

UJI KUAT TEKAN, DAYA SERAP AIR DAN DENSITAS MATERIAL BATU BATA DENGAN PENAMBAHAN AGREGAT LIMBAH BOTOL KACA

Andi Wahyuni Ardi, Iswadi, dan Muh. Said. L¹

¹ Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: ayu_wahyuni42@yahoo.com, wadi.phys.uin@gmail.com,
muhammadsaidlanto83@gmail.com

Abstract: This experiment aims to know the influence of the increment of glass bottle waste to the pressure power, the water absorptive power and the density of the brick material and to know the comparison of the increment of glass bottle waste composition value to the brick material which produces the pressure power, absorptive power and the density match with standard value. This experiment uses tool test like beam with a size long 11 cm, wide 11 cm, height 5 cm with some various of the aggregate of glass bottle composition 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, and 40 %. Making brick with the combination of soil, sand, water and the combination of aggregate of glass bottle waste, in the drying process within 1-2 days then burning in the oven with temperature 900 °C for 3,5 hours. And then the brick is tested 3 parameters are the pressure, the absorptive and the density. Based on the test result it was gotten each of the parameter tests are the minimum value of the pressure is 223,41 kg/cm² and the maximum is 253,37 kg/cm² (based on the class category 200 to 250 based on SII-0021-1978); the water absorptive value was gotten in minimum is 9,38 % and the maximum is 19,05 % (based on standard SII 15-2094-2000) and the density value is 1,48 - 1,64 gr/cm³ (based on standard).

Keywords: the pressure, water absorbency, the density, brick, glass bottle waste.

1. PENDAHULUAN

Sampai saat ini sampah merupakan objek permasalahan yang serius di negeri ini, terutama di kota-kota besar dengan jumlah penduduk yang melebihi batas, dan dengan teknologi yang tepat, sampah yang tadinya menjadi masalah sebagai barang buangan, kotor, berbau, menimbulkan penyakit dan mencemari lingkungan dapat menjadi barang yang bisa dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomi tinggi.

Daur ulang merupakan salah satu cara yang digunakan untuk meminimalkan jumlah sampah yang ada, sehingga dapat meningkatkan nilai ekonominya menjadi barang-barang yang berguna. Daur ulang merupakan proses untuk mengurangi penggunaan bahan baku yang baru, mengurangi penggunaan energi, mengurangi polusi, kerusakan lahan dan emisi gas rumah kaca jika dibandingkan dengan proses pembuatan barang baru. Material yang dapat didaur ulang terdiri dari sampah kaca, plastik, kertas, logam, tekstil dan barang elektronik.

Limbah kaca dalam jumlah besar yang berasal dari industri maupun rumah tangga merupakan sumber masalah bagi lingkungan. Pemakaian kaca dalam kehidupan manusia terus meningkat hal ini disebabkan terus meningkatnya konsumsi masyarakat terhadap minuman yang menggunakan kaca sebagai bahan kemasan. Belum lagi limbah kaca botol saus/kecap dan sebagainya yang dihasilkan oleh penjual makanan.

Salah satu contoh untuk mendaur ulang limbah kaca yaitu misalnya pada pembuatan beton dengan menambahkan serbuk kaca, sehingga penelitian penambahan serbuk kaca pada beton atau batako telah dilakukan oleh banyak peneliti.

Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh penambahan agregat limbah botol kaca terhadap uji nilai kuat tekan, daya serap air dan densitas pada material batu bata dan seberapa besar nilai komposisi penambahan agregat limbah botol kaca pada material batu bata yang menghasilkan kuat tekan, daya serap air dan densitas yang sesuai dengan nilai standar

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan agregat limbah botol kaca terhadap uji nilai kuat tekan, daya serap air dan densitas pada material batu bata dan mengetahui nilai komposisi penambahan agregat limbah botol kaca pada material batu bata yang menghasilkan kuat tekan, daya serap air dan densitas yang sesuai dengan nilai standar.

2. KAJIAN PUSTAKA

Batu Bata dan Kualitasnya

Batu bata merupakan salah satu bahan material sebagai bahan pembuat dinding. Batu bata adalah bahan bangunan yang telah lama dikenal dan dipakai oleh masyarakat baik di pedesaan maupun di perkotaan yang berfungsi untuk bahan bangunan konstruksi. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pabrik batu bata yang dibangun masyarakat untuk memproduksi batu bata. Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding pada bangunan perumahan,

bangunan gedung, pagar, saluran dan pondasi. Batu bata umumnya dalam konstruksi bangunan memiliki fungsi sebagai bahan non-struktural, disamping berfungsi sebagai struktural. Sebagai fungsi struktural, batu bata dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi rumah sederhana dan pondasi. Sedangkan pada bangunan konstruksi tingkat tinggi/gedung, batu bata berfungsi sebagai non-struktural yang dimanfaatkan untuk dinding pembatas dan estetika tanpa memikul beban yang ada di atasnya.

Batu bata merah adalah suatu unsur bangunan yang dipergunakan dalam pembuatan konstruksi bangunan dan dibuat dari tanah liat ditambah air dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperatur tinggi hingga matang dan berubah warna serta akan mengeras seperti batu jika didinginkan hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

Proses pembuatan batu bata melalui beberapa tahapan, meliputi penggalian bahan mentah, pengolahan bahan, pembentukan, pengeringan, pembakaran, pendinginan dan pemilihan (seleksi).

Adapun syarat-syarat batu bata merah dalam SNI-10, 1978 dan SII-021-78 adalah sebagai berikut (Handayani, 2010: 43-45)

1. Pandangan luar

Batu bata harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus rata, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warnanya seragam dan berbunyi nyaring bila dipukul (Handayani, 2010: 43).

2. Ukuran

Ukuran-ukuran batu bata merah ditentukan dan dinyatakan dalam perjanjian antara pembeli dan penjual (pembuat), sedangkan ukuran batu bata merah yang standar menurut SNI-10, 1978: 6 yaitu batu bata merah dengan panjang 240 mm; lebar 115 mm; tebal 52 mm dan batu bata merah dengan panjang 230 mm; lebar 110 mm dan tebal 50 mm.

3. Daya serap air dan bobot isi

Daya serap air adalah kemampuan bahan dalam menyerap air (daya hisap). Bobot isi adalah perbandingan massa dalam keadaan kering dengan bobot dalam kondisi jenuh air. Daya serap air yang tinggi akan berpengaruh pada pemasangan batu bata dan adukan karena air pada adukan akan diserap oleh batu bata sehingga pengeras adukan tidak berfungsi dan dapat mengakibatkan kuat adukan menjadi lemah. Daya serap yang tinggi disebabkan oleh besarnya kadar pori pada batu bata (batu bata tidak padat).

Dalam menentukan daya serap air dan bobot isi digunakan standar SNI-10-78 pasal 6, dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan air (PA)} = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100 \%$$

$$\text{Bobot isi} = \frac{m_k}{m_b - m_c} \times 100 \%$$

Keterangan:

m_k = massa kering (tetap) (kg)

m_b = massa setelah direndam selama 24 jam (kg)

m_c = massa dalam air (kg)

Bata merupakan material yang bersifat higroskopis artinya mudah menyerap air. Bata yang berkualitas tinggi akan memiliki daya serap yang rendah terhadap air dan kelembapan, sebaliknya bata yang berkualitas rendah akan memiliki daya serap yang tinggi terhadap air dan kelembapan. Umumnya bata dianggap baik bila memiliki daya serap air kurang dari 20 %.

1. Kuat Tekan

Tekanan didefinisikan sebagai gaya tekan yang bekerja pada satu satuan luas permukaan yang mengalami gaya tekan. Simbol tekanan adalah P. Jadi, bila sebuah gaya sebesar F bekerja pada sebuah bidang A (*area*), maka besarnya tekanan adalah:

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan,

P = kuat tekan bahan, (N/m² atau kgf/cm²)

F = beban tekan maksimum (gaya tekan), (kgf atau N)

A = luas bidang bahan, (m²)

Jika gaya tekan F = 1 N bekerja pada luas permukaan A = 1 m², maka menurut persamaan di atas kuat tekanan bahan adalah:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{1 \text{ newton}}{1 \text{ m}^2} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa} = 10^{-6} \text{ Mpa}$$

Dalam satuan internasional (SI), satuan tekanan adalah N/m². Satuan tersebut juga diberi nama pascal (disingkat Pa). jadi 1 N/m² = 1 Pa. satuan pascal adalah tekanan yang dilakukan oleh gaya satuan newton pada luas permukaan satu meter persegi.

Kualitas batu bata merah dapat dibagi atas tiga tingkatan dalam hal kuat tekan menurut SNI-10, 1978: 6, yaitu:

- a. Batu bata merah mutu tingkat I dengan kuat tekan rata-rata lebih besar dari 100 kg/cm².

- b. Batu bata merah mutu tingkat II dengan kuat tekan rata-rata antara 100 kg/cm² sampai 80 kg/cm².
- c. Batu bata merah mutu tingkat III dengan kuat tekan rata-rata antara 80 kg/cm².

Sedangkan kuat tekan menurut Standar Industri Indonesia (SII) tahun 1978 terlihat pada tabel 1, sebagai berikut:

Tabel 1. Kekuatan tekan rata-rata batu bata (SII-0021-1978):

Kelas	Kekuatan tekan rata-rata batu bata	
	kg/cm ²	N/m ²
25	25	2.5
50	50	5.0
100	100	10
150	150	15
200	200	20
250	250	25

Kuat tekan merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kekuatan atau kemampuan suatu material atau benda untuk menahan tekanan atau beban. Nilai kuat tekan bata diperlukan untuk mengetahui kekuatan maksimum dari suatu benda untuk menahan tekanan atau beban hingga retak dan pecah. Kualitas bata biasanya ditunjukkan oleh besar kecilnya kuat tekan. Namun, besar kecilnya kuat tekan sangat dipengaruhi oleh suhu atau tingkat pembakaran, porositas dan bahan dasar.

2. Densitas atau kerapatan

Densitas (ρ) adalah massa atau massa sampel yang terdapat dalam satu satuan volume. Densitas sering disebut sebagai massa jenis atau massa jenis atau biasa juga disebut dengan kerapatan bahan. Densitas yang diisyaratkan untuk digunakan adalah 1,60 gr/cm³ – 2,50 gr/cm³. Persamaan yang digunakan dalam menghitung densitas atau kerapatan batu bata adalah (Susatyo, 2014: 288).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan: ρ = Densitas suatu bahan (gr/cm³)
 m = Massa kering bahan (gr)
 V = Volume bahan (cm³)

3. Kadar garam

Kualitas kadar garam yang kurang dari 50 % permukaan batu bata merah tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tidak membahayakan dan 50 % atau lebih dari permukaan batu bata

merah tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan batu bata merah menjadi bubuk atau terlepas, hal ini membahayakan.

Kaca

Kaca adalah benda *amorf* (tak berbentuk), namun bukanlah benda padat. Dalam sistem penggolongan klasik ada tiga keadaan materi (gas, cair, dan padat), kaca tidak akan mendapat tempat, karena kaca (seperti halnya karet, plastik, menempati golongan keempat yaitu materi yang menggabungkan *rigidnya* benda padat dengan struktur molekul acak benda cair. Sering disebut sebagai keadaan *vitreous* atau seperti kaca. Ketika mendingin atom-atomnya tetap pada keadaan acak seperti kala cair, tetapi dengan kohesi yang cukup untuk membuatnya *rigid*. Itulah sebabnya mengapa kaca bersifat transparan.

3. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

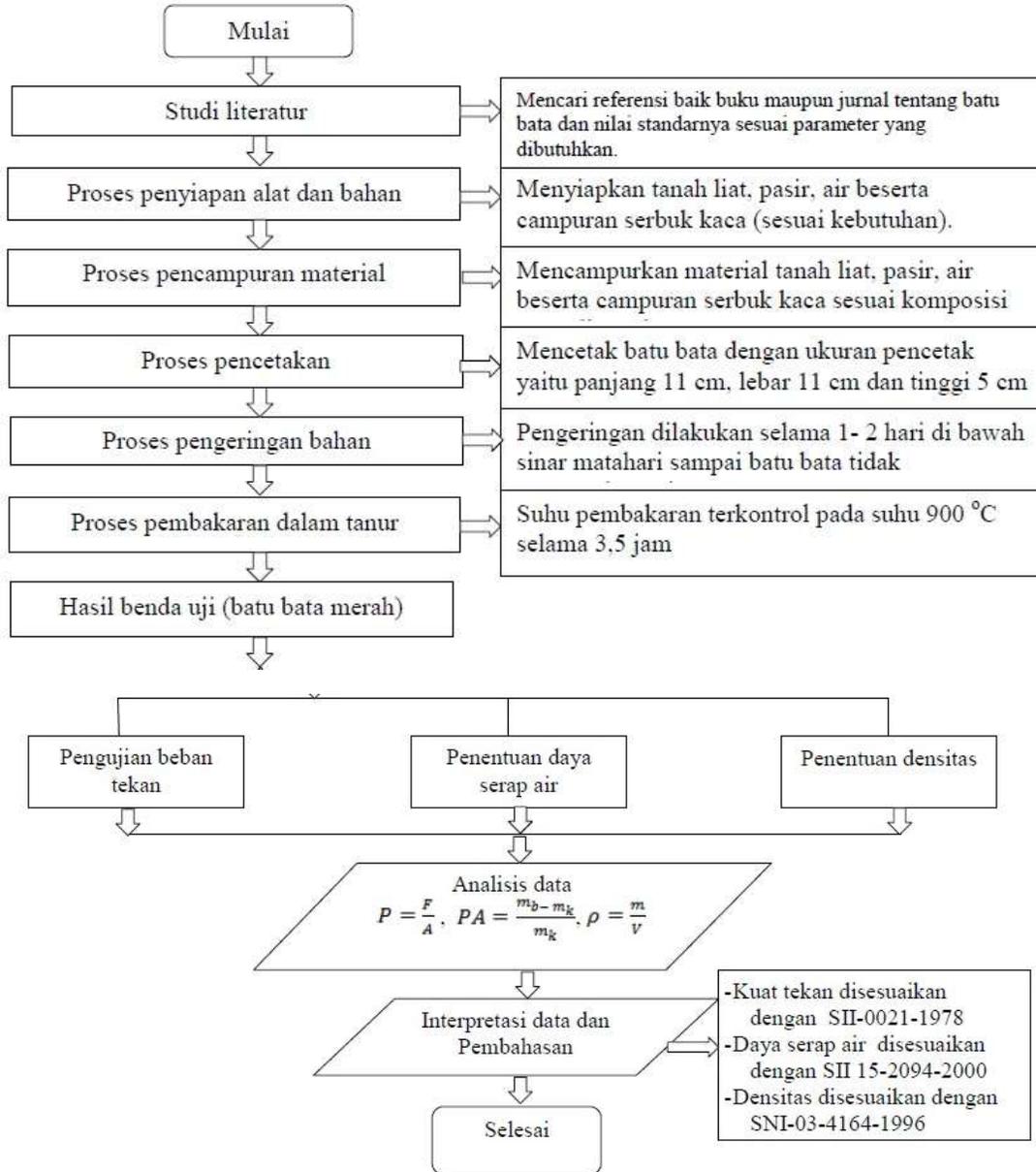
Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Juli 2016 di Kelurahan Samata, Kecamatan Somba Opu, Kabupaten Gowa, untuk proses pembuatannya dengan komposisi yang bervariasi sedangkan untuk proses pengujiannya di Laboratorium Balai Besar Industri dan Hasil Perkebunan kota Makassar.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan adalah

1. Tempat cetak atau media pencetak sampel batu bata (berukuran panjang 11 cm, lebar 11 cm dan tinggi 5 cm)
2. *Heraeus Furnace* (1000 °C) atau biasa disebut tanur, berfungsi pembakar sampel batu bata.
3. Timbangan analog (ketelitian 0,1 gram), berfungsi mengukur massa sampel batu bata, Sedangkan alat yang digunakan untuk menguji beban tekan sampel batu bata adalah alat uji kuat tekan *Forney* (ketelitian 50 kg).
4. Serbuk botol kaca (botol warna hijau) sebanyak 2 kg
5. Tanah liat sebanyak 5 kg
6. Pasir sebanyak 2 kg
7. Air sesuai kebutuhan

Diagram Alir Penelitian



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis uji kuat tekan

Proses perhitungan kuat tekan bahan sampel batu bata diperlukan parameter hasil pengukuran yaitu luas bidang tekan dan beban tekan. Kedua parameter tersebut diukur dengan menggunakan alat yaitu untuk luas bidang tekan menggunakan mistar (panjang dan lebar) dan beban tekan menggunakan alat

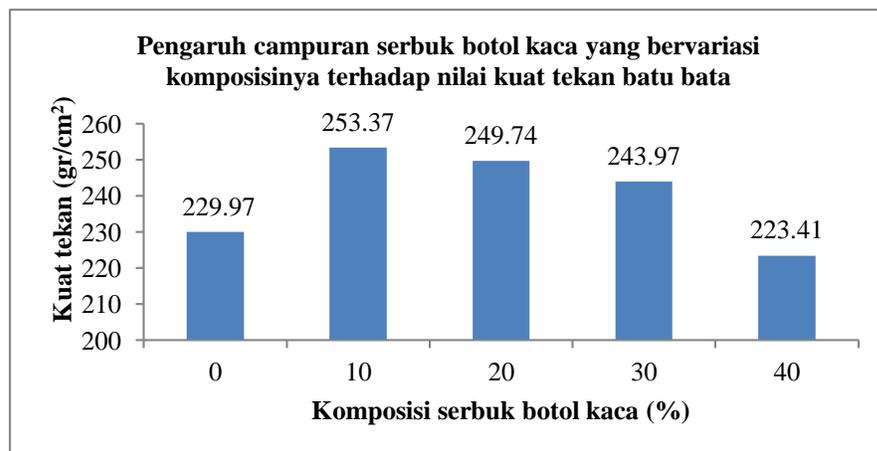
Forney, kedua parameter tersebut dapat diperoleh nilai kuat tekan berdasarkan persamaan 3. Berikut hasil pengujian kuat tekan yaitu dapat dilihat seperti pada tabel 2:

Tabel 2. Hasil uji kuat tekan batu bata

Komposisi penambahan serbuk kaca (%)	Kuat tekan batu bata secara perhitungan (P)			Satuan Kuat tekan	% perbedaan	
	Waktu pendiaman dan pengeringan selama 3 hari				Sampel 1	Sampel 2
	Sampel 1	Sampel 2	Rerata			
0	229,44 ± 0,24	230,51 ± 0,23	(229,97 ± 0,23) × 10 ⁵	kg/cm ²	14,72	15,26
	(225,08±0,23) × 10 ⁵	(226,13±0,023) × 10 ⁵	(225,60±0,23) × 10 ⁵	N/m ²		
10	245,70 ± 0,24	261,05 ± 0,24	253,37 ± 0,24	kg/cm ²	22,85	30,52
	(241,03±0,23) × 10 ⁵	(226,08±0,23) × 10 ⁵	(248,56±0,023) × 10 ⁵	N/m ²		
20	249,81 ± 0,23	249,67 ± 0,23	249,74 ± 0,23	kg/cm ²	24,91	24,83
	(245,06±0,23) × 10 ⁵	(244,92±0,23) × 10 ⁵	(244,99±0,023) × 10 ⁵	N/m ²		
30	245,36 ± 0,23	242,59 ± 0,22	243,97 ± 0,22	kg/cm ²	22,68	21,29
	(240,07±0,22) × 10 ⁵	(237,97±0,22) × 10 ⁵	(239,33±0,022) × 10 ⁵	N/m ²		
40	232,64 ± 0,22	214,19 ± 0,22	223,41 ± 0,22	g/cm ²	16,32	7,09
	(228,22±0,21) × 10 ⁵	(210,01±0,21) × 10 ⁵	(219,16±0,021) × 10 ⁵	N/m ²		

Berdasarkan tabel 2. di atas maka dapat diperoleh grafik pengaruh antara persentase campuran serbuk kaca terhadap nilai kuat tekan batu bata yaitu sebagai berikut:

Gambar 1. Pengaruh campuran serbuk kaca yang bervariasi komposisinya terhadap nilai kuat tekan batu bata



Hasil pengujian kuat tekan batu bata dengan variasi campuran serbuk kaca yaitu 0 %, 10 %, 20 %, 30 % dan 40 % telah menunjukkan nilai yang layak pakai (sesuai untuk bangunan) dan memenuhi syarat kualitas kuat tekan ditinjau dari

standar yang telah ditetapkan yaitu SII-0021-1978. Nilai yang diperoleh memenuhi kategori dalam kelas 200 berdasarkan standar SII-0021-1978.

Analisis daya serap air batu bata

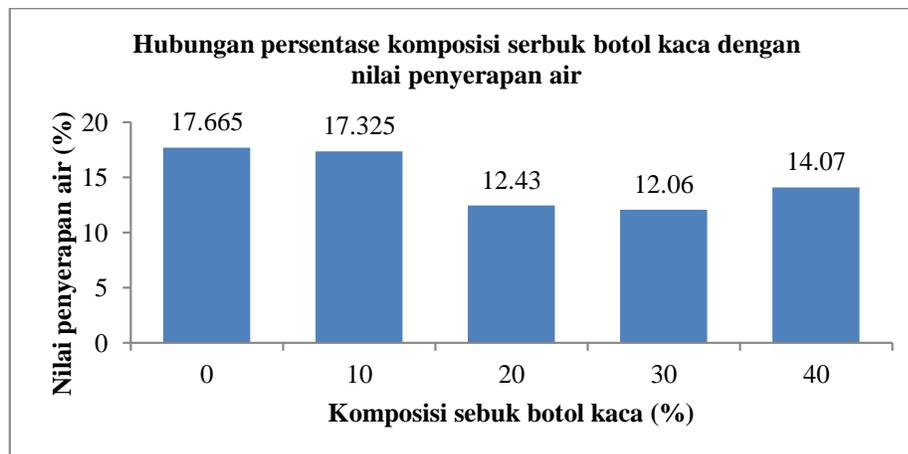
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam menyerap air pada masing-masing variasi persentase serbuk kaca dengan cara merendam pada suatu wadah yaitu baskom berisi air selama 24 jam. Penentuan daya serap air pada batu bata dapat diperoleh dari hasil pengukuran massa kering dan massa basah yang masing-masing diukur menggunakan alat timbangan analog. Berikut hasil perhitungan dosis serap air, yaitu:

Tabel 3. Hasil penentuan resapan air batu bata pada setiap komposisi

Massa (gram)	Hasil penentuan resapan air batu bata dengan komposisi serbuk kaca yang bervariasi				
	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
m_{kering} (a)	0,84	0,89	0,94	0,95	0,95
	0,86	0,90	0,91	0,96	0,97
m_{basah} (b)	1,00	1,05	1,06	1,09	1,09
	1,00	1,05	1,02	1,05	1,00
Penyerapan air secara perhitungan (%)	19,05±11,90	17,98±11,24	12,77±10,64	14,74 ±10,53	14,74±10,53
	16,28±11,63	16,67±11,11	12,09±10,99	9,38±10,42	13,40±10,31
Penyerapan sesuai SII 15 – 2094 – 2000	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
% perbedaan	4,76	10,11	36,15	36,32	26,32
	18,60	16,67	39,56	53,15	32,99

Dari tabel 3 di atas dapat diperoleh suatu grafik pengaruh persentase komposisi serbuk kaca terhadap nilai daya serapan air, yaitu:

Gambar 2: Hubungan persentase komposisi serbuk botol kaca dengan nilai penyerapan air



Berdasarkan tabel 6 dan grafik 2 di atas, hasil pengujian resapan air pada batu bata menunjukkan bahwa daya resapan air batu bata lebih kecil dari 20 % ini menandakan bahwa batu bata layak pakai.

Analisis densitas sampel batu bata

Densitas adalah massa atau massa sampel yang terdapat dalam satu satuan volume. Densitas yang diisyaratkan untuk digunakan adalah 1,60 gr/cm³ – 2,50 gr/cm³. Untuk memperoleh nilai densitas bahan sampel diperlukan parameter yaitu massa kering dan volume (panjang, lebar dan tinggi).

a. Densitas batu bata pada sampel kuat tekan

Hasil perhitungan nilai densitas sebelum pengujian kuat tekan sampel batu bata diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4: Nilai densitas batu bata sebelum penentuan kuat tekan

Dimensi	Sampel	Hasil perhitungan $\rho \pm \Delta\rho$ (gr/cm ³)				
		0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Panjang (cm)	I	10,50	10,80	10,80	10,90	11,20
	II	10,60	10,60	10,90	11,00	11,10
Lebar (cm)	I	11,00	10,40	10,80	11,00	11,20
	II	10,80	10,80	10,90	11,10	11,20
Tinggi (cm)	I	4,80	4,80	4,80	4,80	5,00
	II	4,90	4,60	4,90	5,00	5,00
m _{kering} (gr)	I	820,00	820,00	910,00	940,00	1000,00
	II	850,00	860,00	900,00	960,00	1000,00
ρ_{hitung} (g/cm ³)	I	1,48 ± 0,03	1,52 ± 0,03	1,62 ± 0,03	1,63 ± 0,03	1,59 ± 0,03
	II	1,50 ± 0,03	1,64 ± 0,03	1,55 ± 0,03	1,57 ± 0,03	1,61 ± 0,03
Pukur sesuai SNI-03-4164-1996 (gr/cm ³)		1,60 – 2,50	1,60 – 2,50	1,60 – 2,50	1,60 – 2,50	1,60 – 2,50
% perbedaan		7,56 – 40,84 6,40 – 40,10	4,95 – 39,17 2,36 – 34,49	1,02 – 35,34 2,84 – 37,82	1,80 – 34,85 1,98 – 37,27	0,28 – 35,82 1,18 – 35,25

Berdasarkan hasil perhitungan densitas pada tabel 4 dapat tunjukkan bahwa nilai kuat tekan dengan densitas berbanding lurus. Jika nilai kuat tekan meningkat maka nilai densitasnya juga tinggi artinya semakin rapat material sampel batu bata maka nilai kuat tekannya akan meningkat.

b. Densitas batu bata pada sampel resapan air

Berikut hasil penentuan nilai densitas batu bata sebelum uji daya serapan air yaitu:

Tabel 5: Nilai densitas batu bata sebelum penentuan daya serapan air

Dimensi	Sampel	Hasil perhitungan $\rho \pm \Delta\rho$ (gr/cm ³)				
		0 %	10 %	20 %	30 %	40 %
Panjang (cm)	I	10,70	10,80	10,80	10,90	11,00
	II	10,80	10,80	10,70	10,80	11,00
Lebar (cm)	I	10,70	10,70	10,70	10,80	11,00
	II	10,60	10,80	10,80	10,90	11,00
Tinggi (cm)	I	4,60	4,70	4,80	4,80	5,00
	II	4,70	4,80	4,70	4,90	5,00
m _{kering} (gram)	I	840,00	890,00	940,00	950,00	950,00
	II	860,00	900,00	910,00	960,00	970,00
ρ_{hitung} (g/cm ³)	I	1,59 ± 0,03	1,64 ± 0,03	1,69 ± 0,03	1,68 ± 0,03	1,57 ± 0,03
	II	1,60 ± 0,03	1,61 ± 0,03	1,68 ± 0,03	1,66 ± 0,03	1,60 ± 0,03
Pukur sesuai SNI-03-4164-1996 (gr/cm ³)		1,60 – 2,50	1,60 – 2,50	1,60 – 2,50	1,60 – 2,50	1,60 – 2,50
% perbedaan		0,31 – 36,20 0,10 – 36,07	2,42 – 34,45 0,47 – 35,70	5,92 – 32,21 4,83 – 32,91	5,08 – 32,75 4,02 – 33,43	1,86 – 37,19 0,21 – 35,87

Berdasarkan tabel 5 di atas dapat ditunjukkan bahwa semakin kecil densitas yang dihasilkan maka daya serapan airnya akan semakin besar. Artinya bahwa semakin besar densitas batu bata, maka ikatan antar partikel semakin kompak dan kuat sehingga rongga udara dalam batu bata mengecil. Keadaan ini menyebabkan air atau uap air menjadi sulit untuk mengisi rongga tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil densitas suatu material batu bata maka daya serapan airnya akan semakin besar. Pernyataan tersebut memperkuat hasil pengujian, dimana semakin tinggi persentase serapan air, densitas batu bata semakin kecil.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap hasil uji batu bata dengan material tambahan serbuk kaca, maka diperoleh kesimpulan bahwa penambahan agregat serbuk limbah botol kaca dengan komposisi 10 % sampai 40 % dapat mempengaruhi nilai kuat tekan, daya serap air dan densitas pada material batu bata. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, daya serap air dan densitas digunakan masing-masing komposisi serbuk kaca yaitu 0 %, 10 %, 20 %, 30 % dan 40 % telah memenuhi nilai standar yaitu nilai kuat tekan secara minimum 223,41 kg/cm² dan maksimumnya 253,37 kg/cm² (sesuai kategori kelas 200 menurut SII-0021-1978); nilai daya serap air diperoleh secara minimum

12,06 % dan maksimum 17,66 % (sesuai standar SII 15–2094–2000), nilai densitas pada sampel kuat tekan diperoleh 1,48 – 1,64 gr/cm³ (sesuai standar SNI-03-4164-1996) dan nilai densitas pada sampel daya serap air diperoleh 1,57 – 1,68 gr/cm³ (sesuai standar SNI-03-4164-1996)

DAFTAR PUSTAKA

- Alimudinharahap. "Limbah Botol Kaca". <https://alimudinharahap.wordpress.com/2014/10/16/daur-ulang-limbah-kaca/> (16 Oktober 2014).
- Handayani, Sri. 2010. "Kualitas Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji", Tinjauan terhadap buku *Bahan Mentah untuk Membuat Keramik*, oleh Hartono. Teknik Sipil dan Perencanaan vol. 12, no.1.
- Siska, Merry, dkk. 2012. Analisa Posisi Kerja pada Proses Pencetakan Batu Bata Menggunakan Metode Niosh", *Ilmiah Teknik Industri* 11, no.1 : h: 61-70.
- Rohman, Lilik Hadi Kholilul. 2010. "Fabrikasi dan Karakteristik Sifat Mekanik Kaca Magentik Berbasis Barium Ferit". *Skripsi*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Wulandari, Feny Indrarini. 2011. "Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona Grandits L.f*), Pada Paduan Tanah Liat dan Abu Sampah Terhadap Kualitas Batu Bata Merah di Kabupaten Karanganyar". *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.