

Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar dan Metode Pemanasan Styrofoam Terhadap Beton Ringan

Ericko Aditya Chandra¹, Syafri Wardi^{2*}, Angelalia Roza³

^{1,2*³}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, Padang, Indonesia

Email: wardi.syafri@itp.ac.id

Abstract

Concrete is a construction material that is widely used in various types of construction. One of the disadvantages of concrete is that its specific gravity is quite high, thus giving a big dead load on the structure. An alternative to overcome this weakness is using lightweight concrete. Therefore, in this study, lightweight concrete will be made with heated styrofoam. The styrofoam used is expanded polystyrene (EPS) type with a grain size of 4-5 mm. Heating of styrofoam was done at 100°C for 15 minutes and 100°C for 25 minutes. The objective of this study is to evaluate the compressive strength and specific gravity of lightweight concrete using heated styrofoam material with different heating methods and the use of coarse aggregate in the lightweight concrete. Test sample in this study used heated styrofoam as 100% coarse aggregate replacement and 75% coarse aggregate replacement, while the remaining 25% uses coarse aggregate with a maximum grain size of 19.05 mm. To improve workability, a superplasticizer of 0.9% by weight of cement was used. The results of compressive test showed that the optimum value of compressive strength testing of 11.24 MPa in lightweight concrete with coarse aggregate and heated styrofoam with the heating for 25 minutes at a temperature of 100°C. The concrete strength was classified into lightweight concrete lightweight structure. The specific gravity of the concrete is 1.578.38 kg/m³, which was classified into lightweight concrete based on SNI 03-3449-2002.

Keywords: *Lightweight Concrete, Heated Styrofoam, Superplasticizer, Coarse Aggregate, Concrete.*

Abstrak

Beton merupakan bahan kontruksi yang banyak digunakan pada berbagai jenis konstruksi. Salah satu kelemahan beton adalah berat jenisnya yang cukup tinggi, sehingga memberikan beban mati yang cukup besar pada struktur. Salah satu cara untuk mengatasi kelemahan ini adalah dengan penggunaan beton ringan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat beton ringan dengan *heated styrofoam*. Styrofoam yang digunakan berjenis *Expanded Polystyrene* (EPS) dengan ukuran butir 4–5 mm. Pemanasan butiran styrofoam dilakukan pada suhu 100°C selama 15 menit dan 100°C selama 25 menit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kuat tekan dan berat jenis dari beton ringan yang menggunakan material *heated styrofoam* dengan metode pemanasan yang berbeda dan penggunaan agregat kasar pada beton ringan. Benda uji dalam penelitian ini dengan menggunakan *heated styrofoam* pengganti agregat kasar 100% dan penggantian agregat kasar 75% sehingga sisanya 25% menggunakan agregat kasar dengan ukuran butir maksimal 19,05 mm. Untuk memperbaiki *workability*, digunakan *superplasticizer* sebesar 0,9% dari berat semen. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa nilai optimum kuat tekan sebesar 11,24 MPa pada beton ringan dengan agregat kasar dan *heated styrofoam* dengan pemanasan *styrofoam* selama 25 menit pada suhu 100°C. Nilai kuat beton ini tergolong dalam beton ringan struktur ringan. Berat jenis beton ini sebesar 1.578,38 kg/m³, yang tergolong dalam beton ringan berdasarkan SNI 03-3449-2002.

Kata Kunci: *Beton Ringan, Heated Styrofoam, Superplasticizer, Agregat Kasar, Beton.*

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan yang banyak digunakan pada berbagai jenis konstruksi. Salah satu kelemahan beton adalah berat jenis yang cukup tinggi sehingga memberikan beban mati yang cukup besar pada struktur. Salah satu cara untuk mengatasi kelemahan ini adalah dengan penggunaan beton ringan.

Menurut SNI 2874 : 2019, beton ringan ialah beton dengan bobot yang memiliki berat jenis tidak lebih dari 1.850 kg/m^3 . Salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan beton ringan adalah *styrofoam*. Penelitian terdahulu (Siahaan, 2020 ; Ala dan Arruan 2017 ; Anugraha dan Muztaza, 2010 ; Priyono dan Nadia, 2014) telah membuat beton ringan dengan *styrofoam* sebagai pengganti agregat kasar dengan mutu rencana $fc' 18,7 \text{ MPa}$ sampai dengan $fc' 25 \text{ MPa}$.

Styrofoam ataupun *polystyrene* merupakan material ringan serta tahan panas. *Styrofoam* yang biasanya digunakan dalam pembuatan beton ringan berjenis *Expanded Polystyrene* yang masih berbentuk butiran. *Polystyrene* tercipta dari *styrene* ($C_6H_5CH_9CH_2$) dengan gugus *phenyl* yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul (Simbolon, 2008). *Polystyrene* merupakan bahan yang baik ditinjau dari segi mekanis maupun suhu, namun bersifat agak rapuh dan lunak pada suhu 100°C . *Polystyrene* memiliki berat jenis sampai 1.050 kg/m^3 , kuat tarik sampai 40 MN/m , modulus lentur sampai 3 GN/m^2 , modulus geser sampai $0,99 \text{ GN/m}^2$ dan angka poisson $0,33$ (Prayitno dkk, 2016). *Styrofoam* atau *expanded polystyrene* memiliki berat satuan yang sangat kecil yaitu berkisar antara $10 - 22 \text{ kg/m}^3$.

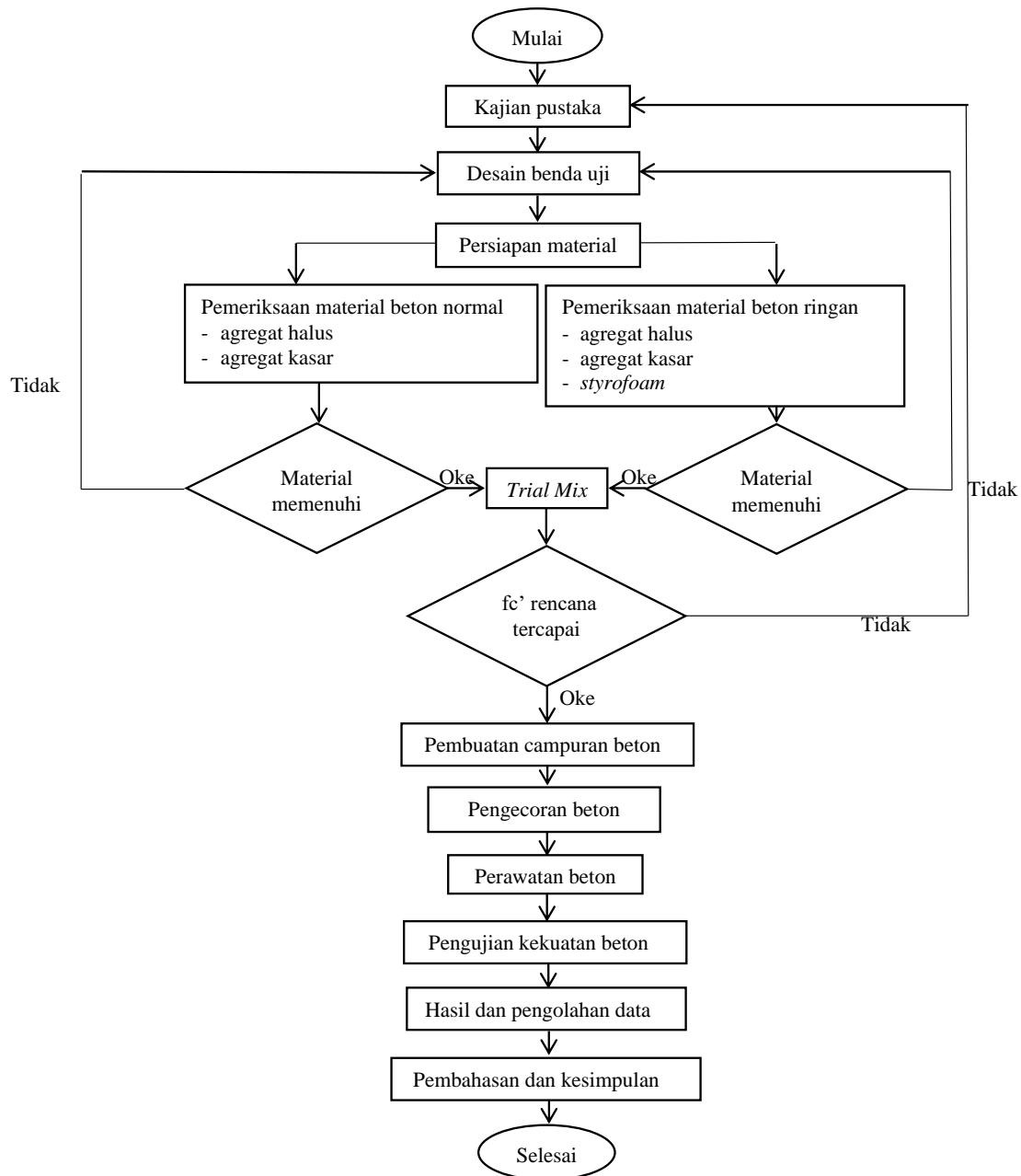
Penelitian oleh Wibowo dkk (2019) menggunakan *styrofoam* yang dipanaskan (*heated styrofoam*) yang menghasilkan beton ringan dengan kuat tekan yang lebih tinggi dibanding beton ringan dengan menggunakan *styrofoam* yang tidak dipanaskan (*non-heated styrofoam*). Pemanasan pada *styrofoam* mengubah struktur dari *styrofoam* yang mampu membuat pori pada *styrofoam* menjadi lebih kecil dan struktur permukaan *styrofoam* menjadi agak kasar sehingga mampu memberikan daya ikatan daya rekat yang lebih baik antara elemen beton (Wibowo dkk, 2019). Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Lukman dkk (2019) membuat beton ringan *styrofoam* dengan penambahan agregat kasar yang menghasilkan beton ringan dengan berat jenis yang memenuhi standar SNI 2874:2019.

Pada penelitian ini, akan dibuat beton ringan dengan *heated styrofoam*. *Styrofoam* yang digunakan berjenis *Expanded Polystyrene* (EPS) dengan ukuran butir $4-5 \text{ mm}$. Pemanasan butiran *styrofoam* dilakukan pada suhu 100°C selama 15 menit dan 100°C selama 25 menit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kuat tekan dan berat jenis dari beton ringan yang menggunakan material *heated styrofoam* dengan metode pemanasan yang berbeda dan penggunaan agregat kasar pada beton ringan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian ini seperti yang ditunjukkan diagram alir pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

2.2. Bahan dan Sampel Pengujian

Bahan (material) yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Semen PCC produksi PT. Semen Padang.
2. Agregat kasar yang digunakan berjenis *split* dan agregat halus yang didapat dari Lubuk Alung
3. *Styrofoam* dari Tabing Kota Padang
4. Air dari Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Padang

Campuran beton normal (BN) didesain untuk kuat tekan rencana (fc') sebesar 30 MPa. Benda uji kuat tekan yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebanyak 3 benda uji. Variasi persentase *heated styrofoam* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu beton dengan 100% *heated styrofoam* (variasi sampel BR) sebagai pengganti agregat kasar dengan metode

pemanasan *styrofoam* yang berbeda dan beton ringan dengan 25% agregat kasar (variasi sampel BRS). Penggantian agregat kasar dengan *styrofoam* berdasarkan volume dari agregat kasar. Variabel dan jumlah benda uji kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel dan Jumlah Benda Uji

Komposisi variasi sampel	Kuat tekan (hari)	
	3 (<i>Trial Mix</i>)	28
	Jumlah sampel	
BN	3	3
BR1	3	3
BR2	-	3
BRS1	-	3
BRS2	-	3

Keterangan: BN = Beton normal f_c' 30 MPa, BR 1 = beton ringan tanpa agregat kasar dengan pemanasan *styrofoam* selama 15 menit pada suhu 100°C, BR 2 = beton ringan tanpa agregat kasar dengan pemanasan *styrofoam* selama 25 menit pada suhu 100°C, BRS 1 = beton ringan agregat kasar dengan pemanasan *styrofoam* selama 15 menit pada suhu 100°C, BRS 2 = beton ringan agregat kasar dengan pemanasan *styrofoam* selama 25 menit pada suhu 100°C.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat

Data yang didapatkan dari hasil pengujian berat isi pada *styrofoam*, agregat halus, agregat kasar dan semen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan berat isi material

Material	Berat isi (kg/m^3)
<i>Non Heated Styrofoam</i>	10,02
<i>Heated Styrofoam</i> Pemanasan 15 Menit	16,32
<i>Heated Styrofoam</i> Pemanasan 25 Menit	103
Semen	2344
Agregat Halus	2430
Agregat Kasar	2680

Hasil pemeriksaan berat isi pada *styrofoam* kemudian akan digunakan dalam menentukan kebutuhan material *styrofoam* yang akan digunakan nantinya.

3.2. Rencana Campuran Beton

Berdasarkan perhitungan *mix design*, rincian komposisi material dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Kebutuhan material untuk 1 m^3 beton (dalam kg)

Kode	Semen	Pasir	<i>Split</i>	<i>Heated styrofoam</i>	<i>SikaCim</i>	Air
BN	487	731	943	-	4.38	190
BR1	487	731	-	11.026	4.38	190
BR2	487	731	-	69.587	4.38	190
BRS1	487	731	235.75	8.269	4.38	190
BRS2	487	731	235.75	52.186	4.38	190

Tabel 4. Kebutuhan material untuk 3 benda uji silinder 15 × 30 cm (dalam kg)

Kode	Semen	Pasir	<i>Split</i>	<i>Heated styrofoam</i>	<i>SikaCim</i>	Air
BN	7.745	11.626	15.00	-	0.0697	3.022

BR 1	7.745	11.626	-	0.175	0.0697	3.022
BR 2	7.745	11.626	-	1.107	0.0697	3.022
BRS 1	7.745	11.626	3.75	0.132	0.0697	3.022
BRS 2	7.745	11.626	3.75	0.830	0.0697	3.022

3.3. Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* merupakan teknik untuk memantau homogenitas *workability* (kemudahan dalam pengerjaan) adukan beton segar dengan kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan suatu nilai *slump*. Hasil yang didapat pada pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian *slump*

Variasi	Nilai <i>slump</i> (cm)
BN	3,5
BR1	14
BRS1	6
BR2	17
BRS2	9

Berdasarkan nilai *slump* yang didapatkan, dapat dilihat bahwa semakin banyak penggunaan *styrofoam* pada beton, maka nilai *slump* pada beton juga semakin meningkat. Hal ini diakibatkan karena pada saat pengujian *slump*, kerucut beton mengalami keruntuhan yang diakibatkan oleh penggunaan *styrofoam*.

3.4. Pengujian Berat Jenis

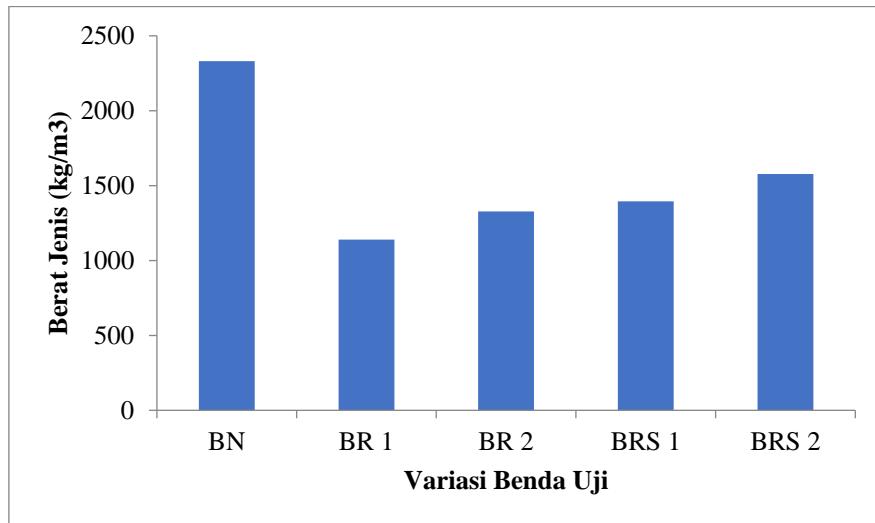
Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan, benda uji terlebih dahulu ditimbang beratnya. Hasil dari penimbangan benda uji kemudian digunakan untuk menghitung berat beton dalam satuan 1m^3 . Hasil dari pengujian berat jenis beton dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian berat jenis beton

Variasi	No. Sampel	Umur (Hari)	Berat Jenis (Kg/m^3)	Berat Jenis Rata-rata (Kg/m^3)
BN	1	28	2.310,73	2.331,01
	2		2.336,73	
	3		2.345,27	
BR1	1	28	1.142,99	1.139,78
	2		1.137,90	
	3		1.138,46	
BRS 1	1	28	1.367,86	1.395,31
	2		1.438,03	
	3		1.380,49	
BR 2	1	28	1.325,22	1.328,18
	2		1.326,35	
	3		1.332,96	
BRS 2	1	28	1.583,47	1.578,38
	2		1.573,48	
	3		1.578,19	

Nilai rata-rata berat jenis beton dapat dilihat pada Gambar 2. Kenaikan nilai berat jenis pada beton ringan BR 2 disebabkan karena pemanasan *styrofoam* yang dilakukan lebih lama dibandingkan dengan beton ringan BR 1, begitupun dengan beton ringan BRS

2 dan BRS 1. Lama pemanasan pada *styrofoam* membuat ukuran *styrofoam* menjadi lebih kecil dan padat sehingga meningkatkan berat volume pada *styrofoam*.



Gambar 2. Berat Jenis Beton

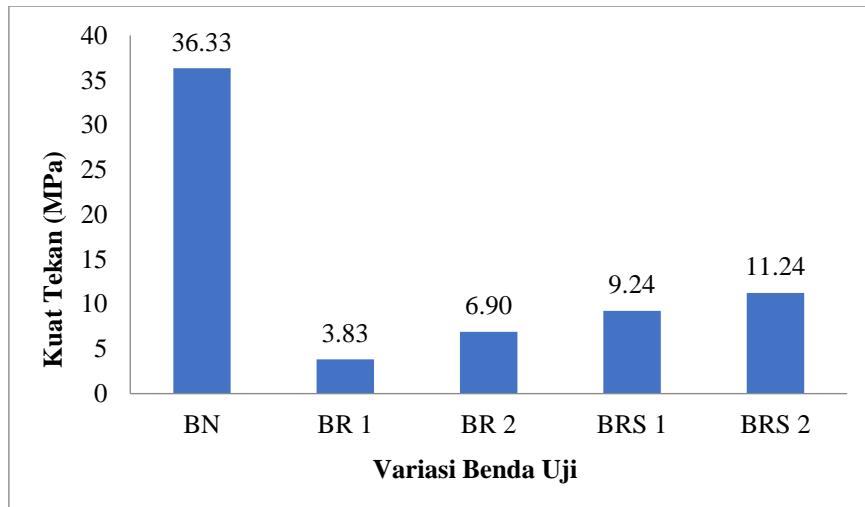
3.5. Pengujian Kuat Tekan

Data hasil pengujian kuat tekan dan kuat tekan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Variasi	No. Sampel	Umur (Hari)	Kekuatan Tekanan (KN)	Kekuatan Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
BN	1	28	610	34,52	36,33
	2		701	39,67	
	3		615	34,80	
BR1	1	28	68	3,85	3,83
	2		70	3,96	
	3		65	3,68	
BRS 1	1	28	167	9,45	9,24
	2		160	9,05	
	3		163	9,22	
BR 2	1	28	123	6,96	6,90
	2		125	7,07	
	3		118	6,68	
BRS 2	1	28	195	11,04	11,24
	2		202	11,43	
	3		199	11,26	

Berdasarkan pengujian kuat tekan pada beton yang telah selesai dilakukan sebelumnya, dapat dilihat bahwa pemanasan *styrofoam* dan penggunaan agregat kasar pada beton ringan dapat meningkatkan nilai kuat tekan pada beton ringan. Untuk nilai rata-rata kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 3.

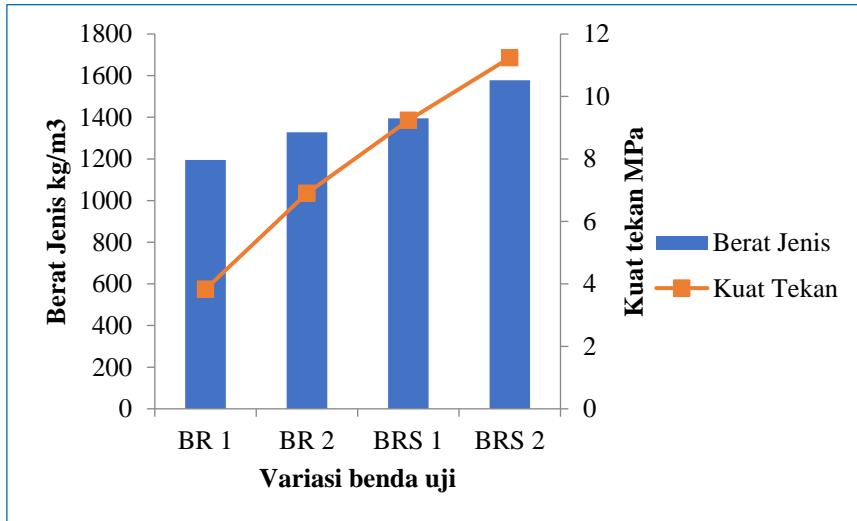


Gambar 3. Hasil Uji Kuat Tekan

Kenaikan nilai kuat tekan pada beton ringan pada beton BR 2 disebabkan karena pemanasan *styrofoam* yang dilakukan lebih lama dari BR 1 begitupun dengan beton BRS 2 dan BRS, penggunaan 25% agregat kasar pada campuran beton ringan BRS 1 dan BRS 2 juga mengalami kenaikan nilai kuat tekan dibanding dengan beton BR 1 dan BR 2 yang tidak menggunakan agregat kasar.

3.6. Hubungan Antara Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Ringan

Berikut hubungan antara berat jenis dengan kuat tekan pada beton ringan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Kuat Tekan Dengan Berat Jenis Beton Ringan

Dari hasil perbandingan antara berat jenis dengan kuat tekan pada beton ringan, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi berat jenis pada beton ringan, maka nilai kuat tekan pada beton semakin tinggi juga. Hal ini disebabkan karena pemanasan pada *styrofoam* yang dilakukan dengan dua metode yang berbeda dan penggunaan agregat kasar pada beton ringan yang membuat beton ringan menjadi semakin berat dan kuat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan mengenai pengaruh penggunaan *heated styrofoam* dan agregat kasar terhadap kuat tekan beton ringan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Beton ringan dengan kode BR 2 mengalami kenaikan nilai kuat tekan dan berat jenis dibandingkan beton ringan dengan kode BR 1. Hal ini disebabkan karena pemanasan *styrofoam* yang dilakukan pada beton ringan dengan kode BR 2 lebih lama dibanding beton ringan dengan kode BR 1 yang menyebabkan ukuran butir *styrofoam* menjadi lebih kecil dan padat. Begitupun dengan beton ringan dengan kode BRS 1 dan BRS 2
2. Penggunaan agregat kasar (agregat kasar) pada beton ringan dengan kode BRS 1 dan BRS 2 sangat berpengaruh tinggi terhadap kuat tekan dan berat jenis pada beton ringan. Hal ini dapat dibuktikan dari naiknya kuat tekan dan berat jenis pada beton ringan dengan menggunakan agregat kasar (BRS 1 dan BRS 2) dibanding dengan beton ringan tanpa agregat kasar (BR 1 dan BR 2).
3. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa nilai optimum kuat tekan sebesar 11,24 MPa pada beton ringan dengan agregat kasar dan *heated styrofoam* dengan pemanasan *styrofoam* selama 25 menit pada suhu 100°C (BRS2). Nilai kuat beton ini tergolong dalam beton ringan struktur ringan. Berat jenis beton ini sebesar 1.578,38 kg/m³, yang tergolong dalam beton ringan berdasarkan SNI 03-3449-2002. .

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih diucapkan kepada Laboratorium Teknik Sipil, Institut Teknologi Padang, yang telah menyediakan fasilitas untuk pengujian sifat fisis agregat dan pengujian kuat tekan benda uji beton.

5. REFERENCES

Ala, P., & Arruan, H. (2018, August). Beton Ringan Menggunakan Styrofoam Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar. In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)* (Vol. 2, No. 1).

Anugraha, R. B., & Mustaza, S. (2010). Beton ringan dari campuran Styrofoam dan serbuk gergaji dengan semen Portland 250, 300 dan 350 kg/m³. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 8(2), 57-66.

Arfani, M. B. H., Simanihuruk, B., & Dewita, H. (2023). *Optimasi Pemakaian Serat Rosella Pada Campuran Beton Dengan Variasi Maksimum Ukuran Agregat 10 Mm, 15 Mm, Dan 25 Mm*. *Jmts: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 185-190

Lukman dkk. (2021). *Studi Experimental Besaran Mekanis Beton Ringan Dengan Material Heated Styrofoam*, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.

Prayitno, S., Rismunarsi, E., & Romadhoni, S. H. (2016). Pengaruh penambahan serat bendrat dan *styrofoam* pada beton ringan terhadap kajian kuat tekan dan kuat geser. *Matriks Teknik Sipil*, 4(4).

Priyono, Y. J., & Nadia, N. (2014). Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. *Konstruksia*, 5(2).

Siahaan. (2020). *Penggunaan Styrofoam Sebagai Subsitusi Persial Agregat Kasar terhadap Nilai Kuat tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan*

Simbolon, Tiurma. (2008). *Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan yang Terbuat Dari Styrofoam-Semen*. USU. Medan

Tarihoran, E., Kumaat, E. J., & Windah, R. S. (2020). *Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan*. *Jurnal Sipil Statik*, 8(6).

Wibowo, A. P., Lianasari, A. E., Kurniawan, T. A., & Wiransyah M, Z. A. (2019). *Pengaruh Pemanasan Awal pada Butir Styrofoam terhadap Kuat Tekan Beton Ringan*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta