

## Pemanfaatan *Styrofoam* Sebagai Pengganti *Foam Agent* Pada Beton Ringan Hebel

Wesli<sup>1)</sup>, Akmila<sup>2)</sup>

<sup>1, 2)</sup> *Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh*  
Email: [wesli@unimal.ac.id](mailto:wesli@unimal.ac.id)<sup>1)</sup>, [akmila13@unimal.ac.id](mailto:akmila13@unimal.ac.id)<sup>2)</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v14i1.1045>

(Received: 23 November 2023 / Revised: 23 January 2024 / Accepted: 06 February 2024)

### Abstrak

*Styrofoam* dapat digunakan sebagai pengganti *foam agent* selain mudah didapatkan juga tidak memerlukan alat khusus dalam pembuatan beton ringan hebel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya sifat mekanis yang diperoleh dari beton ringan hebel berat volume 1000 kg/m<sup>3</sup> menggunakan *styrofoam* sebagai pengganti *foam agent*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium. Terdapat empat variasi dalam penelitian ini yaitu beton ringan hebel menggunakan *foam agent*, *foam agent* dengan tambahan sikament LN, *styrofoam*, *styrofoam* dengan tambahan sikament LN. Pengujian sifat mekanis dilakukan setelah proses *curing*, dengan nilai sifat mekanis yang dihasilkan variasi beton ringan hebel *styrofoam* lebih tinggi dibandingkan variasi beton ringan hebel *foam agent*, begitu juga untuk variasi dengan bahan tambah sikament LN. Variasi menggunakan *styrofoam* dengan tambahan sikament LN mempunyai nilai kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 4,19 MPa, dan termasuk bata beton mutu III berdasarkan standar kuat tekan bata beton untuk pasangan dinding SNI 03-0349-1989.

Kata kunci: *Beton Ringan Hebel, Styrofoam, Foam Agent, Kuat Tekan, Kuat Tarik belah, Kuat Lentur*

### Abstract

*Styrofoam* can be used as a substitute for foam agents besides being easy to obtain and does not require special tools in making lightweight concrete bricks. This study aims to determine the magnitude of mechanical properties obtained from lightweight concrete bricks with a volume of 1000 kg/m<sup>3</sup> using *Styrofoam* as a substitute for foam agents. This study used experimental methods conducted in the laboratory. There are four variations in this study, namely lightweight concrete bricks using foam agents, foam agents with additional sikament LN, *Styrofoam*, *Styrofoam* with additional sikament LN. Mechanical properties testing was carried out after curing, with the value of the mechanical properties produced by the *Styrofoam* lightweight concrete brick variation higher than the foam agent lightweight concrete brick variation, as well as for variations with sikament LN added materials. Variations using *Styrofoam* with the addition of sikament LN have the highest average compressive strength value of 4.19 MPa, and include quality III concrete bricks based on concrete brick compressive strength standards for wall masonry SNI 03-0349-1989.

Kata kunci: *Hebel Light Concrete, Styrofoam, Foam Agent, Compressive Strength, Split Tensile Strength, Flexural Strength*

## 1. Latar Belakang

Bata ringan hebel yang umum dikenal dibedakan menjadi 2 yaitu *Autoclaved Aerated concrete* (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Perbedaan beton ringan hebel AAC dengan CLC dari segi proses pengeringan yaitu AAC mengalami pengeringan dalam oven autoclaved bertekanan tinggi sedangkan jenis CLC yang mengalami proses pengeringan alami. CLC sering disebut sebagai *NonAutoclaved Aerated Concrete* (NAAC) (Suryanita, 2020).

Beton ringan hebel berbahan dasar semen, pasir, air, dan *foam agent*. Penambahan *foam agent* berfungsi sebagai media untuk membungkus gelembung-gelembung udara agar terjebak di dalam bata beton hebel. *Foam Agent* digunakan sebagai pengembang ketika dicampurkan dengan bahan lain menjadi beton ringan hebel, *foam agent* dicampur air diproses menggunakan alat *foam generator* membentuk gas hydrogen yang diselimuti oleh *foam agent*. Gas hidrogen mengembang dan menggandakan volume campuran untuk beton ringan hebel hingga dua kali lipat. Alat *foam generator* mempunyai harga yang mahal, sehingga *styrofoam* menjadi alternatif pengganti *foam agent* yang memiliki bobot yang ringan, mudah didapatkan dan masih menjadi limbah sampah masyarakat yang belum dimanfaatkan dengan baik.

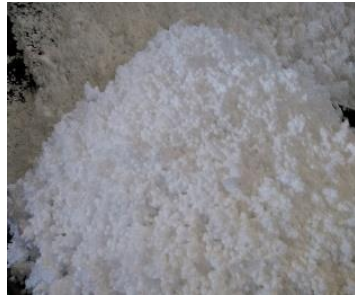
Menurut (Taufik et al., 2017) *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) dapat diproduksi dengan berbagai macam jenis kepadatan, yang berkisar antara 400 kg/m<sup>3</sup> sampai 1800 kg/m<sup>3</sup> yang disesuaikan dengan kebutuhan penggunaannya yaitu:

1. Bata beton ringan dengan kepadatan rendah, berat volume antara 400 sampai 600 kg/m<sup>3</sup> yang biasanya dipakai sebagai bahan isolasi, sebagai alternatif lain yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan peredam suara.
2. Bata beton ringan dengan kepadatan sedang, berat volume antara 800 sampai 1000 kg/m<sup>3</sup> dapat dipakai untuk pembuatan bata beton yang digunakan sebagai dinding (pengganti batu bata).
3. Bata beton ringan dengan kepadatan tinggi, berat volume antara 1200 sampai 1800 kg/m<sup>3</sup> yang dapat dipakai sebagai struktur dinding penahan beban dan atap perumahan.

Penelitian ini dilakukan sebagaimana terhadap variable sifat mekanis beton ringan hebel dengan menggunakan *styrofoam* sebagai pengganti *foam agent* dengan target atau sasaran mendapatkan berat volume kurang lebih 1000 kg/m<sup>3</sup> berdasarkan standar kuat tekan bata beton untuk pasangan dinding SNI 03-0349-1989 apakah dapat dimanfaatkan.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh. Tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dari studi literatur, pengadaan material dan peralatan yang dibutuhkan. Material yang digunakan dalam pembuatan campuran beton ringan hebel antara lain: semen PCC, pasir lolos saringan No. 4, air, bahan tambah sikament LN, buih busa *foam agent* dan *styrofoam* yang sudah dihaluskan dapat dilihat pada Gambar 1. kemudian dilanjutkan pemeriksaan sifat fisis material semen dan pasir.



(a)



(b)

Gambar 1 (a) *Styrofoam*, (b) *Foam agent*

Perencanaan campuran beton ringan hebel (*mix design*) dilakukan berdasarkan *trial* dan *error* dengan perbandingan berat disesuaikan dengan berat volume target, diperoleh hasil perbandingan semen berbanding pasir berbanding air berbanding *foam agent/styrofoam* adalah sebesar 1 : 0,75 : 0,5 : 0,01. Tahapan penelitian selanjutnya yaitu pembuatan benda uji, benda uji yang digunakan berbentuk silinder ukuran 10 cm x 20 cm dan balok ukuran 60 cm x 15 cm x 7,5 cm. Jumlah dan variasi benda uji dalam penelitian ini diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Jumlah dan variasi benda uji

Benda Uji	Sifat Mekanis	FAS (%)	Benda Uji	
			Non-Sikament	Sikament (0,3% dari berat semen)
Normal <i>foam agent</i>	Kuat tekan	50	3	3
	Kuat tarik belah		3	3
	Kuat lentur		3	3
<i>Styrofoam</i>	Kuat tekan	50	3	3
	Kuat tarik belah		3	3
	Kuat lentur		3	3
Jumlah benda uji			18	18

Komposisi material yang digunakan untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton ringan hebel disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Kebutuhan material beton ringan hebel untuk 1 m<sup>3</sup>

Kode Variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (kg)	<i>Foam Agent/Styrofoam</i> (kg)	Sikament LN (kg)
BRB	442.48	331.86	221.24	4.42	-
BRB+SK	442.48	331.86	188.05	4.42	1.327
BRS	442.48	331.86	221.24	4.42	-
BRS+SK	442.48	331.86	188.05	4.42	1.327

BRB adalah Beton ringan hebel *foam agent*, BRB+SK adalah Beton ringan hebel *foam agent* ditambahkan dengan penambahan sikamen, BRS adalah Beton ringan hebel *Styrofoam* dan BRS+SK adalah Beton ringan hebel *styrofoam* ditambahkan dengan sikamen.

Komposisi material beton ringan *foam agent/styrofoam* untuk satu benda uji disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Kebutuhan material untuk satu benda uji

Bentuk	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (kg)	Foam Agent/Styrofoam (kg)	Sikament LN (kg)
Silinder	0.695	0.521	0.347	0.007	0
Silinder	0.695	0.521	0.295	0.007	0.0021
Balok	2.987	2.24	1.493	0.03	0
Balok	2.987	2.24	1.269	0.03	0.009

Proses pencampuran material dilakukan menggunakan mesin pengaduk (mixer). Perawatan benda uji dilakukan selama 14 hari. Pengujian sifat mekanis beton ringan hebel terdiri dari:

- Pengujian kuat tekan, dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

- $f_c$  = kuat tekan (MPa)
- $P$  = beban maksimum (N)
- $A$  = luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

- Pengujian kuat tarik belah, dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi L D} \quad (2)$$

Keterangan:

- $f_{ct}$  = Kuat tarik belah (MPa)
- $P$  = Beban saat runtuh (N)
- $L$  = Panjang silinder (mm)
- $D$  = Diameter silinder (mm)
- $\pi$  = Phi

- Pengujian kuat lentur, dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

- $f_{lt}$  = kuat lentur beton ringan hebel (Mpa)
- $P$  = beban maksimum (N)
- $L$  = panjang bentang antara kedua balok tumpuan (mm)
- $b$  = lebar balok pada penampang runtuh (mm)
- $d$  = tinggi balok pada penampang runtuh (mm)

Setelah data hasil pengujian didapatkan kemudian dilanjutkan ke tahap pengolahan data, kemudian didapat kesimpulan dan saran.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sifat mekanis dilakukan setelah benda uji *dicuring* selama 14 hari. berikut hasil pengujian sifat mekanis yang dilakukan pada penelitian ini.

#### A. Kuat tekan beton ringan hebel

Pengujian kuat tekan diperoleh dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 1. Hasil pengujian kuat tekan beton ringan hebel untuk variasi foam agent menghasilkan kuat tekan beton rata-rata 2,96 MPa untuk Beton Ringan hebel menggunakan foem agent dan kuat tekan beton sebesar 3,51 MPa untuk Beton Ringan Hebel megggunakan foam agent ditambahkan dengan sikamen LN, belum mencapai kuat tekan sebsar 5 MPa namun sudah memperoleh berat volume sebesar 1000 kg/m<sup>3</sup> diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian kuat tekan beton ringan hebel *Foam Agent*

Benda Uji	Sampel	Dial Awal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rara-Rata (MPa)
BBR1	I	20,0	2,90	2,96
	II	21,1	3,05	
	III	20,3	2,94	
BBR1 +SK	I	25,8	3,73	3,51
	II	23,8	3,45	
	III	23,2	3,36	

Keterangan:

BBR1 = Beton ringan hebel *foam agent* untuk pengujian kuat tekan

BBR1+SK = Beton ringan hebel *foam agent* untuk pengujian kuat tekan dengan tambahan sikament

Hasil pengujian kuat tekan beton ringan hebel untuk variasi *styrofoam* diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian kuat tekan beton ringan hebel *styrofoam*

Benda Uji	Sampel	Dial Awal (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rara-Rata (MPa)
BRS1	I	20,0	2,90	3,45
	II	22,3	3,23	
	III	29,1	4,21	
BRS1 +SK	I	34,6	5,01	4,19
	II	25,2	3,65	
	III	27,0	3,91	

Keterangan:

- BRS1 = Beton ringan hebel *styrofoam* untuk pengujian kuat tekan  
BRS1+SK = Beton ringan hebel *styrofoam* untuk pengujian kuat tekan dengan tambahan sikament

**B. Kuat tarik belah beton ringan hebel**

Pengujian kuat tarik belah diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan persamaan 2. hasil pengujian kuat tarik belah beton ringan hebel untuk variasi *foam agent* diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengujian kuat tarik belah beton ringan hebel *Foam Agent*

Benda Uji	Sampel	Dial Awal (kN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat Tarik Belah Rara-rata (MPa)
BBR2	I	13,2	0,48	0,58
	II	17,0	0,62	
	III	18,2	0,66	
BBR2 +SK	I	18,2	0,66	0,67
	II	20,1	0,73	
	III	17,1	0,62	

Keterangan:

- BRB2 = Beton ringan hebel *foam agent* untuk pengujian kuat tarik belah  
BRB2+SK = Beton ringan hebel *foam agent* untuk pengujian kuat tarik belah dengan tambahan sikament

Hasil pengujian kuat tarik belah beton ringan hebel untuk variasi *styrofoam* diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil pengujian kuat tarik belah beton ringan hebel *styrofoam*

Benda Uji	Sampel	Dial Awal (kN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat Tarik Belah Rara-rata (MPa)
BRB2	I	17,2	0,62	0,64
	II	19,4	0,70	
	III	16,1	0,58	
BRB2 +SK	I	16,4	0,59	0,71
	II	22,1	0,80	
	III	20	0,72	

Keterangan:

- BRS2 = Beton ringan hebel *styrofoam* untuk pengujian kuat tarik belah  
BRS2+SK = Beton ringan hebel *styrofoam* untuk pengujian kuat tarik belah dengan tambahan sikament

C. Kuat lentur beton ringan hebel

Pengujian kuat lentur diperoleh dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 3. hasil pengujian kuat lentur beton ringan hebel untuk variasi *foam agent* diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil pengujian kuat lentur beton ringan hebel *foam agent*

Benda Uji	Sampel	Dial Awal (kN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rara-Rata (MPa)
BBR3	I	1,5	1,36	1,39
	II	1,7	1,55	
	III	1,4	1,27	
BBR3 +SK	I	2,1	1,91	1,76
	II	2,0	1,82	
	III	1,7	1,55	

Keterangan:

BRB3 = Beton ringan hebel *foam agent* untuk pengujian kuat lentur

BRB3+SK = Beton ringan hebel *foam agent* untuk pengujian kuat lentur dengan tambahan sikament

Hasil pengujian kuat lentur beton ringan hebel untuk variasi *styrofoam* diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil pengujian kuat lentur beton ringan hebel *styrofoam*

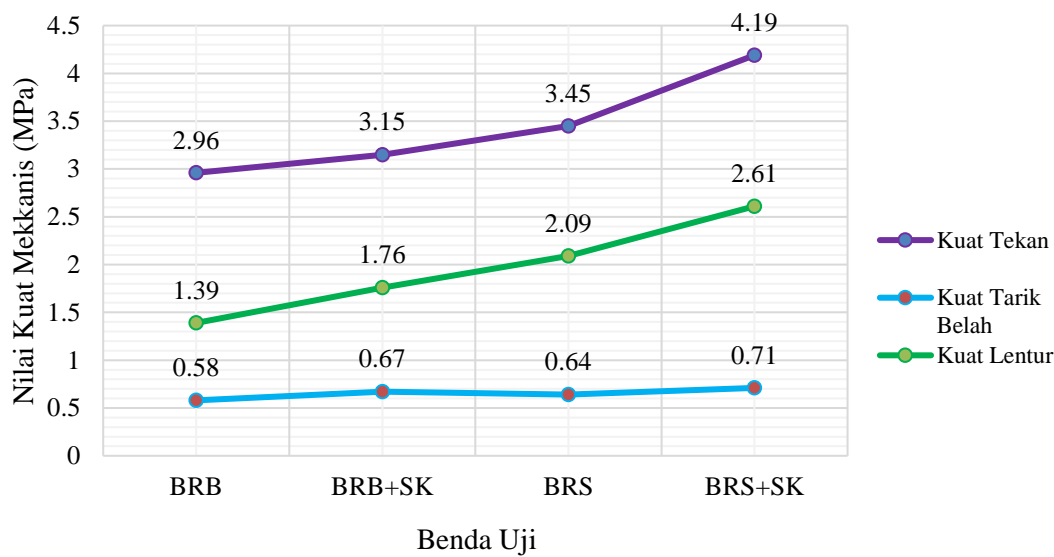
Benda Uji	Sampel	Dial Awal (kN)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rara-Rata (MPa)
BRS3	I	2,3	2,09	2,09
	II	2	1,82	
	III	2,6	2,36	
BRS3 +SK	I	2,2	2,00	2,61
	II	3,4	3,09	
	III	3,0	2,73	

Keterangan:

BRS3 = Beton ringan hebel *styrofoam* untuk pengujian kuat lentur

BRS3+SK = Beton ringan hebel *styrofoam* untuk pengujian kuat lentur dengan tambahan sikament

Perbandingan hasil pengujian sifat mekanis untuk setiap variasi diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik perbandingan nilai sifat mekanis benda uji

Keterangan:

BRB = Beton ringan hebel *foam agent*

BRB+SK = Beton ringan hebel *foam agent* dengan tambahan sikament LN

BRS = Beton ringan hebel *styrofoam*

BRS+SK = Beton ringan hebel *styrofoam* dengan tambahan sikament LN

Berdasarkan Gambar 1, nilai hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur tertinggi pada variasi benda uji dengan tambahan sikament LN.

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Hasil pengujian kuat tekan rata-rata terhadap empat variasi berturut-turut diperoleh sebesar 2,96 MPa, 3,15 MPa, 3,45 MPa, 4,19 MPa dan hasil pengujian kuat tarik belah rata-rata terhadap empat variasi berturut-turut sebesar 1,39 MPa, 1,76 MPa, 2,09 MPa, 2,61 MPa serta hasil pengujian kuat lentur rata-rata dari empat variasi diperoleh sebesar 0,58 MPa, 0,67 MPa, 0,64 MPa, 0,71 MPa. Sementara pada variasi *styrofoam* dengan tambahan sikament LN mempunyai nilai kuat tekan rata-rata sebesar 4,19 MPa, hal tersebut sudah memenuhi standar kuat tekan bata beton untuk pasangan dinding SNI 03-0349-1989 sebesar 3,32 MPa (bata beton mutu III) sehingga dapat disimpulkan bahwa *styrofoam* dapat digunakan sebagai pengganti *foam agent* dalam pembuatan beton ringan hebel.

### 4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai beton ringan hebel menggunakan *styrofoam* untuk berat volume yang lebih ringan dan sifat mekanis yang lebih tinggi.



### Daftar Kepustakaan

- Arman, A., 2019. Studi Eksperimen Pengaruh Campuran Sika LN Dalam Meningkatkan Kuat Tekan Bata Beton Ringan. *Menara Ilmu* 13.
- Crawford, R.J., 1998. *Plastics Engineering*. Elsevier.
- Hakim, A.W., Irwan, I., Ardan, M., 2022. Analisis Pengaruh Bahan Tambah Styrofoam Terhadap Kuat Tekan, Tarik Dan Lentur Pada Dinding Precast. *J. Ilm. Tek. Sipil Dan Arsit. JITAS* 1, 51–67. <https://doi.org/10.31289/jitas.v1i1.1212>
- Hamdan, F., Lapian, F.E., Tumpu, M., Mansyur, Irianto, Mabui, D.S.S., Raidyarto, A., Ardi Azis, S., Masdiana, Rangan, P.R., Hamkah, 2022. *Teknologi Bangunan*. Tohar Media, Makasar.
- Irawan, D., Cakrawala, M., 2015. Pemanfaatan Limbah Styrofoam Dalam Pembuatan Material Dinding Bangunan. *Widya Tek.* 23.
- Mulyati, M., Asrillina, R., 2018. Pengaruh Penggunaan Styrofoam sebagai Pengganti Pasir dan Zat Additive Sikament Terhadap Kuat Tekan Bata Beton Ringan. *J. Momentum ISSN 1693-752X* 20, 110–116.
- Mulyono, T., 2015. *Teknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek*. Lembaga Pengembangan Pendidikan - UNJ.
- Mulyono, T., 2005. *Teknologi Beton*, II. ed, II. ANDI, Yogyakarta.
- Nasional, Badan Standardisasi, 2014. *Standar Nasional Indonesia Semen Portland Komposit SNI 7064-2014*.
- Nasional, Badan Standarisasi, 2014. *SNI 2491-2014: Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*. Jkt. Badan Stand. Nas. 17.
- Nasional, B.S., 2011. *SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Stand. Nas. Jkt.
- Nasional, B.S., 2008. *SNI 1970: 2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standar Nas. Indones. 7–18.
- Nasional, Badan Standardisasi, 2000. *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. SK SNI 3, 2834–2000.
- Nasional, Badan Standarisasi, 2000. *Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding*.
- Nasional, B.S., 1998. *SNI 03-4804-1998 Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat*. Jkt. Badan Stand. Nas. Indones.
- Nasional, B.S., 1996. *Metode pengujian kuat lentur dengan balok uji sederhana yang dibebani terpusat langsung*.
- Nasional, B.S., 1991a. *SNI 03-2495-1991 Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton*. Jkt. Badan Stand. Nas.
- Nasional, B.S., 1991b. *SNI 15-2531-1991 Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland*. Jkt. Badan Stand. Nas.
- Nasional, B.S., 1990a. *SNI 03-1968-1990: Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat*. Badan Stand. Nas. Jkt.
- Nasional, B.S., 1990b. *SNI 03-1971-1990, Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Jkt. ID BSN.
- Oemiati, N., Jonizar, J., Meyrian, A.T., 2022. Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Campuran Pembuatan Bata Ringan. *Bear. J. Penelit. Dan Kaji. Tek. Sipil* 7, 107–113.

- Putri, I.M.M., Herol, H., Almahti, M.A., 2022. Analisis Kuat Tekan Bata Beton terhadap Penambahan Limbah Styrofoam. *Pros. Sains Dan Teknol.* 1, 649–653.
- Rismana, E., Sambowo, K.A., Musalamah, S., 2022. Uji Kuat Tekan Bata Beton Untuk Pasangan Dinding Dengan Campuran Limbah Styrofoam (Expanded Polystyrene). *Menara J. Tek. Sipil* 17, 18–25.
- Santoso, A., Widodo, S., Ma'arif, F., 2011. Pemanfaatan Limbah Styrofoam (Expanded Polysterene) Untuk Pembuatan Dinding Struktural Beton Ringan Ramah Lingkungan. *INERSIA Lnformasi Dan Ekspose Has. Ris. Tek. Sipil Dan Arsit.* 7.
- Saputro, I.T., 2017. Formulasi Proporsi Styrofoam Terhadap Pasir Merapi Dan Pengaruhnya Pada Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Batako Ringan. *J. Tek. Sipil Ranc. Bangun* 3.