, sand, and styrofoam waste. The concept used in this brick is a lock system with a hexagonal design that is more stable than ordinary brick shapes. From the results of the tests that have been done, it was found that HexaLock Brick has several advantages compared to ordinary brick, which are lighter, more efficient filler, smaller water absorption, smaller thermal resistance, and faster construction time.*

Copyright © 2019 POTENSI-UNDIP

## 1. PENDAHULUAN

Inovasi di industri konstruksi terus berkembang. Inovasi ini dapat dilihat dalam hal metode pelaksanaan proyek konstruksi maupun dalam hal perkembangan material konstruksi. Dalam inovasi di bidang material, saat ini terdapat beberapa penemuan baru yang sudah dikaji.

Inovasi material konstruksi yang akan dibahas berfokus pada batako ringan. Batako adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk masa padat. Pada keadaan normal perbandingan antara semen : pasir (agregat halus) : kerikil (agregat kasar) = 1 : 1,5 : 2,5. Batako yang dibuat dengan agregat normal adalah batako normal, yaitu yang mempunyai berat isi 2.200 -2.500 kg/m<sup>3</sup> (SK.SNI.T - 15 - 1990). Kekuatan tekannya sekitar 15 - 40 MPa (Sihombing, 2009).

Beberapa penelitian saat ini berfokus pada inovasi batako yang lebih ringan. Batako ringan dalam pengertian umum adalah batako yang memiliki berat satuan berkisar antara 600 - 1850 kg/m<sup>3</sup>. Styrofoam sangat mudah dijumpai karena banyak digunakan terutama sebagai pembungkus alat elektronik. Batako ringan tanpa pori, yaitu batako ringan yang dihasilkan dengan menambah agregat ringan dalam proses pembuatannya (Saputro, 2017).

Simbolon (2009) mengkaji karakteristik batako ringan yang terbuat dari styrofoam dan semen. Hasil pengujian menunjukkan komposisi terbaik batako ringan ini adalah 80% Styrofoam dan 20% pasir, dengan waktu pengeringan selama 28 hari. Pada komposisi tersebut, batako ringan yang dihasilkan memiliki densitas 0,91 gr/cm<sup>3</sup>, penyerapan air = 10,4%, kuat tekan = 2,8 MPa, kuat tarik = 0,21 MPa, dan kuat patah = 0,6 MPa. Semakin banyak kandungan Styrofoam yang digunakan maka berat jenis semakin kecil, namun kuat tekan dan kuat lenturnya semakin kecil. Untuk penggunaan di lapangan besarnya kandungan Styrofoam yang dapat digunakan untuk mencapai berat jenis dengan kuat tekan tertentu akan tergantung juga dari jumlah semen yang dipakai dalam campuran (Satyarno, 2004).

Saputro (2017) mengkaji proporsi styrofoam terhadap pasir merapi dan pengaruhnya pada kuat tekan dan kuat lentur batako ringan. Batako yang diteliti dibuat dari campuran semen, pasir, dan styrofoam. Dari hasil pengujian didapat hasil batako dengan rasio styrofoam 30% dan 45% mempunyai kekuatan yang memenuhi klasifikasi III (SNI 03-0349-1989), dan batako dengan rasio styrofoam 45% lebih disarankan karena lebih ringan.

Siombing (2009) mengkaji batako ringan yang dibuat dari *sludge* (limbah padat) industri kertas – semen. Adapun komposisi batako ringan ini adalah bahan agregat berbasis *sludge*, pasir, dan semen sebagai matrik perekat. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa batako ringan dengan variasi komposisi terbaik adalah 60% (volume) *sludge* dan 40% (volume) pasir. Pada komposisi tersebut, batako ringan yang dihasilkan memiliki densitas 1,56 gr/cm<sup>3</sup>, penyerapan air = 31,7%, kuat tekan = 9,1 MPa, kuat tarik = 1,83 MPa, dan kuat patah = 1,19 MPa.

Bahan campuran lain pada batako ringan adalah sekam padi. Campuran sekam padi membuat bobot batako lebih ringan, tetapi kuat tekannya juga semakin rendah (Sumaryanto, Satyarno, dan Tjokrodimulyo, 2009).

Beberapa inovasi telah banyak dikaji dalam material batako ringan. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menganalisis inovasi dari batako ringan dengan model *Hexalock Bricks* sebagai inovasi material bangunan dinding ringan yang kuat serta tahan gempa. Konsep yang digunakan dalam batako ini adalah sistem *lock* (pengunci) dengan desain berbentuk segienam yang lebih stabil dari bentuk batako biasa. Bahan untuk pembuatan batako ini merupakan limbah styrofoam yang ringan sehingga menghasilkan dinding yang ringan, ramah lingkungan dan ekonomis.

## 2. DATA DAN METODE

### 2.1. Data

Pengujian material batako ringan model *Hexalock Bricks* menggunakan bahan semen, pasir, dan styrofoam. Adapun ukuran sampel yang diuji adalah panjang = 28 cm, lebar = 14 cm, dan tebal = 10 cm.

### 2.2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan membuat benda uji serta melakukan pengujian di dalam laboratorium. Pengujian yang dilakukan adalah :

1. Kuat tekan
2. Pengujian termal
3. Daya serap air
4. Ketahanan terhadap api

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*HexaLock Brick* adalah inovasi material dinding ringan tahan gempa dengan teknologi pengunci (*lock*). Sistem penguncinya dengan prinsip lego sehingga akan kuat walau tidak menggunakan perekat batako atau mortar yang biasa digunakan pada batu bata atau bata ringan biasa. Desain dari *HexaLock Brick* berbentuk segienam seperti sarang lebah, sehingga dengan bentuk ini batako akan lebih kuat dalam sistem penguncinya. Karena mengunci pada 6 sisi serta disetiap sambungan hanya mengikat 3 batako, sehingga sistem ini pengunci batako akan lebih efektif dan pasti kuat. Bahan yang digunakan dalam batako ini ringan styrofoam, pasir dan semen sehingga akan aman jika ditempatkan pada dinding.. Bahan campuran *HexaLock Brick* yaitu terdiri dari semen, zeolit, pasir, dan styrofoam.

### 3.1 Semen

Semen berperan sebagai bahan pengikat utama pada batako, kandungan C3S (Tricalcium silicate), C2S (Dicalcium Silicate), C3A (Tricalcium Aluminat), C4AF (Tetracalcium Alumino Ferit) bereaksi hidrasi dengan H<sub>2</sub>O (air) menghasilkan hasil hidrasi berupa C-S-H berupa gel dan Ca(OH)<sub>2</sub> (Kapur).



Semen yang digunakan pada pengujian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut.

**Tabel 1** Hasil Pengujian Semen Sebagai Material *HexaLock Brick*

Berat Jenis (t/m <sup>3</sup> )	Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> /g)	Waktu Ikat (jam:mnt)		Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )		
		Ikat awal	Ikat Akhir	H3	H7	H28

3,15	3289	1:58	2	22,6	31,6	38,7
<b>Komposisi (%)</b>						
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C	MgO	SO <sub>3</sub>	Lain-lain
21,7	5,7	3,2	6	2,8	2,2	1,3

### 3.2 Zeolit

Zeolit merupakan mineral alumina terhidrat yang tersusun atas tetrahedral-tetrahedral alumina (AlO<sub>4</sub><sup>-</sup>) dan silika (SiO<sub>4</sub><sup>-</sup>) yang membentuk struktur bermuatan negatif dan berongga terbuka/pori. Muatan negatif pada kerangka zeolit dinetralkan oleh kation yang terikat lemah. Selain kation, rongga zeolit terisi oleh molekul air yang berkoordinasi dengan kation.

Rumus Zeolit adalah  $M_x/n[(AlO_2)_x(SiO_2)_y].mH_2O$ . Dimana M adalah kation bervalensi n  $(AlO_2)_x(SiO_2)_y$  adalah kerangka zeolit yang bermuatan negatif. H<sub>2</sub>O adalah molekul air yang terhidrat dalam kerangka zeolit. Adapun pengujian zeolite pada material penyusun *HexaLock Brick* adalah sebagai berikut.

**Tabel 2** Hasil Pengujian Zeolit pada Material *HexaLock Brick*

<b>Komposisi</b>	<b>% Berat</b>
SiO <sub>2</sub>	78,83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,50
K <sub>2</sub> O	2,27
Na <sub>2</sub> O	1,07
MgO	1,95
CuO	2,14

### 3.3 Pasir

Butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada batako, namun demikian peranan agregat pada batako sangatlah penting. Menurut SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Pasir yang digunakan adalah Pasir Muntilan dengan hasil pengujian material sebagai berikut.

**Tabel 3** Pengujian Analisa Saringan Pasir Ex. Muntilan

<b>Diameter saringan (mm)</b>	<b>Sisa pada setiap saringan</b>				<b>Sisa Kumulatif (%)</b>	<b>lolos (%)</b>
	<b>Percobaan ke. I(gr)</b>	<b>Percobaan ke. II(gr)</b>	<b>Rata-rata</b>			
			<b>Gr</b>	<b>(%)</b>		
9.52	-	-				100
4.75	59.85	51.1	55.48	5.55	5.55	94.45
2.36	73.25	81.25	77.25	7.73	13.28	86.72
1.18	163.2	169.75	166.48	16.66	29.94	70.06
0.6	205.75	208.8	207.28	20.74	50.68	49.32
0.25	224.3	228.65	226.48	22.66	73.34	26.66
0.15	134.7	137.95	136.33	13.64	86.98	13.02
0.08	55.3	49.2	52.25	5.23	92.21	7.79
0	83.2	72.45	77.83	7.79	100	0
Jumlah	999.95	999.15	999.35	100		

Dari hasil pengujian didapat nilai Modulus Kehalusan Butir ( FM ) = 8,61. Dan pengujian lain adalah sebagai berikut.

**Tabel 4** Hasil Pengujian Pasir Ex. Muntilan

No	Jenis Analisa	Hasil Analisa rata-rata
1	Modulus Kehalusan	2,6
2	Kadar Lumpur	1,13%
3	Kandungan Organik	Warna Na OH: no 5, Bening
4	Berat Jenis SSD	2,54
5	Berat Isi Asli ( Gembur )	1,36 kg/dm <sup>3</sup>
6	Berat Isi Asli ( Padat )	1,45 kg/dm <sup>3</sup>
7	Berat Isi SSD ( Gembur )	1,47 kg/dm <sup>3</sup>
8	Berat Isi SSD ( Padat )	1,63 kg/dm <sup>3</sup>
9	Kadar air	4,02%
10	Penyerapan	1,20%

### 3.4 Styrofoam

Plastik dan styrofoam adalah jenis sampah yang tak mudah terurai di tanah. Meski menjadi musuh bagi lingkungan, styrofoam tidak bisa lepas dari kehidupan manusia. Sampah styrofoam ini masih bisa dipakai sebagai bahan baku batako yang sudah pasti ramah lingkungan. Batako ini juga tahan gempa, karna mempunyai berat yang ringan sehingga berat struktur berkurang. Selain bahannya yang ringan, batako dengan menggunakan styrofoam sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar ini mempunyai keuntungan yang lain yaitu biaya pembuatan yang murah karena memanfaatkan bahan limbah, batako menjadi isolator panas yang baik, batako menjadi peredam suara yang baik, tahan terhadap cuaca.

**Tabel 5** Hasil Pengujian Styrofoam Sebagai Material *HexaLock Brick*

Komponen fisik	Hasil
berat jenis	1.05
berat satuan	13-16 kg/m <sup>3</sup>

Adapun mix design dari pengujian *HexaLock Brick* adalah sebagai berikut :

MIX DESIGN			
<b>SPESIFIKASI</b>	:	Mutu Beton	: <b>fc' 40 Mpa</b>
		Slump dilapangan	10 cm dengan toleransi 2 cm
		Ukuran maksimum agregat kasar	20 mm
MATERIAL		Specific Gravity	
Agregat Halus	:	Pasir Alam ex Merapi	SSD 2.54
Agregat Kasar	:	Styrofoam	SSD 0.04
Semen	:	Semen Gresik Type 1 ex Gresik	3.15
		zeolit powder	2.30
Water	:	Artetis	1.00
Aditif	:	Viscocrete	SSD 1.07
RENCANA PERHITUNGAN			

w/c	:	0.40			
Air Bebas	:	68	kg/m <sup>3</sup>	:	68.0 dm <sup>3</sup>
Kadar Semen	:	170	kg/m <sup>3</sup>	:	54.0 dm <sup>3</sup>
filler	: zeolit powder	:	30	kg/m <sup>3</sup>	: 13.04 dm <sup>3</sup>
Additif	: F	1.20		:	1.91 dm <sup>3</sup>
Volume Pasta				:	136.9 dm <sup>3</sup>
Volume Agregat		1000	-	136.9	: 863.1 dm <sup>3</sup>
Agregat Halus	:	80	%	:	1753.8 kg/m <sup>3</sup>
Styrofoam		20	%	:	6.9 kg/m <sup>3</sup>
		100	%	Density	: 2030.7 kg/m <sup>3</sup>

Sedangkan hasil pengujiannya didapat sebagai berikut :

From	: Universitas Diponegoro											
Subject	: Job Mix Penelitian											
	Mutu : fc' 40 Mpa Slump : 10 ± 2 cm						Mak Size : 30 mm Time Distance : 60 menit					
Material	Agregat Proporsion	Specific Gravity	Absorption	MC	Solid Vol.	Mix Design	Job Mix M3					Sat.
	%	SSD	%	%	M <sup>3</sup>	Per m <sup>3</sup>	1	0.02	5	7.5	0.0044	
FAS						0.40						
Water	-	1.00	-	-	0.068	68	25	0.50	125	187	0.11	lt
PC - I	-	3.15	-	-	0.05	170	170	3	850	1275	0.75	kg
Zeolit Powder	-	2.58	-	-	0.03	30	30	0.6	150.0	225.0	0.13	kg
AGREGAT												
sand	80.0	2.54	1.100	3.58	0.69	1754	1797	36	8984	13476	7.92	kg
Styrofoam	20.0	0.04	1.000	0.75	0.17	7	7	0	34	52	0.03	kg
ADD. F	-	1.07	-	-	-	1.91	1.91	0.0	9.5	14.3	0.008	lt
DENSITY					1.0150	2031	2031	41	10153	15229	9	kg/m <sup>3</sup>
Note:												
* Slump												
* PC I												
* Sand	: ex. Merapi											
* Gravel	: ex. Jepara											

Spesifikasi teknis *HexaLock Brick* yang diuji adalah sebagai berikut :

- Panjang = 28 cm
- Lebar = 14 cm

- c) Tebal = 10 cm
- d) Berat Jenis Kering =  $1540 \text{ kg/m}^3$
- e) Berat Jenis Normal =  $1599.4 \text{ kg/m}^3$
- f) Kuat Tekan =  $\geq 4 \text{ N/m}^2$
- g) Konduktivitas Termal =  $0,14 \text{ w/mK}$

Keunggulan Batako *HexaLock Brick* ini adalah bobot ringan dibandingkan batako biasa, pemasangan praktis karena menggunakan sistem *lock*, konduktivitas termal mampu mereduksi suhu ruangan dan menahan panas, serta struktur yang kedap air. Perbandingan batako *hexalock* dengan batako biasa antara lain :

1. Batako *HexaLock Brick* mempunyai kecepatan konstruksi sebesar  $40\text{m}^2/\text{hari}$  sedangkan batako  $20\text{m}^2/\text{hari}$
2. Batako *HexaLock Brick* mempunyai daya serap air sebesar  $4-6 \text{ kg/m.h}$  sedangkan batako sebesar  $22-30 \text{ kg/m.h}$
3. Batako *HexaLock Brick* hanya cukup dengan spesi 2 mm (jika perlu guna sambungan kolom/sloof/ringbalok) sedangkan batako 5-10 mm
4. Batako *HexaLock Brick* mempunyai insulasi panas sebesar  $0,14 \text{ w/mK}$  sedangkan batako sebesar  $0,65 \text{ w/mK}$
5. Batako *HexaLock Brick* mempunyai ketahanan terhadap api selama  $> 3\text{jam}$  sedangkan batako hanya 3 jam.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, maka didapati bahwa Batako *HexaLock Brick* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan batako biasa, yaitu lebih ringan, lebih hemat spesi, daya serap air lebih kecil, hambatan termal lebih kecil, dan waktu pelaksanaan konstruksi lebih cepat.

#### 5. REFERENSI

- Saputro, I. T. (2017). Formulasi Proporsi Styrofoam Terhadap Pasir Merapi Dan Pengaruhnya Pada Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Batako Ringan. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 3(1).
- Satyarno, I. (2004). Penggunaan Semen Putih untuk Beton Styrofoam Ringan (BATAFOAM). Seminar Nasional Program Swadaya Teknik Sipil FT UGM.
- Sihombing, B. (2009). Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan yang Dibuat dari Sludge (Limbah Padat) Industri Kertas-Semen. Tesis Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan
- Simbolon, T. (2009). *Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan yang Terbuat dari Styrofoam-Semen*. Tesis Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara Medan
- Sumaryanto, D., Satyarno, I., & Tjokrodimulyo, K. (2009, November). Batako Sekam Padi Komposit Mortar Semen. In *Civil Engineering Forum Teknik Sipil* (Vol. 19, No. 1, pp. 1009-1020).