

Penggunaan Tanah Liat dicampur Abu Batu Andesit untuk Pembuatan Keramik Lantai di Balai Besar Keramik Bandung Provinsi Jawa Barat

¹Helmi Yusuf Bahtiar, ²Sri Widayati, ³Subari

^{1,2,3}*Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116
email: ¹sonalia_me@yahoo.co.id*

Abstract. As the development of ever-increasing amount of housing, consumer demand for building elements also increased. One of them is a ceramic floor as the base of the building / house, that looks neat and clean. This study uses primary raw material clay Subang, and dust andesite as mixing ingredients with variations in the composition of 80% : 20%, 75% : 25%, 70% : 30%, 65% : 35%, 60% : 40%, 50% : 50%, for the two forms of the test object. Rectangular beam test object (10x2x1) cm with a combustion procedure performed by the combustion speed of 100 ° C / h, the initial temperature of 40 ° C and temperature variation of combustion is 1050 ° C, 1100 ° C, 1150 ° C. The test object beam cube (5x5x5) cm with a combustion procedure performed by the combustion speed of 200 ° C / h, the initial temperature of 40 ° C and temperature variation of combustion is 900 ° C, 950 ° C, 1000 ° C. Tests conducted dimensional shrinkage test, color, water absorption, bending strength and compressive strength. The best results from this study was the test specimen rectangular beam (10x2x1) cm composition of 60% : 40% to the combustion process, a temperature of 1150 ° C. Variable observation and testing obtained by the external appearance of red brick, no cracks, smooth texture, and no arches, fuel shrinkage 5.75%, 0.77% water absorption and flexural 141.63 Kg/cm². On the test object beam cube (5x5x5) cm composition of 50% : 50% to the combustion process, the temperature of 1000 ° C. Variable observation and testing obtained by the external appearance of red brick, no cracks, smooth texture, and no arches, fuel shrinkage 3:45%, 10.93% water absorption and compressive strength of 230.02 kg/cm². The use of clay mixed with ash andesite to produce ceramic floors in this experiment almost in accordance with the parameters of the Indonesian National Standard.

Keywords: ceramic floor tiles, variations in composition, temperature variations of combustion.

A. Pendahuluan

1. Latar Belakang

Seiring perkembangan jumlah perumahan yang semakin meningkat, permintaan konsumen terhadap unsur bangunan juga meningkat. Salah satunya adalah keramik lantai sebagai alas bangunan/rumah, supaya terlihat rapih dan bersih. Perkembangan industri keramik lantai pada umumnya terdapat di daerah yang mempunyai potensi persediaan bahan baku tanah liat (lempung). Seperti di daerah Kecamatan Pabuaran Kabupaten Subang, terdapat industri-industri kecil yang menghasilkan genteng dan batubata. Menandakan daerah ini memiliki bahan baku tanah liat yang cukup baik. Tanah liat di daerah ini umumnya berwarna kuning kecoklatan apabila dibakar warnanya berubah menjadi merah.

Dalam proses pengolahan bahangalian untuk diproduksi menjadisuatu produk pada setiapindustri selain menghasilkan produk yang bernilai ekonomis juga akan menghasilkanproduk yangtidak bernilai ekonomis atau bisa juga disebut dengan sisa produksi (limbah).Limbah dari bahan pokok industri akan bertambah terus, bahkan ada yang berdampaknegatif terhadap lingkungan, sehinggaperlu dilakukan penanganan secermat mungkin agar limbah tersebutdapat dimanfaatkan dan mempunyainilai tambah.Sesuai dengan kondisiyang ada maka abubatu andesit yaitu limbah yang

dihasilkan dari pengolahan bahan galian Andesit, akan digunakan untuk bahan penelitian.

Berdasarkan keterangan itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh kualitas keramik lantai yang lebih baik. Maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “*Penggunaan Tanah Liat Dicampur Abu Batu Andesit untuk Pembuatan Keramik Lantai*”.

2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan efisiensi pada setiap komposisi terhadap pencampuran tanah liat dengan abu batu andesit, sehingga menghasilkan komposisi bahan yang optimal. Sedangkan tujuannya sebagai berikut :

- a) Mengetahui besarnya susut kering dan mengamati penampakkannya saat kering.
- b) Mengetahui suhu pembakaran yang efektif untuk meningkatkan kualitas keramik lantai, yaitu dengan :
 - Menentukan nilai susut bakar dan mengamati penampakan luaran setelah dibakar.
 - Menentukan nilai persentase penyerapan air.
 - Menentukan nilai kuat lentur.
 - Menentukan nilai kuat tekan.

B. Landasan Teori

1. Pengertian Keramik

Keramik adalah semua benda-benda yang terbuat dari tanah liat/lempung yang mengalami suatu proses pengerasan setelah dibakar pada suhu tinggi. Pengertian keramik yang lebih luas dan umum adalah “bahan yang dibakar pada temperatur tinggi” termasuk didalamnya semen portland, gips, dan lainnya. Pada umumnya senyawa keramik lebih stabil dalam lingkungan termal dan kimia dibandingkan elemen lainnya. Bahan baku keramik yang umum dipakai adalah *felspar*, *ball clay*, kuarsa dan kaolin. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Oleh karena itu sifat keramik juga tergantung pada lingkungan geologi dimana bahan diperoleh. Keramik mempunyai sifat rapuh, keras dan kaku, serta secara umum mempunyai kekuatan tekan lebih baik dibanding kekuatan tariknya. (Subari, 2007)

2. Parameter dalam Proses Pengujian Badan Keramik

Beberapa parameter uji yang akan dilakukan karakterisasi bahan dalam penelitian, antara lain adalah warna hasil pembakaran, susut dimensi, penyerapan air, kuat lentur dan kuat tekan.

a. Susut Kering

Susut kering (S_k) adalah pengurangan panjang suatu benda uji dari keadaan plastis (p) ke keadaan kering udara (p'), diperhitungkan terhadap keadaan plastis. Hal ini dapat terjadi saat proses pengeringan terjadipengeluaran air yang menyelimuti butir-butir lempung secara berangsur-angsur sehingga memungkinkan butir-butir tersebut mendekat satu samalain.

Untuk menghitungnya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut. (Guner Sumer, 1998)

$$Sk = \frac{p-p'}{p} \times 100 \dots\dots\dots(2.1)$$

Susut kering yang diberikan ialah hasil rata-rata susut kering tiap benda uji. Harga susut kering dapat memperkirakan kepekaan lempung terhadap pengeringan. Susut kering tidak boleh terlalu besar yaitu tidak boleh lebih dari 10%, sebab lempung yang susut keringnya lebih dari 10% akan menimbulkan retak-retak pada produk selama proses pengeringan (Suwardono, 2002).

b. Susut Bakar

Dalam proses pembakaran, lempung akan mengalami penyusutan. Susut bakar (S_b) ialah pengurangan panjang suatu benda uji dari keadaan kering udara (p') ke keadaan sesudah pembakaran (p''). Terjadinya penyusutan dikarenakan partikel-partikel lempung mengisitempat-tempat yang ditinggalkan air karena proses penguapan saat pembakaran. Nilai yang baik untuk susut bakar adalah kurang dari 2.5% (Suwardono, 2002). Nilai susut bakar dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut. (Guner Sumer, 1998)

$$S_b = \frac{p' - p''}{p'} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.2)$$

c. Penyerapan Air

Tujuan dari uji penyerapan air yaitu untuk mengetahui porositas benda uji, porositas benda uji yaitu tingkat kemampuan penyerapan (kesarangan) benda uji terhadap fluida (air). Untuk bodi keramik yang baik tingkat porositasnya harus rendah (*poor*), tingkat penyerapan air maksimal 10% (SNI 03-4062-1996).

Untuk menghitung berapa penyerapan airnya, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut. (Guner Sumer, 1998)

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{W-D}{D} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :

- W = berat setelah dididihkan dalam air (berat basah), gr
- D = berat sebelum dididihkan dalam air (berat kering), gr

d. Kuat Lentur

Kuat lentur adalah hasil bagi momen lentur terbesar dan momen perlawanan, yang terjadi pada beban lentur maksimum (beban patahnya benda uji). Pengujian lentur pada penampang balok dilakukan pengujian regangan, tegangan, dan gaya-gaya yang timbul akibat menahan momen batas, yaitu momen akibat beban luar yang timbul tepat pada saat terjadi hancur. Momen ini mencerminkan kekuatan dan dimasa lalu disebut sebagai kuat lentur ultimit balok. Kuat lentur suatu balok tersedia karena berlangsungnya mekanisme tegangan – regangan dalam yang timbul di dalam balok yang pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam. Untuk menghitung berapa kuat lenturnya, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut. (Guner Sumer, 1998)

$$KuatLentur = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2} \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana :

- P = gaya/beban tekan [kg]
- L = jarak antara titik tumpu [cm]
- b = lebar sampel [cm]
- h = tebal sampel [cm]

e. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan (unconfined compressive strength test) dengan menggunakan alat *Compressive Strength Machine* untuk menekan percontoh batu yang berbentuk silinder, balok atau prisma dari satu arah (*uniaxial*). Penyebaran tagangan di dalam percontoh batu secara teoritis adalah searah dengan gaya yang dikenakan pada percontoh tersebut. Tetapi dalam kenyataan arah tegangan tidak searah dengan gaya yang dikenakan pada percontoh tersebut karena ada pengaruh dari plat penekan mesin kuat tekan yang menghimpit percontoh. Sehingga bentuk pecahan tidak berbentuk bidang pecah yang searah dengan gaya melainkan berbentuk “cone”. Pengujian kuat tekan ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan benda uji dari beberapa komposisi yang telah ditentukan, sehingga nantinya akan diketahui komposisi campuran yang terbaik. Pengujian kuat tekan dapat dilakukan pada sampel natural dan sampel buatan. Sampel natural merupakan sampel yang terbentuk secara alami di alam. Pada sampel natural dapat ditemukan bidang-bidang discontinuue, seperti sesar, kekar dan bidang lainnya. Bidang-bidang discontinuue ini dapat mempengaruhi uji kuat tekan pada sampel batuan natural. Sampel buatan merupakan sampel yang terdiri dari bahan-bahan dan komposisi tertentu yang telah dirancang terlebih dahulu.

Untuk menghitung berapa kuat tekannya, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$KuatTekan = \frac{P}{p \cdot l} \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana :

- P = gaya yang diterapkan [kg]
- p = panjang sampel [cm]
- l = lebar sampel [cm]

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

- a. Hasil Uji Susut Keringdan Susut Bakar
Panjang basah benda uji = 10.00 cm (balok persegi panjang), pada suhu 1050°C

Tabel 1.1
Hasil Uji Susut Kering dan Susut Bakar

Kode	Panjang Kering [cm]	Panjang Bakar [cm]	Susut Kering [%]	Susut Bakar [%]
I : 1	9,02	8,83	9,78	2,11
2	9,07	8,79	9,33	3,09
3	8,94	8,79	10,62	1,69
4	9,07	8,82	9,35	2,76
5	9,01	8,80	9,90	2,35
Rata-rata % Susut			9,80	2,40
II : 1	9,08	8,81	9,17	3,04
2	9,08	8,86	9,23	2,42
3	9,06	8,86	9,42	2,22
4	9,09	8,85	9,12	2,60
5	9,08	8,87	9,22	2,35
Rata-rata % Susut			9,23	2,52
III : 1	9,08	8,91	9,20	1,85
2	9,09	8,91	9,08	1,98
3	9,12	8,88	8,82	2,59
4	9,11	8,85	8,88	2,91
5	9,13	8,86	8,68	2,98
Rata-rata % Susut			8,93	2,46
IV : 1	9,08	8,87	9,23	2,31
2	9,07	8,88	9,33	2,06
3	9,04	8,92	9,57	1,42
4	9,11	8,89	8,95	2,33
5	9,12	8,88	8,80	2,66
Rata-rata % Susut			9,18	2,16
V : 1	9,14	8,92	8,57	2,44
2	9,09	8,95	9,12	1,57
3	9,13	8,93	8,67	2,26
4	9,12	8,95	8,77	1,90
5	9,11	8,91	8,93	2,20
Rata-rata % Susut			8,81	2,07
VI : 1	9,13	8,96	8,68	1,86
2	9,17	8,97	8,30	2,15
3	9,20	9,02	7,98	2,01
4	9,11	9,05	8,88	0,68
5	9,12	8,98	8,78	1,52
Rata-rata % Susut			8,52	1,64

Sumber : Hasil Penelitian, 2014

Sesuai dengan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2

- $\text{Susut kering} = \frac{10 - 9,02}{10} \times 100\% = 9,8\%$
- $\text{Susut kering} = \frac{10 - 9,01}{10} \times 100\% = 9,9\%$
- $\text{Susut bakar} = \frac{9,02 - 8,83}{9,02} \times 100\% = 2,11\%$
- $\text{Susut bakar} = \frac{9,01 - 8,8}{9,01} \times 100\% = 2,35\%$

b. Hasil Uji Penyerapan Air

Sesuai dengan persamaan 2.3 penyerapan air (%) bisa didapat, hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.2, 1.3, dan 1.4

Tabel 1.2
T 1050 °C, Berat Benda Uji sebelum Dididihkan dan setelah Dididihkan

Kode Komposisi	Berat Sebelum Dididihkan [gr]	Berat Setelah Dididihkan [gr]	Penyerapan Air [%]
I	1	25,7	28,4
	2	25,6	28,4
	3	24,4	27,0
	4	24,4	26,9
	5	24,6	27,4

Sumber : Pengolahan Data Penelitian, 2014

Diketahui : $W = 28,4 \text{ gr}$

$$D = 25,7 \text{ gr}$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{28,4 \text{ gr} - 25,7 \text{ gr}}{25,7 \text{ gr}} \times 100\% = 10,51\%$$

c. Hasil Uji Kuat Lentur

Tabel 1.3
Hasil Pengujian Kuat Lentur Komposisi IV

Komposisi IV T 1150°C	Panjang [cm]	Jarak antara Penumpu [cm]	Lebar [cm]	Tebal [cm]	Tebal ² [cm ²]	Penyerapan Air [%]	Beban [Kg]	Kuat Lentur [Kg/cm ²]
11	8.73	6.73	1.74	0.86	0.74	6.67	14.69	115.23
12	8.63	6.63	1.73	0.88	0.77	6.50	14.83	110.09
13	8.59	6.59	1.71	0.86	0.74	1.56	14.85	116.07
14	8.63	6.63	1.72	0.84	0.71	1.18	14.78	121.11
15	8.6	6.6	1.72	0.86	0.74	4.29	14.77	114.95
							14.78	115.49

Sumber : Pengolahan Data Penelitian, 2014

Contoh perhitungan pada tabel hasil pengujian kuat lentur (2.4), yaitu :

$$P = 23.75 \text{ Kg}$$

$$L = 6.71 \text{ cm}$$

$$b = 1.73 \text{ cm}$$

$$h = 0.95 \text{ cm} \rightarrow h^2 = 0.9025 \text{ cm}^2$$

$$\text{Kuat Lentur} = \frac{3}{2} \times \frac{23.75 \text{ kg} \times 6.71 \text{ cm}}{1.73 \text{ cm} \times 0.9025 \text{ cm}^2} = 153.1 \text{ kg/cm}^2$$

d. Hasil Uji Kuat Tekan

Contah perhitungan pada tabel hasil uji kuat tekan sesuai dengan persamaan 2.5 :

$$P = 5720 \text{ kg}$$

$$p = 4.91 \text{ cm}$$

$$l = 4.86 \text{ cm} \rightarrow \text{luas permukaan tekan} = 23.86 \text{ cm}^2$$

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{5720 \text{ kg}}{23.86 \text{ cm}^2} = 239.71 \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 1.4
Hasil Uji Kuat Tekan

Kode	T 1000 °C		Penyerapan Air (%)	Beban Tekan (Kg)	Luas Permukaan Tekan (Cm ²)	Kuat Tekan (Kg/Cm ²)	Rata-rata
	Panjang (Cm)	Lebar (Cm)					
III1	4.92	4.91	14.91	5000	24.16	206.98	
III2	4.94	4.90	14.77	5000	24.21	206.56	206.77
IV1	4.92	4.89	14.44	5740	24.06	238.58	
IV2	4.92	4.89	14.77	4900	24.06	203.67	221.12
V1	4.89	4.87	15.36	4910	23.80	206.31	
V2	4.92	4.89	14.85	5150	24.09	213.75	210.03
VI1	4.85	4.81	9.01	5140	23.33	220.33	
VI2	4.91	4.86	12.84	5720	23.86	239.71	230.02

Sumber : Pengolahan Data Penelitian, 2014

2. Pembahasan

Setelah mendapatkan hasil dari penelitian, selanjutnya peneliti membandingkan hasil penelitiannya dengan standar kualitas atau SNI (standar nasional Indonesia) dari Balai Besar Keramik.

Berikut ini parameter pembanding dari SNI (standar nasional Indonesia), yaitu :

1. Penampakan luaran sebelum dan sesudah pembakarannya, seperti :
 - Retak = tidak ada
 - Tekstur = halus
 - Lengkungan = tidak ada
2. Susut kering $\leq 10\%$
3. Susut bakar $\leq 2.5\%$
4. Penyerapan air

Tabel 1.5
Penyerapan Air

(dalam %)

Jenis Ubin	Penyerapan Air (PA)
Porselen	$PA \leq 3$
I	$3 \leq PA < 6$
Stoneware :	
II	$6 \leq PA < 10$
Earthenware	> 10

Sumber : SNI 03-4062-1996

5. Kuat Lentur

Tabel 1.6
Kuat Lentur (MPa)

Jenis Ubin	Kuat Lentur (MPa)
Porselen	27
I	22
Stoneware :	
II	18
Earthenware	12

Sumber : SNI 03-4062-1996

Keterangan : 1 MPa = 10 kg/cm²

Berikut ini perbandingan rata-rata data hasil penelitian dengan parameter SNI yang tercantum pada halaman sebelumnya, lihat tabel 1.11, 1.12 dan 1.13.

Tabel 1.7
Perbandingan Data Hasil Penelitian dengan Standar Kualitas Produk SNI pada Suhu 1050°C

Uji	Komposisi					
	I	II	III	IV	V	VI
1. Penampakan luaran saat kering						
> Warna	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat
> Retak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
> Tekstur	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus
> Lengkungan	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
2. Penampakan luaran setelah dibakar						
> Warna	Merah Bata	Merah Bata	Merah Bata	Merah Bata	Merah Bata	Merah Bata
> Retak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
> Tekstur	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus
> Lengkungan	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
3. Susut Bakar (%)	2,4	2,52	2,46	2,16	2,07	1,64
4. Penyerapan Air (%)	10,75	10,62	11,98	12,61	12,65	13,61
5. Kuat lentur (kg/cm ²)	79,91	67,59	65,23	69,06	61,47	67,64

Tabel 1.8
Perbandingan Data Hasil Penelitian dengan Standar Kualitas Produk SNI Pada Suhu 1100°C

Uji	Komposisi					
	I	II	III	IV	V	VI
1. Penampakan luaran saat kering						
> Warna	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat
> Retak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
> Tekstur	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus
> Lengkungan	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
2. Penampakan luaran setelah dibakar						
> Warna	Merah Bata	Merah Bata	Merah Bata	Merah Bata	Merah Bata	Merah Bata
> Retak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
> Tekstur	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus
> Lengkungan	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
3. Susut Bakar (%)	2,66	2,77	2,74	2,38	2,35	2,88
4. Penyerapan Air (%)	10,56	10,96	11,07	11,31	12,27	11,48
5. Kuat lentur (kg/cm ²)	97,51	90,57	92,34	85,62	100,4	104,9

Tabel 1.9
Perbandingan Data Hasil Penelitian dengan Standar Kualitas Produk SNI Pada Suhu 1150°C

Uji	Komposisi					
	I	II	III	IV	V	VI
1. Penampakan luaran saat kering						
> Warna	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat
> Retak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
> Tekstur	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus
> Lengkungan	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
2. Penampakan luaran setelah dibakar						
> Warna	Merah Kecoklatan	Merah Kecoklatan	Merah Kecoklatan	Merah Kecoklatan	Merah Kehitaman	Merah Bintik Hitam
> Retak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
> Tekstur	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus	Kasar
> Lengkungan	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Ada
3. Susut Bakar (%)	2,99	3	3,81	4,96	5,75	4,75
4. Penyerapan Air (%)	9,41	9,05	6,95	4,04	0,77	1,22
5. Kuat lentur (kg/cm ²)	104,67	111,78	113,12	115,44	141,62	149,27

Sumber : data hasil penelitian, 2014

Tanda blok kuning pada tabel berarti hasil penelitian tidak sesuai dengan kualitas keramik yang terbaik menurut SNI.

D. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, peneliti mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penampakan luaran benda saat kering yaitu berwarna coklat, menunjukkan bahwa pada benda uji ini banyak mengandung berbagai oksida logam seperti besi, alumina dan sebagainya, tidak ada retakan, tekstur halus dan tidak terjadi lengkungan. Nilai susut kering (S_k) yang diperoleh adalah 9.00% yang menunjukkan bahwa susut kering benda uji baik.
2. Penampakan luar benda setelah dibakar yaitu berwarna merah bata untuk suhu pembakaran 900°C, 950°C, 1000°C, 1050°C dan 1100°C pada semua komposisi, sedangkan untuk suhu 1150°C pada komposisi I, II, III, IV berwarna merah kecoklatan, komposisi V berwarna merah kehitaman dan komposisi VI berwarna merah bintang hitam.
 - Berdasarkan hasil penelitian benda uji dengan suhu bakar 1150°C pada komposisi V yang terbaik pada pengujian ini karena mendekati hasil yang hampir sesuai dengan parameter SNI. Tidak ada retakan, tekstur halus dan tidak ada lengkungan.
 - Penyerapan Air = 0.77 %
 - Kuat Lentur = 141.62 kg/cm²
 - Susut Bakar = 5.75 %
3. Untuk benda uji berbentuk balok kubus pada komposisi VI dengan suhu 1000°C adalah yang terbaik pada pengujian ini. Tidak ada retakan, tekstur halus. Kuat tekan rata-rata 230.02 kg/cm², penyerapan air rata-rata 10.926 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Delis Yuliawati, (Juni, 2006), *Pemanfaatan limbah batu andesit untuk bahan bangunan berbasis semen*, Skripsi fakultas teknik jurusan teknik pertambangan Universitas Islam Bandung.
- Fatma A. Firat, Ediz Ercenk and Senol Yilmaz, *Effect of substitution of basalt for quartz in triaxial porcelain*. *Sakarya University Engineering Faculty, Departement of Metallurgy and Materials Engineering, Journal of Ceramic Processing Research, Vol. 13, No. 6, pp. 756 ~ 761 (2012)*
- G. Sumer, *The Physical Properties Of The Red Clay From The Kayakent-Eskisehir Region, Turkey And Its Usage In Ceramic Bodies, Tile & Brick Int, - Volume 14 - No. 6, 1998.*
- Hartono, Y.M.V., 1987, *Bahan Mentah Untuk Pembuatan Keramik*, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Keramik, Bandung.
- Isti Nurjanah Hajiyanti, (2007), *Optimasi Suhu Pembakaran Bahan Baku Genteng Untuk Meningkatkan Kualitas Genteng Keramik Desa Kemiri Kecamatan*

Kebakkramat Kabupaten Karanganyar, Skripsi Jurusan fisika Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam Universitas Sebelas Maret.

Subari, Diktat Karakterisasi Tanah Liat (Lempung), Pelatihan Teknis Produksi Bahan Bangunan Dari Tanah Liat Di Kebumen, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Keramik, Bandung, 2009.

Subari dan Abdul Rachman, (2014), *Pembuatan komposit bata ringan dari agregat arang tempurung kelapa sawit sistem perekat semen epoksi*, Institut Teknologi Bandung.

Suwardono, 2002, *Mengenal Keramik Hias*, CV. Yrama Widya, Bandung.

_____, *Ubin Lantai Keramik Berglasir*, SNI. 03-4062-1996, Badan Standardisasi Nasional.

_____, *Bata Merah Kerawang*, SNI 15-0686-1989, Badan Standardisasi Nasional.

