

Pengaruh styrofoam sebagai substitusi sebagian pasir pada batako terhadap mutu dan redaman panas

Azhar Galih Nugraha^{1*}, Jafar², Sarwidi², Anggit Mas Arifudin²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Article Info

Available online

Keywords:

Concrete blocks
Styrofoam
Volume Weight
Compressive Strength
Water Absorption
Heat Insulation.

Corresponding Author:

Azhar Galih Nugraha
19511057@alumni.uii.ac.id

Abstract

Styrofoam waste is a type of inorganic waste that takes a very long time to decompose, thus emphasizing the need for utilization efforts. This research aims to determine the effect of substituting styrofoam on the volume of sand and to find the optimum substitution of styrofoam in the concrete block mixture. The composition of the concrete block mixture is 1 cement: 7 sand, with variations of styrofoam replacement at 0%, 10%, 15%, 20%, and 25% of the sand volume. Standard testing according to SNI 03-0349-1989 is used to measure compressive strength and water absorption, in addition to volume weight and heat insulation tests for the concrete blocks. The results of this research show that the use of styrofoam in concrete block production can produce lighter blocks, with efficiency in heat insulation, and greater resistance to water. Although the compressive strength of the blocks decreases, the environmental benefits derived from recycling styrofoam waste can be a crucial consideration in the development of sustainable construction materials. In this study, an optimum substitution of 15% styrofoam for the sand volume was also determined.

Copyright © 2024 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Styrofoam merupakan jenis plastik nomor 6, yaitu polystyren, dalam klasifikasi plastik sehingga styrofoam sama berbahayanya dengan plastik (Fitidarini dan Damanhuri, 2011). Sampah styrofoam dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia, seperti wadah makanan dan minuman, kemasan elektronik, peralatan rumah tangga, dekorasi, dan sejenisnya. Penanganan terhadap limbah styrofoam yang sebatas pembuangan juga akan membebani alam dalam penguraiannya. Oleh karena itu kegiatan pengelolaan sampah styrofoam perlu dilakukan. Pada saat

ini banyak penelitian yang dilakukan sebagai upaya pemecahan masalah dalam mengatasi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah. Beberapa penelitian mengenai pemanfaatan limbah sebagai bahan pada konstruksi bangunan sudah cukup banyak dilakukan. Berdasarkan permasalahan diatas, perlu kiranya limbah styrofoam ini dimanfaatkan untuk dibuat menjadi suatu bahan bangunan seperti bata beton atau batako.

Pemanfaatan styrofoam pada penelitian ini bertujuan untuk membuat batako dengan menggunakan styrofoam sebagai salah satu bahan pengisi batako. Penggunaan bahan

styrofoam ini sebagai rongga udara sehingga dapat menghasilkan batako yang lebih ringan. Hal ini dapat membuat instalasi dan konstruksi lebih cepat dan efisien, serta mengurangi beban struktural pada bangunan. Styrofoam juga bersifat kedap terhadap air sehingga diharapkan dapat menurunkan nilai serapan air pada batako. Batako dengan penyerapan air rendah membantu mencegah pertumbuhan jamur pada dinding. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian dengan memvariasikan komposisi dan presentase penggunaan limbah styrofoam dalam campuran pembuatan batako. Setelah proses pembuatan selesai, batako akan diuji untuk mengetahui kuat tekan daya serap air dan redaman panas.

Tinjauan Pustaka

Batako Berlubang

Batako adalah bagian dari konstruksi bangunan dan terbuat dari campuran semen portland atau pozzolan, pasir, air, dan mungkin bahan lainnya. Batako dicetak dengan bentuk tertentu untuk memenuhi persyaratan dan dapat digunakan sebagai bahan penyusun dinding sesuai dengan standar nasional SNI 03-0349-1989. Menurut SNI 03-0349-1989 bata beton berlubang adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampang batanya dan volume lubang lebih dari 25% volume batas seluruhnya. Berikut merupakan syarat fisik bata beton berlubang menurut SNI 03-0349-1989 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Fisik Bata Beton Berlubang

No.	Syarat fisik	Satuan	Tingkat mutu bata beton berlubang			
			I	II	III	IV
1.	Kuat tekan bruto* rata-rata min.	kg/cm ²	70	50	35	20
2.	Kuat tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm ²	65	45	30	17
3.	Penyerapan air rata-rata maks	%	25	35	-	-

(Sumber : SNI 03-0349-1989, 1989)

Styrofoam

Styrofoam (gabus/bus) merupakan singkatan dari polystyrene foam atau busa polistiren. Penamaan produk ini didasari oleh proses pembuatannya yang melibatkan pencampuran udara agar menjadi lebih ringan. Komposisi bahan dalam styrofoam adalah 90% udara dan 10% polistiren (Utami et al., 2020). Polystyrene memiliki karakteristik menginsulasi panas, kaku, tahan air, tahan benturan, ringan dan kedap udara. Pada umumnya berwarna putih dan akan larut jika dicampur dengan larutan kimia seperti eter, hidrokarbon aromatic dan chlorinated hydrocarbon (Mulyati dan Asrillina, 2018).

Penelitian mengenai batako styrofoam yang dilakukan oleh (Ardiatma et al., 2019). Hasil dari penelitian tersebut berat satuan yang

dimiliki batako mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya styrofoam pada campuran batako. Pada penelitian yang dilakukan (Saputro, 2017) mendapatkan hasil berupa Bertambahnya persentase styrofoam ke dalam campuran akan menurunkan kuat tekan dan kuat lentur dari sampel yang dihasilkan.

Metode Penelitian

Komposisi Sampel

Penelitian ini menggunakan bahan material sebagai berikut.

1. *Styrofoam* yang digunakan < 0,5 x 0,5 cm².
2. Semen yang digunakan adalah semen Portland (PC) Tipe 1, Merk Tiga Roda
3. Pasir Merapi (Agregat Halus)
4. Air

Pengujian Bahan

Berikut merupakan pengujian yang dilakukan terhadap bahan yang akan digunakan.

1. Analisa saringan agregat halus
Analisa saringan agregat halus atau modulus halus butir (MHB) merupakan suatu pengujian yang bertujuan untuk mengklasifikasikan suatu agregat halus berdasarkan besar butirannya.
2. Kadar lumpur
Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai presentasi kandungan lumpur pada agregat halus.
3. Berat volume bahan
Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai dari berat volume semen, agregat halus, dan styrofoam dalam kondisi padat dan gembur.

Rancangan Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe batako berlubang. Ukuran sampel batako yang digunakan pada penelitian ini adalah 36 cm x 10 cm x 19 cm dan tiap variasi membutuhkan 13 buah sampel meliputi 5 untuk uji kuat tekan, 5 untuk uji penyerapan air, dan 3 untuk uji redaman panas sehingga jumlah total sampel adalah 65 buah. Perbandingan semen : pasir menggunakan perbandingan volume 1 semen : 7 pasir. Variasi campuran styrofoam untuk menggantikan sebagian pasir adalah sebesar 0%, 10%, 15%, 20%, 25% terhadap volume pasir. Pengujian terhadap sampel batako berlubang dilakukan ketika batako telah mencapai umur 28 hari. Berikut merupakan Tabel 2 kode variasi benda uji.

Tabel 2 kode variasi benda uji.

Kode Variasi	Substitusi Styrofoam
Normal	0%
I	10%
II	15%
III	20%
IV	25%

Pembuatan Benda Uji

1. Mempersiapkan dan memastikan ukuran styrofoam yang akan digunakan < 0,5 x 0,5 cm².
2. Mempersiapkan dan menakar setiap bahan material lainnya seperti semen dan agregat halus.
3. Memasukkan bahan material yang sudah ditimbang kedalam mixed machine dan dilanjutkan dengan proses pengadukan oleh mesin tersebut.
4. Adonan batako yang telah selesai diaduk dapat dikeluarkan.
5. Masukkan adonan batako kedalam mesin cetakan.
6. Kemudian dilakukan proses pengepresan serta penggetaran oleh mesin cetak.
7. Angkat tuas beban dan cetakan batako.
8. Pindahkan batako beserta kayu triplek dibawahnya ke tempat yang teduh dan aman hingga batako mencapai umur yang direncanakan.

Pengujian Benda Uji

Berikut merupakan beberapa pengujian yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Kuat Tekan
Kuat tekan batako yaitu beban yang mampu ditahan oleh benda uji per satuan luas benda uji. Pengujian akan mendapatkan nilai maksimum kuat tekan. berikut rumus perhitungan nilai kuat tekan.

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

Dengan kuat tekan = kg/cm², P = beban tekan (kgf), A = luas bidang tekan (cm²).

2. Penyerapan Air
Pengujian penyerapan air yaitu pengujian daya serap air yang mampu diloloskan oleh batako. Berikut rumus perhitungan penyerapan air.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan A = berat basah, B = berat kering.

3. Berat Volume Batako

Berat volume atau berat isi adalah perbandingan antara berat batako per satuan volume benda tersebut.

$$\text{Berat volume} = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Dengan Berat volume = kg/cm³, m = berat kering batako (kg), dan V = volume batako (m³).

4. Redaman Panas

Pengujian redaman panas batako dilakukan dengan cara membandingkan temperatur pada batako bagian atas dan bagian bawah pada setiap variasi campurannya.

$$\Delta T = T1 - T2 \quad (4)$$

Dengan ΔT = selisih suhu pada permukaan atas dan bawah (°C), T1 = suhu pada permukaan atas (°C), dan T2 = suhu pada permukaan bawah (°C)

Uji Statistik

Pengujian ini dilakukan dengan bantuan software SPSS. Berikut merupakan pengujian statistik yang dilakukan.

1. Uji normalitas adalah prosedur statistik yang digunakan untuk menentukan apakah suatu set data atau sampel data berasal dari distribusi normal atau tidak.
2. Uji homogenitas adalah suatu prosedur statistik yang digunakan untuk menunjukkan apakah dua atau lebih kelompok data berasal dari populasi yang memiliki variansi yang sama.

Subtitusi Optimum

Terdapat beberapa aspek dalam penentuan presentase substitusi optimum styrofoam pada penelitian ini diantaranya adalah berikut ini.

1. Batako berlubang yang memiliki berat volume teringan

2. Batako berlubang yang memiliki mutu kuat tekan tertinggi
3. Batako berlubang yang memiliki persen penyerapan air terendah
4. Batako berlubang yang memiliki nilai redaman panas tertinggi

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Bahan

1. Analisa Saringan Agregat Halus
Hasil pengujian analisa saringan/modulus halus butir agregat didapatkan hasil 2,415. Agregat yang digunakan pada penelitian ini memiliki karakteristik pasir agak kasar.
2. Kadar Lumpur
Pengujian kadar lumpur dilakukan dengan mengambil 2 sampel. Hasil rata-rata persentase kadar lumpur didapatkan 4,25%. Hasil tersebut dapat dikatakan sudah memenuhi persyaratan sesuai dengan SK SNI 04-1989-F dengan kadar lumpur pada pasir maksimal 5%.
3. Berat Volume
Pengujian berat volume dilakukan untuk membantu proses perhitungan kebutuhan campuran. Didapatkan nilai berat volume pada setiap bahan seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi pengujian berat volume bahan

Uraian	Hasil (kg/cm ³)
Berat Volume Gembur Semen	1,936
Berat Volume Padat Semen	2,083
Berat Volume Gembur Agregat Halus	1,478
Berat Volume Padat Agregat Halus	1,629
Berat Volume Styrofoam	0,00779

Kebutuhan Campuran

Benda uji yang dibuat berupa batako tipe berlubang sebanyak 16 benda uji pada tiap variasinya. Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan kebutuhan campuran batako berlubang substitusi sebagian volume pasir dengan *styrofoam*. Hasil perhitungan kebutuhan campuran dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi kebutuhan campuran

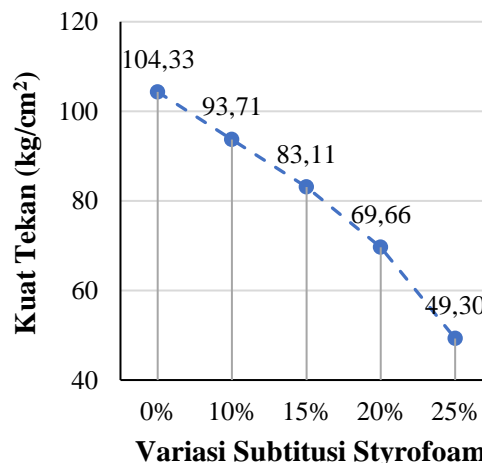
Variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Styrofoam (gram)
Normal	1,747	9,562	0,000
I	1,747	8,606	3,517
II	1,747	8,128	5,275
III	1,747	7,650	7,033
IV	1,747	7,172	8,791

Hasil Uji Kuat Tekan

Pengujian ini dilaksanakan sesuai dengan yang ada dalam SNI-03-0349-1989. Berikut merupakan tabel dan gambar grafik rata-rata hasil pengujian kuat tekan.

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan

Variasi	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm ²)	Mutu
Normal	104,33	I
I	93,71	I
II	83,11	I
III	69,66	II
IV	49,30	III



Gambar 1. Grafik kuat tekan

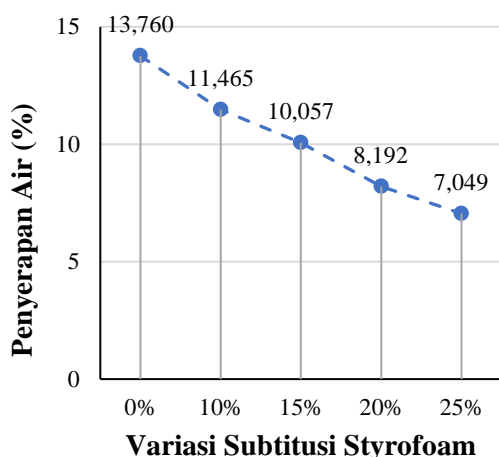
Menurut SNI 03-0349-1989, nilai kuat tekan pada pengujian ini yang termasuk mutu I batako berlubang adalah batako normal (0% *styrofoam*), variasi I (10% *styrofoam*), dan variasi II (15% *styrofoam*). Nilai kuat tekan pada pengujian ini yang termasuk mutu II batako berlubang adalah variasi III (20% *styrofoam*). Nilai kuat tekan pada pengujian ini yang termasuk mutu III batako berlubang adalah variasi IV (25% *styrofoam*). Grafik rata-rata nilai kuat tekan tiap variasi sampel menunjukkan penurunan kuat tekan seiring dengan bertambahnya kadar *styrofoam* pada campuran batako. Hal ini terjadi karena *styrofoam* yang ada pada sampel batako berperan menjadi rongga udara. Adanya rongga udara ini kemudian mempengaruhi nilai kuat tekan pada sampel batako berlubang.

Hasil Uji Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air batako ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh substitusi volume pasir dengan *styrofoam* terhadap daya serap air yang dimiliki oleh sampel uji batako pada setiap variasinya. Berikut merupakan tabel dan gambar grafik rata-rata hasil pengujian penyerapan air.

Tabel 6. Hasil pengujian penyerapan air

Variasi	Penyerapan Air Rata-Rata (%)	Mutu
Normal	13,760	I
I	11,465	I
II	10,57	I
III	8,192	I
IV	7,049	I



Gambar 2. Grafik penyerapan air

Berdasarkan hasil pengujian penyerapan air batako diatas, dapat dilihat bahwa semakin banyak *styrofoam* pada campuran makan daya serap air juga semakin menurun. Nilai penyerapan air terendah didapat oleh batako variasi IV (25% *styrofoam*) dengan nilai penyerapan air sebesar 7,049%. Nilai penyerapan air tertinggi didapat oleh batako normal (0% *styrofoam*) dengan nilai penyerapan air sebesar 13,559%. Meskipun *styrofoam* pada batako berperan menjadi rongga udara namun *styrofoam* memiliki sifat tidak menyerap air.

Uji Statistik

1. Uji Normalitas

Metode yang digunakan adalah *shapiro-wilk* karena memiliki jumlah sampel yang tidak terlalu banyak. Sampel yang digunakan pada tiap variasi batako adalah 5 sampel. Berikut

merupakan tabel hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Uji normalitas kuat tekan

Variasi	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Normal	0,881	5	0,314
I	0,881	5	0,314
II	0,911	5	0,476
III	0,911	5	0,476
IV	0,911	5	0,476

Tabel 8. Uji normalitas penyerapan air

Variasi	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Normal	0,791	5	0,068
I	0,923	5	0,549
II	0,886	5	0,336
III	1,000	5	1,000
IV	0,953	5	0,760

Hasil pada uji normalitas diatas pada kuat tekan maupun penyerapan air menunjukkan nilai Sig yang didapat > 0,05, maka berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan data hasil pengujian kuat tekan dan penyerapan air berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Pada penelitian ini uji homogenitas akan menggunakan metode uji *Levene*. Berikut merupakan tabel hasil uji homogenitas dapat dilihat pada tabel 9 dan 10.

Tabel 9. Uji homogenitas kuat tekan

Pengujian	Kontrol	Levene Statistic
Kuat Tekan	Based on Mean	0,668
	Based on Median	0,311
	Based on Median and with adjusted df	0,311
	Based on Trimmed Mean	0,641
	Based on trimmed mean	0,641

Tabel 10. Uji homogenitas penyerapan air

Pengujian	Kontrol	Levene Statistic
Kuat Tekan	Based on Mean	0,554
	Based on Median	0,372
	Based on Median and with adjusted df	0,372
	Based on trimmed mean	0,531

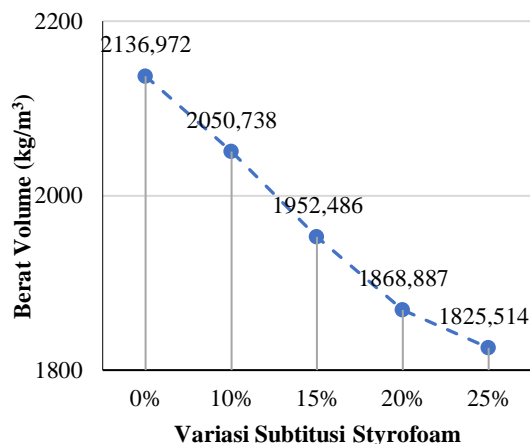
Hasil yang didapat pada uji *Levene* pada kuat tekan dan penyerapan air menunjukkan nilai *Levene Statistic* > 0,05, maka kelompok data sampel berasal dari populasi yang memiliki variansi yang sama. Populasi yang dimaksud pada penjelasan tersebut adalah batako berlubang.

Hasil Uji Berat Volume

Pada pengujian ini nilai berat volume batako berlubang didapat dari hasil pembagian berat kering batako dengan volume batako. Berikut tabel dan gambar grafik rata-rata hasil pengujian berat volume batako berlubang.

Tabel 11. Hasil pengujian berat volume

Variasi	Berat Volume Rata-Rata (kg/m ³)
Normal	2136,972
I	2050,738
II	1952,486
III	1868,887
IV	1825,514



Gambar 3. Grafik berat volume

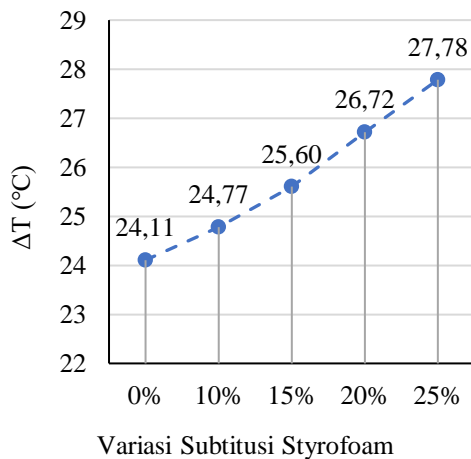
Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa berat volume batako berlubang dengan nilai rata-rata tertinggi adalah pada batako normal (0% *styrofoam*) yaitu sebesar 2136,972 kg/m³ dan nilai rata-rata berat volume batako berlubang terendah ada pada variasi IV (25% *styrofoam*) yaitu sebesar 1825,514 kg/m³. Berdasarkan hasil tersebut semakin banyak kadar *styrofoam* yang ada pada campuran batako akan membuat berat volume batako berlubang menjadi semakin ringan. Hal ini terjadi akibat pengaruh adanya penambahan *styrofoam*, dimana *styrofoam* dalam batako dianggap sebagai rongga udara. Oleh karena itu semakin banyak presentase substitusi *styrofoam* terhadap volume pasir maka akan semakin ringan juga berat volume yang dihasilkan.

Hasil Uji Redaman Panas

Pengujian redaman panas batako dilakukan dengan cara membandingkan temperatur (ΔT) pada batako bagian atas yang terkena sinar matahari langsung (T1) dan bagian bawah yang tidak terkena sinar matahari langsung (T2) pada setiap variasi campurannya. Berikut tabel dan gambar grafik rata-rata hasil pengujian redaman panas.

Tabel 7. Hasil pengujian redaman panas

Variasi	ΔT Rata-Rata ($^{\circ}C$)
Normal	24,11
I	24,77
II	25,60
III	26,72
IV	27,78



Gambar 4. Grafik redaman panas

Berdasarkan tabel dan gambar diatas dapat dilihat bahwa redaman panas tertinggi dimiliki oleh batako variasi IV (25% *styrofoam*) sebesar $27,78^{\circ}C$ sedangkan redaman panas terendah dimiliki oleh batako normal (0% *styrofoam*) dengan nilai sebesar $24,11^{\circ}C$. Hasil ini membuktikan bahwa batako yang mengandung *styrofoam* lebih baik dalam meredam panas dibanding dengan batako normal atau tanpa mengandung *styrofoam*. Hal ini disebabkan oleh sifat insulator panas yang dimiliki *styrofoam* yaitu tidak menghantarkan panas.

Substitusi Optimum

Batako variasi II (15% *styrofoam*) memiliki nilai rata-rata berat volume batako berlubang sebesar $1952,49 \text{ kg/m}^3$. Nilai rata-rata kuat tekan yang dimiliki oleh variasi ini adalah sebesar $83,11 \text{ kg/cm}^2$ yang termasuk dalam kategori mutu I batako berlubang menurut SNI 03-0349-1989. Persen penyerapan air rata-rata yang dimiliki

variasi ini adalah 10,06% yang juga termasuk dalam mutu I batako berlubang menurut SNI 03-0349-1989. Nilai redaman panas yang dimiliki oleh variasi ini adalah $25,60^{\circ}C$.

Kesimpulan

- Pengaruh styrofoam sebagai substitusi sebagian volume pasir terhadap berat volume, nilai kuat tekan, penyerapan air, dan redaman panas yang dimiliki oleh batako.
 - Seiring bertambahnya presentase styrofoam yang ada dalam campuran batako membuat berat volume batako berlubang akan semakin ringan.
 - Kuat tekan batako akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya presentase styrofoam dalam campuran batako.
 - Semakin banyak styrofoam yang terkandung, maka daya serap batako akan semakin kecil
 - Batako yang mengandung styrofoam lebih baik dalam meredam panas dibanding dengan batako normal atau tanpa mengandung styrofoam.
- Batako variasi II dengan perbandingan campuran 1 Pc : 7 Ps substitusi 15% volume pasir dengan *styrofoam* merupakan variasi substitusi optimum *styrofoam* yang didapat pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ardiatma, D., Sari, P.A., Maharani, E.S. (2019). *Analisis Pemanfaatan Limbah Plastik Jenis Styrofoam Sebagai Bahan Baku Pembuatan Batako*. Unjani Expo (UNEX). Cimahi.
- Departemen Pekerjaan Umum., (1989). *SK SNI S-04-1989-F Jenis Semen Sesuai Tujuan Pemakaiannya*. Bandung.
- Fitidarini, N.L. dan Damanhuri, E. (2011). *Timbulan Sampah Styrofoam Di Kota Bandung*. Jurnal Teknik Lingkungan Vol.17 No.2. Bandung.

- Herol., Larasati, D.F., Putri, I.M.M., Nastasya, A., (2022). *Sifat Fisik Batako dengan Penambahan Limbah Styrofoam*. SAINTEK Jurnal Pelita Bangsa. Vol.1 No.1 . Universitas Pelita Bangsa.
- Maizuar, M., Jalil, A., Putri, (2020). *Analisa Kuat Tekan Beton Menggunakan Styrofoam Sebagai Tambahan Pada Campuran Batako*. TECHSI-Jurnal Informatika. Aceh.
- Mulyati, Asrillina, R. (2018). *Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Pasir Dan Zat Additive Sikament Terhadap Kuat Tekan Bata Beton Ringan*. Jurnal Momentum. Vol. 20 No.2.
- Saputro, I.T. (2017). *Formulasi Proporsi Styrofoam Terhadap Pasir Merapi dan Pengaruhnya Pada Kuat Tekan dan Kuat Lentur Batako Ringan*. Jurnal Rancang Bangun. Vol. 3 No.1.
- Standar Nasional Indonesia. (1989). SNI 03-0349-1989 *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*. Badan Standar Nasional. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia. (2002). SNI 03-6820-2002 *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen*. Badan Standar Nasional. Bandung.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Biro Penerbit. Yogyakarta.