

POTENSI LIMBAH GENTENG SEBAGAI MATERIAL POZZOLAN UNTUK BETON RINGAN NON STRUKTURAL DENGAN PENGEMBANG ALUMINIUM

Nanin Meyfa Utami¹, Diah Ayu Restuti² dan M. Lukman Abadi³

¹Universitas Jember, Jl. Kalimantan No.37, Jember

e-mail: 198605112023212029@mail.unej.ac.id; nanin.meyf@gmail.com

^{2,3}Universitas Jember, Jl. Kalimantan No.37, Jember

e-mail: 198603052023212029@mail.unej.ac.id; lukmanabadi57@gmail.com

ABSTRACT

Roof tile waste is believed to be a pozzolanic/cementitious material which can be used as a substitute for cement. The element content is the same as the element content of cement, namely SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃. Roof tile waste is often found in roof tile printing factories, where researchers took the research location in Kunir Lumajang village as a research site. Due to the abundance of unused roof tile waste, it became the main idea to utilize this waste so that it has selling value. Lightweight concrete, which in the modern era is in great demand as a lightweight material that can reduce the weight of the main building, is the main topic of this research by using aluminum powder developer at 0.75% of the weight of cement, and by adding 0.75% of cement tile waste and lime. %, 5%, 10%, 15%, and 20% of cement weight, FAS value 0.6. The test objects used were cylindrical test objects with a size of 20 cm and a diameter of 10 cm with a total of 3 test objects each in each variation. Preliminary testing on roof tile waste material is XRD and XRF testing which is aimed at ensuring the content of crystals and chemical elements. Testing of the mechanical properties of the test object was carried out by compression tests and volumetric weight tests. Based on the research results, it was concluded that the more roof tile powder and lime were added, the compressive strength and volume weight values of the test objects decreased. The highest compressive strength value obtained was 12.704 kg/cm² and a volume value of 880.828 kg/m³. Thus, special treatment is needed so that the potential contained in roof tile waste can be utilized optimally.

Keywords: Roof tile waste, Compressive strength, Non-structural lightweight concrete.

ABSTRAK

Limbah genteng dipercaya sebagai material pozzolan/cementitious yang dapat digunakan sebagai material pengganti semen. Kandungan unsurnya sama dengan kandungan unsur yang dimiliki oleh semen yaitu SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃. Limbah genteng banyak dijumpai di pabrik pencetak genteng, yang mana peneliti mengambil lokasi penelitian di desa Kunir Lumajang sebagai tempat penelitian dengan berlimpahnya limbah genteng yang tidak dimanfaatkan maka menjadi pemikiran utama untuk memanfaatkan limbah tersebut sehingga memiliki nilai jual. Beton ringan yang pada era modern banyak diminati sebagai material ringan yang dapat mengurangi berat sendiri dari bangunan gedung utamanya, menjadi topik utama pada penelitian ini dengan menggunakan pengembang alumunium powder sebanyak 0,75% dari berat semen, dan dengan menambahkan limbah genteng dan kapur sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen, nilai FAS 0,6. Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder dengan ukuran 20cm dan diameter 10 cm dengan jumlah masing-masing 3 benda uji pada setiap variasi. Pengujian pendahuluan pada material limbah genteng adalah pengujian XRD dan XRF yang ditujukan untuk memastikan kandungan kristal dan unsur kimiawi. Pengujian sifat mekanik dari benda uji dilakukan uji tekan dan uji berat volume. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa semakin banyak penambahan serbuk genteng dan kapur nilai kuat tekan dan berat volume pada benda uji semakin menurun. Nilai kuat tekan tertinggi yang didapat adalah 12,704 kg/cm² dan dengan nilai volume 880,828 kg/m³. Dengan demikian, perlu adanya treatment khusus agar potensi yang terdapat dalam limbah genteng dapat dimanfaatkan secara optimal.

Kata kunci: Limbah genteng, Kuat tekan, Beton ringan non struktural.

1. PENDAHULUAN

Pada Era modern penggunaan beton ringan sebagai bahan partisi atau dinding semakin marak digunakan. Penerapannya menguntungkan karena dapat mengurangi beban mati atau berat sendiri dari bangunan sehingga bangunan yang didesain dapat menjadi bangunan yang tahan terhadap gempa. Beton ringan sering digunakan untuk mengurangi berat mati dari struktur dan juga mengurangi resiko kerusakan akibat gempa. Gaya gempa yang berpengaruh terhadap struktur dan bangunan adalah sebanding dengan masa dari struktur dan bangunan (Yigit dkk. 2011). Penelitian mengenai pembuatan beton ringan juga semakin banyak bermunculan. Utamanya yang menggunakan material inovasi sebagai bahan penyusun utamanya karena bahan utamanya semakin tinggi harganya. Sebut saja penggunaan semen semakin banyak tergantikan. Penelitian mengenai material pengganti semen sudah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu seperti penggunaan abu sekam padi, fly ash, abu batu, sampai dengan limbah-limbah industri termasuk limbah genteng. Limbah genteng berpotensi sebagai bahan pengganti semen dikarenakan kandungan unsurnya yang menyerupai kandungan yang terdapat dalam pozzolan yaitu SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 (Ridwan dkk. 2019). Hal ini dikarenakan genteng berbahan dasar tanah liat yang dibakar dengan suhu tinggi sehingga memunculkan senyawa kimia yang reaktif yang menyerupai senyawa yang dimiliki oleh semen. Penelitian serupa dilakukan oleh Anggakusuma dkk. (2010) memanfaatkan limbah gerabah yang digunakan pada campuran pembuatan batako hingga dapat menambah kuat tekannya. Untuk itu melihat berlimpahnya limbah genteng yang terdapat pada produsen genteng di desa Kunir Lumajang maka peneliti mencoba menggunakan limbah genteng ini yang mana bahan utamanya sama dengan bahan gerabah yaitu tanah liat. Adapun tujuan dari penelitian ini, selain untuk mengetahui sejauh mana limbah genteng tersebut dapat berperan sebagai material pozzolan maka diharapkan limbah genteng termanfaatkan dan dapat menaikkan nilai ekonomisnya. Limbah genteng yang sudah ditreatment digunakan sebagai bahan pengganti semen pada beton ringan non struktural dengan menambahkan kapur untuk mempermudah *workability* dan menggunakan pengembang *aluminium powder* sebagai pengembangnya.

Penggunaan aluminium powder sebagai bahan pengembang yang direaksikan dengan kapur dimaksudkan untuk membentuk gelembung-gelembung gas hidrogen. Gelembung hidrogen yang dihasilkan dari reaksi *aluminium powder* dan kapur dapat mengurangi berat pada beton yang dihasilkan. Dengan penambahan kapur, bata beton yang dihasilkan mempunyai berat yang lebih ringan 13%-18% dibanding tanpa menggunakan kapur. Utami (2013) dalam penelitiannya yang berjudul Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo dan Fly Ash sebagai Fine ALWA Pada AAC dengan Pasta Berbahan Dasar Lumpur Sidoarjo dengan Tambahan Gypsum dan Foam juga menggunakan campuran kapur pada beton ringan non strukturnya, hasil yang didapat adalah kuat tekan dan berat volume turun pada mortar berpasta ringan lusi bakar, OPC, kapur, gypsum dan pengembang foam.

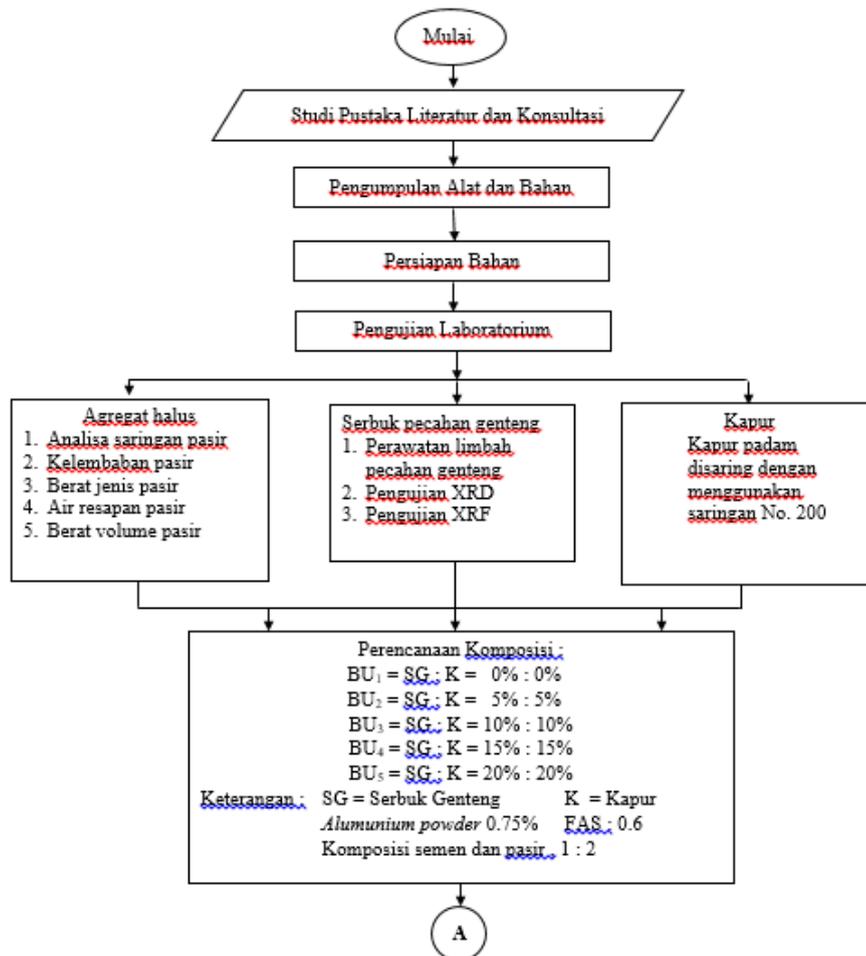
Berdasarkan penelitian terdahulu, maka penelitian ini mencoba menggunakan limbah genteng sebagai material pozzolan/cementious pada beton ringan non struktural dengan menggunakan aluminium powder sebagai bahan pengembang dan kapur. Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder dengan tinggi 20cm dan diameter 10 cm. Variasi limbah genteng dan kapur sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen, nilai FAS 0,6. Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder dengan ukuran 20 cm dan diameter 10 cm dengan jumlah masing-masing 3 benda uji pada setiap variasi. Pengujian pendahuluan pada material limbah genteng adalah pengujian XRD dan XRF yang ditujukan untuk memastikan kandungan Kristal dan unsur kimiawi. Sedangkan pengujian sifat mekanik dari benda uji dilakukan uji tekan dan uji berat volume. Pengujian kuat

tekan dilakukan pada umur 28 hari disertai dengan penimbangan berat benda uji untuk memastikan benda uji telah memenuhi standar sebagai beton ringan non struktural (SNI 03-3449-2002).

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir

Diagram alir merupakan salah satu cara untuk mempermudah memahami alur penelitian dari proses awal sampai proses akhir. **Gambar 1** berikut merupakan diagram alur atau *flow chart* yang akan digunakan dalam penelitian ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pembuatan benda uji dilakukan dengan metode konvensional. Penggunaan metode konvensional adalah dengan membuat campuran sendiri dari material air, semen, serbuk genteng, pasir, kapur dan *aluminium powder* dengan proporsi yang berbeda. Tujuannya adalah untuk mencari proporsi yang optimal dari setiap penggunaan bahan tersebut. Sebelum melakukan pembuatan benda uji terlebih dahulu dilakukan percobaan pembuatan benda uji. Tujuan dari pembuatan percobaan benda uji untuk mengetahui proporsi awal benda uji utama yang akan digunakan. Pada penelitian ini pasir, air, dan *aluminium powder* sebagai variabel kontrol, sedangkan serbuk genteng, kapur dan semen sebagai variabel bebas yang sesuai dengan tujuan penelitian. Setelah benda uji dibuat maka dilakukan perawatan benda uji.

Perawatan pada benda uji ini dilakukan dengan tujuan menjaga kondisi benda uji agar

tetap optimal sampai saat pengujian. Campuran benda uji yang digunakan adalah air, pasir, semen, kapur, serbuk genteng dan *aluminium powder*. Perawatan benda uji ini dilakukan dengan cara menyimpan benda uji bata ringan dalam suhu ruangan. Tujuan pada perawatan benda uji dengan menyimpan pada suhu ruangan adalah agar benda uji yang mengandung gelembung akibat penambahan *aluminium powder* dapat bertahan seperti kondisi awal. Benda uji tidak direndam karena menjaga agar benda uji yang mengandung gelembung tidak terisi oleh air. Proses selanjutnya adalah pengujian mekanis dari benda uji yaitu uji tekan dan uji berat volume. uji kuat tekan dan berat isi. Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990 sedangkan pengujian berat volume mengacu pada SNI 03-1973-1990.

Untuk mendapatkan hasil kuat tekan pada masing-masing benda uji beton ringan dapat dihitung dengan rumus:

$$\sigma'_x = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{P/A}{g} (kg/cm^2) \quad (1)$$

Dimana :

- σ' : Kuat tekan hancur umur x hari, dalam MPa atau dalam kg/cm^2
- P : Gaya yang ditunjukkan mesin pada saat pengetesan
- A : Luas permukaan tekan dalam mm^2 atau cm^2
- g : Percepatan gravitasi = $9.8 m/s^2$

Hitung besarnya berat benda uji dengan rumus sebagai berikut:

$$W_{beton} = \frac{B_b}{V} \quad (2)$$

Dimana:

- W_{beton} = Berat isi beton (kg/m^3)
- B_b = Berat benda uji (kg)
- V = Volume benda uji (m^3)

3. PEMBAHASAN

3.1. Hasil dan Analisis Pengujian Sifat Serbuk Genteng

Pada tahap ini serbuk genteng yang telah dihaluskan dan lolos saringan No. 200 dilakukan pengujian XRF dan XRD. Setiap pengujian memiliki tujuan dan hasil masing-masing. Pada pengujian XRF dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui senyawa apa saja yang terkandung dan nilai persentasenya. Sedangkan pada pengujian XRD dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui ukuran Kristal dan karakteristik kristal pada material yang diujikan tersebut. Hasil Pengujian XRF Serbuk Limbah Genteng dapat dilihat pada **Tabel 1** dibawah.

Tabel 1: Komposisi Senyawa Kimia dalam Serbuk Genteng dengan Metode XRF

No.	Komposisi Kimia	Kandungan senyawa (%)
1	Fe ₂ O ₃	48,91 +/- 0,26
2	SiO ₂	24,5 +/- 0,08
3	Al ₂ O ₃	12 +/- 0,2
4	CaO	7,58 +/- 0,02
5	TiO ₂	2,10 +/- 0,02
6	Ni ₂ O ₃	1,29 +/- 0,008
7	K ₂ O	0,95 +/- 0,008
8	MnO ₂	0,67 +/- 0,002
9	SrO	0,57 +/- 0,04

Lanjutan Tabel 1...

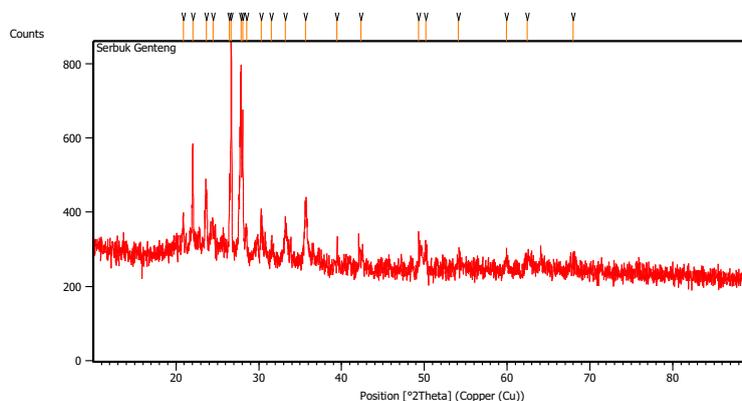
10	EuO ₂	0,51 +/- 0,01
11	Cu ₂ O	0,37 +/- 0,01
12	Re ₂ O ₃	0,3 +/- 0,02
13	V ₂ O ₅	0,16 +/- 0,002
14	CrO	0,081 +/- 0,002
15	ZnO	0,07 +/- 0,008

Sumber: Hasil pengujian, 2024

Kandungan tertinggi pada limbah genteng adalah Fe₂O₃ sebesar 48,91%. Selain mengandung Fe₂O₃, serbuk genteng juga mengandung beberapa senyawa lain dengan prosentase tinggi diantaranya SiO₂ sebesar 24,5%, Al₂O₃ sebesar 12%, CaO sebesar 7,58%. Prosentase yang terdapat pada serbuk genteng ini termasuk pada kandungan pozzolan kelas N dengan kriteria yang dimiliki pada jumlah SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ lebih dari 70%. Dalam keterangan yang ada pada pozzolan kelas N ini didapat dari hasil pembakaran, sesuai dengan serbuk genteng yang prosesnya pembuatannya melalui pembakaran. Namun meskipun kandungan serbuk genteng masuk dalam kualifikasi pozzolan kelas N kandungan CaO yang dimiliki sangat kecil. Pada komposisi campuran semen, kandungan senyawa CaO yang dimiliki sebesar 60-65%. Sedangkan kandungan CaO pada serbuk genteng hanya sebesar 7,58%. Kandungan CaO sendiri memiliki fungsi pada proses perekatan/pengikatan pada semen (Wiryasa dan Sudarsana 2009).

3.2. Hasil Pengujian XRD

Hasil pengujian XRD pada serbuk genteng dapat dilihat pada Gambar 2.

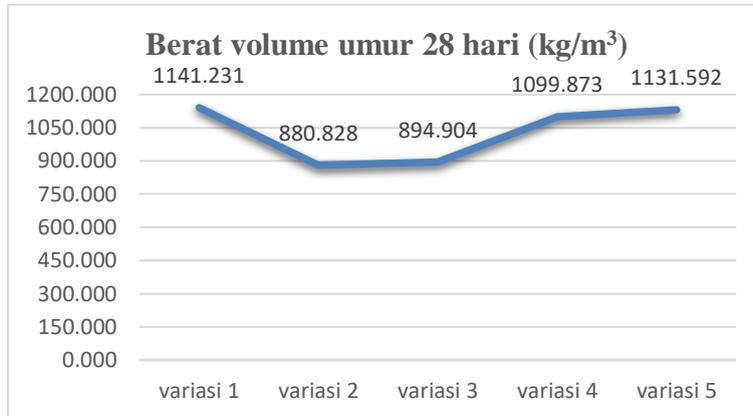


Gambar 2. Pola Hasil XRD Abu Ampas Tebu (Sumber: Pengujian, 2024)

Pada pengujian XRD ini dilakukan untuk analisis komposisi senyawa pada material dan juga karakteristik kristalnya. Pengujian XRD pada serbuk genteng didapat dengan posisi awal penyinaran ($^{\circ}2\text{Th}$) = 10,0084, dengan *step size* ($^{\circ}2\text{Th}$) = 0,0170 dan penyinaran berakhir pada ($^{\circ}2\text{Th}$) = 89,9764. Analisa hasil uji XRD menggunakan *software Match* untuk mengetahui senyawa yang terkandung dalam sampel benda yang uji. Pada gambar 4.2 dihasilkan adanya puncak-puncak difraksi tertinggi yaitu pada ($^{\circ}2\text{Th}$) 26,662°, semakin lebar puncak difraksi yang hasilkan sinar X maka semakin kecil ukuran kritical yang didapat.

3.3. Pengujian Berat Volume

Hasil pengujian berat volume pada umur beton rencana dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

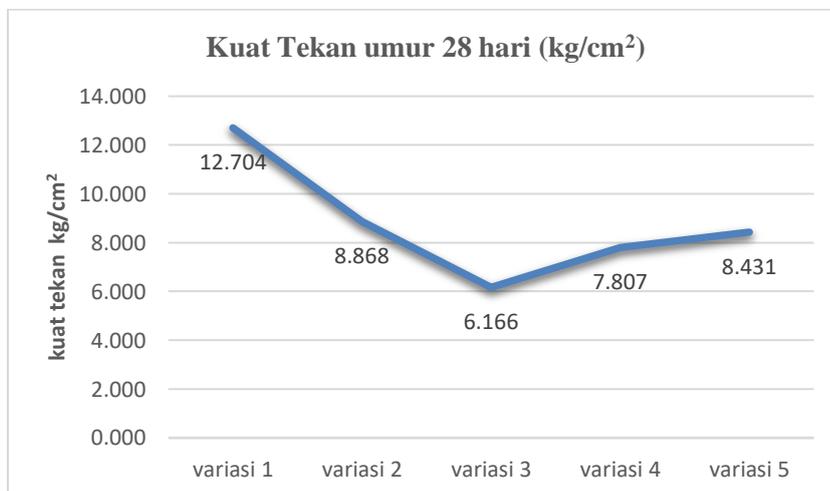


Gambar 3. Pengujian Berat Volume Umur 28 hari

Pada **Gambar 3** menunjukkan hasil pengujian berat volume pada umur 28 hari. Dari hasil pengujian berat volume umur 28 hari didapat berat volume teringan pada variasi 2 dengan berat sebesar 880,828 kg/m³.

3.4. Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian XRD pada serbuk genteng dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 4. Pengujian Berat Volume Umur 28 Hari (Sumber: Penelitian, 2024)

Tampak pada **Gambar 4** diatas, variasi 1 memiliki kuat tekan tertinggi dengan 12,704 kg/cm² dan juga berat volume sebesar 1141,231 kg/m³. Pada variasi 2 mengalami penurunan kuat tekan menjadi 8,868 kg/cm² namun memiliki berat volume paling ringan di antara semua variasi sebesar 880,828 kg/m³. Kemudian pada variasi 3 kembali terjadi penurunan kuat tekan dengan nilai sebesar 6,166 kg/cm² serta peningkatan nilai berat volume dari variasi sebelumnya menjadi 894.904 kg/m³. Pada variasi 4 terjadi peningkatan kuat tekan dari variasi sebelumnya dengan nilai sebesar 7,807 kg/cm² berbanding lurus dengan nilai berat volume yang meningkat menjadi 1099,873 kg/m³. Kemudian pada variasi ke 5 nilai kuat tekan kembali mengalami peningkatan sebesar

8,431 kg/cm² namun juga diikuti dengan peningkatan berat volume sebesar 1131,592 kg/m³. Hal tersebut dipengaruhi oleh nilai penyerapan serbuk genteng yang tinggi serta kadar air serbuk kapur yang sangat rendah sesuai dengan hasil uji material yang telah dilakukan. Hasil penyerapan serbuk genteng yang tinggi tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wikana dkk, tahun 2013. Dengan hasil tersebut peningkatan penambahan persentase mengakibatkan penyerapan yang tinggi oleh material serbuk genteng dan kapur, yang membuat gelembung dari *aluminium powder* tidak dapat mengembang dengan sempurna karena air sudah terserap oleh material lainnya.

4. KESIMPULAN

Kandungan senyawa pada Serbuk genteng dari hasil uji XRF masuk dalam persyaratan pozzolan N, namun tidak mampu digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Serbuk genteng yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen justru menghasilkan penurunan kuat tekan. Penggunaan serbuk genteng, serbuk kapur dan *aluminium powder* tidak mendapatkan hasil optimum karena hanya menghasilkan beton dengan berat jenis ringan dan kuat tekan rendah. Namun penggunaan serbuk kapur pada campuran beton yang mengandung *aluminium powder* dapat meringankan berat volumenya. Hasil kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi 1 dengan nilai kuat tekan sebesar 12,704 kg/cm² dan berat volume sebesar 1141,231 kg/m³. Sedangkan hasil berat volume teringan terdapat pada variasi 2 dengan berat volume sebesar 880,828 kg/m³ dan kuat tekan sebesar 8,868 kg/cm².

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Anggakusuma, R.D., Supardi, dan Edy P. 2014. "Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Semen Merah Dari Limbah Gerabah". *E-Jurnal: Matriks Teknik Sipil* 2(3):328-335.
2. Badan Standarisasi Nasional. 2002. *SNI 03-3449-2002 (Tata Cara Rencana Pembuatan Beton Ringan Dengan Agregat Ringan)*. Jakarta: BSN.
3. Ridwan, M., Dwi N., dan Nanin M. Utami. 2019. "Optimasi Pengolahan Bahan Baku dan Mutu Genteng Kodok Produksi Desa Kunir Lor Lumajang Ditinjau dari Tampak, Resapan Air, Serta Kuat Lentur". *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Infrastruktur II*, Jember, 13 Nopember.
4. Utami, Nanin Meyfa. 2013. "Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo dan Fly Ash Sebagai Fine ALWA Pada AAC Dengan Pasta Berbahan Dasar Lumpur Sidoarjo Dengan Tambahan Gypsum dan Foam". Surabaya: ITS Press.
5. Wikana, I. dan Wawuru D. 2013. "Pengaruh Tumbukan Genteng Keramik Terhadap Pengurangan Berat Semen Ditinjau Dari Kuat Tekan Paving Block". *Jurnal Majalah Ilmiah UKRIM* 17(1).
6. Wiryasa, N.M.A., dan I.W. Sudarsana. 2009. "Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Dalam Pembuatan Bata Beton Pejal". *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* 13(1):39-46.
7. Yiğit, A., Demir, İ., & Başpınar, M.S. 2011. "Effect of Municipal heating System Coal Ash on the Insulation Properties of Light Weight". *The Online Journal of Science and Technology (TOJSAT)* 1(2):1-7.