

ABU VULKANIK GUNUNG DEMPO SEBAGAI CAMPURAN KERAMIK DENGAN VARIASI ADITIF DAN WAKTU PEMBAKARAN

Wahyu¹, Elfidiyah¹, Erna¹

Pascasarjana Magister, Teknik kimia, Universitas Muhammadiyah Palembang

*Corresponding Author : gemaelfidiyah@yahoo.com

Abstrak

Bencana alam hanya dikatakan sebagai masalah selama tidak disadari akan adanya suatu manfaat atau hal positif yang bisa dikembangkan dari bencana alam tersebut. Dengan adanya peristiwa erupsi gunung dimana mengeluarkan berbagai macam material sehingga mengganggu aktivitas kesehatan masyarakat sekitarnya. Salah satu material yang disemburkan ialah abu vulkanik. Abu vulkanik yang dikeluarkan oleh gunung mengakibatkan pendangkalan pada sungai-sungai yang berada di hulu dan hilir gunung. Sebagai usaha untuk mencari manfaat dari bencana tersebut maka diupayakan untuk memanfaatkan abu vulkanik tersebut sebagai bahan yang berguna. Salah satunya sebagai bahan pembuatan keramik yang di harapkan dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen serta pengaruhnya terhadap perilaku mekanik yaitu kuat tekan dan kuat geser keramik. Oleh karena itu perlu diadakan penelitian sebagai bahan alternatif penambah sebagian semen yaitu abu vulkanik yang bertujuan membandingkan kuat tekan dan kuat geser keramik normal dengan kuat tekan dan kuat geser keramik yang ditambahkan abu vulkanik. Tujuan dari penelitian untuk pengaruh penambahan abu vulkanik dalam pembuatan keramik dan pengujian kuat tekan dan kuat geser pada keramik yang telah dibuat. Jenis metode penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Adapun benda uji 5% adalah benda uji yang mengalami pergerakan yang fluktuatif (naik turun) dalam mencapai usia keramik 28 hari maupun setelah usia keramik 28 hari maupun penurunannya setelah 28 hari. Akan tetapi pada uji kuat tekan keramik ini abu vulkanik tidak dapat meningkatkan kuat tekan keramik yang maksimal melebihi kuat tekan keramik normal. Benda uji 15% dan 20% memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan benda uji 10% dan benda uji normal.

Kata kunci: Abu Vulkanik, Keramik

Abstract

Natural disasters are only said to be a problem as long as they are not aware of the benefits or positive things that can be developed from these natural disasters. Due to the volcanic eruption, various kinds of materials were released which disrupted the health activities of the surrounding community. One of the materials ejected was volcanic ash. Volcanic ash emitted by the mountain causes shallowing of rivers upstream and downstream of the mountain. In an effort to find benefits from this disaster, efforts were made to utilize the volcanic ash as a useful material. One of them is as a material for making ceramics which is expected to be used as a partial replacement material for cement and its influence on mechanical behavior, namely the compressive strength and shear strength of ceramics. Therefore, it is necessary to conduct research as an alternative material to add some cement, namely volcanic ash, which aims to compare the compressive strength and shear strength of normal ceramics with the compressive strength and shear strength of ceramics that add volcanic ash. The aim of the research is to determine the effect of adding volcanic ash in making ceramics and testing. compressive strength and shear strength of the ceramic that has been made. This type of research method is experimental research. The 5% test object is a test object that experiences fluctuating movements (up and down) when the ceramic is aged 28 days or after the ceramic is aged 28 days or decreases after 28 days. However, in this ceramic compressive strength test, volcanic ash could not increase the maximum compressive strength of the ceramic beyond the normal ceramic compressive strength. The 15% and 20% specimens have lower compressive strength compared to the 10% specimens and normal specimens.

Keywords: Volcanic Ash, Ceramics

PENDAHULUAN

Bencana alam hanya dikatakan sebagai masalah selama tidak disadari akan adanya suatu manfaat atau hal positif yang bisa dikembangkan dari bencana alam tersebut. Dengan adanya peristiwa erupsi gunung dimana mengeluarkan berbagai macam material sehingga mengganggu aktivitas kesehatan masyarakat sekitarnya. Salah satu material yang disemburkan ialah abu vulkanik. Adapun dampak yang ditimbulkan oleh semburan gunung ini sangat luas dan kompleks, diantaranya: Berbagai macam penyakit yang timbul pada masyarakat dan efek trauma terutama pada anak kecil, rusaknya rumah atau pemukiman penduduk akibat semburan awan panas dan bahan material lainnya dari gunung, rusaknya sarana pendidikan serta sarana dan prasarana infrastruktur disekitarnya, kerusakan pada sektor pertanian dan peternakan.

Abu vulkanik yang dikeluarkan oleh gunung mengakibatkan pendangkalan pada sungai-sungai yang berada di hulu dan hilir gunung. Sebagai usaha untuk mencari manfaat dari bencana tersebut maka diupayakan untuk memanfaatkan abu vulkanik tersebut sebagai bahan yang berguna. Salah satunya sebagai bahan pembuatan keramik yang diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen serta pengaruhnya terhadap perilaku mekanik yaitu kuat tekan dan kuat geser keramik.

Dalam usaha mencapai suatu alternatif yang cukup kompetitif harus ada usaha semacam penelitian untuk menghasilkan komposisi dan produk yang inovatif dalam perencanaan campuran keramik. Semen merupakan bahan utama dalam campuran semen tetapi cukup mahal harganya, sehingga diusahakan dalam proses pencampuran keramik menggunakan proporsi seefisien mungkin. Oleh karena itu perlu diadakan penelitian sebagai bahan alternatif penambah sebagian semen yaitu abu vulkanik yang bertujuan membandingkan kuat tekan dan kuat geser keramik normal dengan kuat tekan dan kuat geser keramik yang ditambahkan abu vulkanik. Tujuan dari penelitian untuk pengaruh penambahan abu vulkanik dalam pembuatan keramik dan pengujian kuat tekan dan kuat geser pada keramik yang telah dibuat.

Dari permasalahan diatas, peneliti tertarik untuk memanfaatkan abu vulkanik

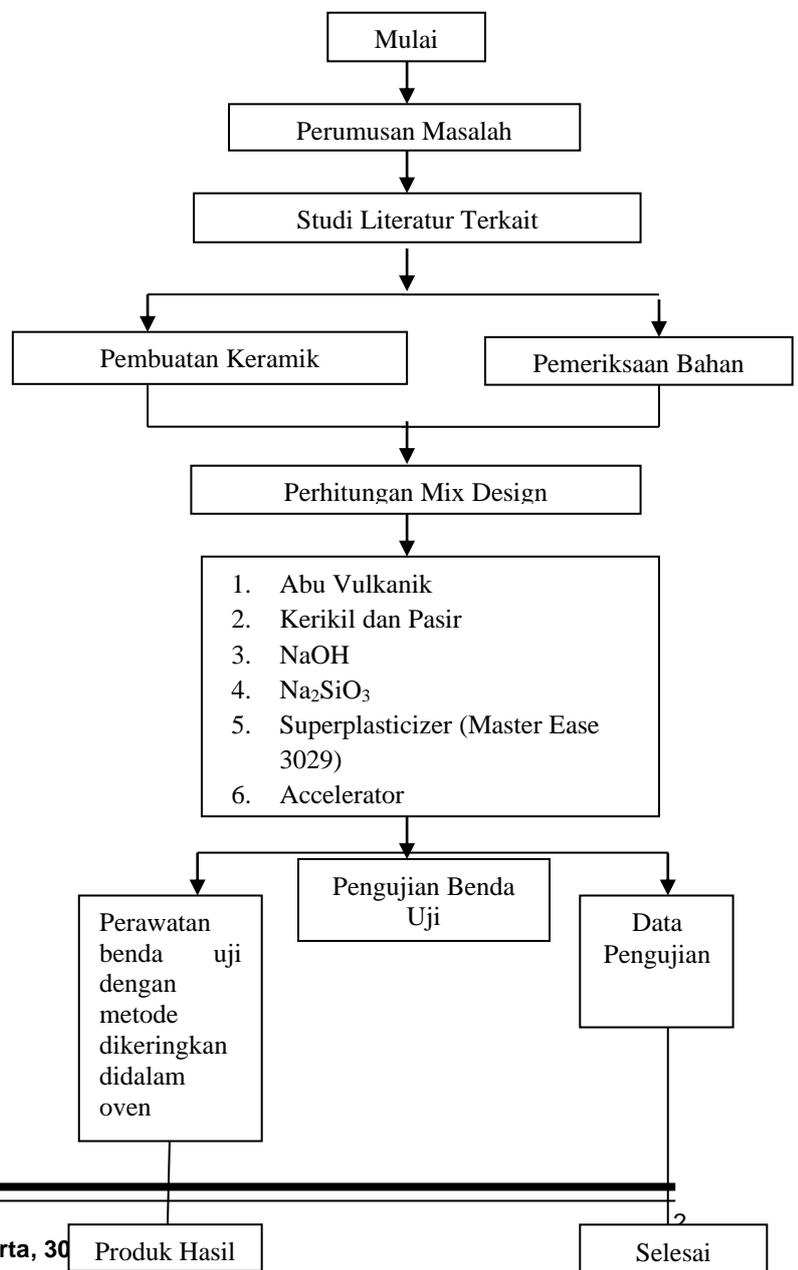
tersebut dan mengaplikasikannya kedalam bidang teknik kimia, yaitu bagaimana jika abu vulkanik tersebut dijadikan sebagai bahan penambah sebagian semen dalam campuran pembuatan keramik karena abu vulkanik memiliki unsur kimia yang mirip semen hanya kurang kapur (Ca).

METODE

3.1 Tinjauan Umum

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen. Pada penelitian ini, penelitian diawali dengan pengambilan sampel Abu Vulkanik di daerah yang terkena erupsi Gunung Dempo , kota Pagaralam. Sumatera Selatan.

3.2 Prosedur Penelitian



3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

1. Tempat
Penelitian dilakukan di Laboratorium PT Sucofindo.
2. Waktu
Penelitian dilakukan mulai akhir Bulan Juni 2023 dan Pengujian dilakukan pada awal bulan Juli 2023

3.4. Pemeriksaan Bahan Penyusun Keramik

3.4.1 Analisa Ayakan Agregat Halus (SNI 03-1968-1990)

Tujuan percobaan dari analisa ayakan agregat halus yaitu untuk menentukan gradasi atau distribusi butiran pasir dan mengetahui modulus kehalusan (*fineness modulus*) pasir. Bahan yang digunakan adalah pasir kering oven 1000 gram. Adapun peralatan yang digunakan yaitu berupa timbangan, shieve shaker machine, oven, 1 set ayakan, sample splitter.

3.4.2 Berat Isi Agregat Halus (ASTM C-29)

Tujuan Percobaan dari Berat isi agregat halus adalah untuk menentukan berat isi pasir. Bahan yang digunakan pada percobaan ini yaitu pasir \leq saringan 4,75 mm kering oven suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ dan Air. Adapun peralatan yang digunakan adalah timbangan dengan tingkat kepekaan 0,1% dari berat sampel, bejana besi, batang perojok, thermometer, sekop kecil. Berikut prosedur percobaan yang dilakukan yaitu :

3.4.3 Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus

Tujuan Percobaan dari Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus adalah untuk menentukan berat jenis kering, berat jenis semu dan berat jenis SSD (*Saturated Surface Dry*) pada pasir dan menentukan penyerapan (absorpsi) pasir. Bahan yang digunakan adalah pasir dan air. Adapun peralatan yang digunakan adalah mould, oven, timbangan, pan, batang perojok, piknometer. Berikut prosedur percobaan yang dilakukan :

Hasil Percobaan yang didapatkan adalah :	
Berat jenis SSD :	2500 kg/m ³
Berat jenis kering :	2420 kg/m ³
Berat jenis semu :	2640 kg/m ³
Absorpsi :	3,52%

Berat jenis SSD merupakan perbandingan antara berat pasir dalam keadaan SSD dengan volume pasir dalam keadaan SSD. Keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) diaman permukaan pasir jenuh dengan uap air sedangkan dalamnya kering, keadaan pasir kering dimana pori-pori pasir berisikan udara tanpa air dengan kandungan air sama dengan nol, sedangkan keadaan semu di mana pasir basah total dengan pori-pori penuh air. Absorbs atau penyerapan air adalah persentase dari berat pasir yang hilang terhadap berat pasir kering dimana absorbs terjadi dari keadaan SSD sampai kering.



Gambar 3.1 Pemeriksaan Agregat Halus

3.4.4 Pengujian Kadar Organik Pasir (SNI 03-2816-1992)

Tujuan Percobaan pengujian kadar organik pasir adalah untuk mengetahui tingkat kandungan bahan organik dalam agregat halus. Bahan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu pasir kering oven lolos ayakan 4,75 mm, NaOH padat dan aquadest. Adapun peralatan yang dipakai yaitu botol gelas ukur tembus pandang dengan penutup karet kapasitas 350 ml, gelas ukur, timbangan, sendok pengaduk, standart warna gardner, penggaris dan sample splitter. Berikut prosedur percobaan yang dilakukan :

Pengelompokkan standart warna adalah sebagai berikut: Standart warna no.1 : berwarna bening atau jernih. Standart warna no.2 : berwarna kuning muda. Standart warna no.3 : berwarna kuning tua . Standart warna no.4 : berwarna kuning kecoklatan. Standart warna no.5 : berwarna coklat. Perubahan warna yang diperoleh menurut standart warna gardner adalah no. 3. Jika perubahan warna yang terjadi melebihi standart no. 3 maka berarti pasir tersebut mengandung bahan organik yang banyak dan harus dicuci dengan larutan NaOH 3% kemudian dibersihkan dengan air. Maka

dari itu hasil percobaan yang didapatkan adalah Warna material pasir adalah no. 3.

3.4.5 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (SNI S04-2417-1989F)

Tujuan Percobaan pemeriksaan kadar lumpur agregat halus yaitu untuk menentukan persentase kadar lumpur pada pasir. Bahan yang dipakai pada percobaan ini adalah pasir kering oven dan air. Adapun peralatan yang dipakai yaitu ayakan no. 200, oven, timbangan, pan, sample splitter. Berikut prosedur percobaannya :

3.4.6 Pemeriksaan Kadar Liat Agregat Halus (*Clay Lump*)

Tujuan Percobaan pemeriksaan kadar liat agregat halus adalah untuk menentukan persentase kadar liat dalam pasir. Bahan yang digunakan adalah pasir sisa penentuan kadar lumpur dan aquadest. Adapun peralatan ayakan no. 200, oven, timbangan, pan. Berikut prosedur percobaan yang dilakukan :

Hasil Percobaan yang didapatkan adalah Kadar liat rata-rata = $0,3\% < 1\%$, memenuhi persyaratan. Kandungan liat yang terdapat pada agregat halus tidak boleh melebihi 1% (dari berat kering). Apabila kadar liat melebihi 1% maka pasir harus dicuci.

3.4.7 Analisa Ayakan Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990)

Tujuan Percobaan analisa ayakan agregat kasar adalah untuk menentukan gradasi atau distribusi kerikil dan mengetahui modulus kehalusan (*Fineness modulus*) kerikil. Bahan yang digunakan adalah Kerikil 1500 gram. Adapun Peralatan yang dipakai saat percobaan yaitu timbangan, shieve shaker machine, 1 set ayakan, sample splitter, sekop, pan. Berikut prosedur percobaan yang dilakukan :

Hasil Percobaan yang didapatkan pada percobaan ini adalah modulus kehalusan kerikil (FM) = 5,88 dan Kerikil memenuhi syarat dalam campuran keramik.

3.4.8 Berat Isi Agregat Kasar (ASTM C-29)

Tujuan Percobaan berat isi agregat kasar adalah untuk menentukan berat isi kerikil. Bahan yang digunakan yaitu kerikil kering oven suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ dan Air. Adapun peralatan yang kita pakai pada percobaan ini yaitu timbangan dengan tingkat kepekaan 0,1% dari berat sampel, bejana baja silinder,

batang perojok, thermometer, sekop kecil. Berikut prosedur percobaan yang dilakukan:

Hasil Percobaan yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Berat isi pasir dengan cara merojok = 1525,51 g/cm³

Berat isi pasir dengan cara menyiram = 1408,95 g/cm³

Dengan mengetahui berat batu pecah maka kita dapat mengetahui berat batu pecah dengan hanya mengetahui volumenya saja. Dari hasil pemeriksaan diketahui bahwa berat isi batu pecah dengan cara merojok lebih besar daripada berat isi dengan cara menyiram, hal ini berarti bahwa kerikil akan lebih padat bila dirojok daripada disiram

3.4.9 Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar

Tujuan Percobaan berat jenis dan absorpsi agregat kasar adalah menentukan berat jenis kering, menentukan berat jenis semu, menentukan berat jenis SSD (*Saturated Surface Dry*) dan menentukan penyerapan (absorbs) kerikil. Bahan yang digunakan adalah kerikil dan air. Adapun peralatan yang digunakan ayakan ukuran 4,76 mm dan 19,1 mm, kain lap, timbangan, pan, keranjang kawat, ember. Berikut prosedur percobaan yang dilakukan :

Hasil Percobaan

Berat jenis kering = 2653 kg/m³

Berat jenis SSD = 2684 kg/m³

Berat jenis semu = 2732 kg/m³

Absorpsi = 1,04%

Berat jenis SSD merupakan perbandingan antara berat batu pecah dalam keadaan SSD dengan volume batu pecah dalam keadaan SSD. Keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) diaman permukaan batu pecah jenuh dengan uap air, keadaan batu pecah kering dimana pori batu pecah berisikan udara tanpa air dengan kandungan air sama dengan nol, sedangkan keadaan semu dimana pasir basah total dengan pori penuh air. Absorbs atau penyerapan air adalah persentase dari berat batu pecah yang hilang terhadap berat batu pecah kering, dimana absorbs terjadi dari keadaan SSD sampai kering. Hasil pengujian

harus memenuhi Berat jenis kering < berat jenis SSD < berat jenis semu

3.4.10 Pemeriksaan Kadar Lumpur Kerikil

Tujuan Percobaan pemeriksaan kadar lumpur kerikil adalah untuk menentukan persentase kadar lumpur pada kerikil. Bahan yang digunakan yaitu kerikil kering oven dan air. Adapun peralatan yang digunakan adalah ayakan no.200, oven, timbangan, pan, sample splitter. Berikut prosedur percobaan yang dilakukan :

Hasil Percobaan yang didapatkan adalah kadar lumpur kerikil rata-rata = 0,8%. Kandungan lumpur yang terdapat pada agregat kasar tidak dibenarkan melebihi 1% (ditentukan dari berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 1% maka kerikil harus dicuci.

3.4.11 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Los Angeles

Tujuan Percobaan pemeriksaan keausan agregat kasar dengan mesin los

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium, PT Sucofindo Palembang. Pengkajian terhadap kuat tekan kuat geser yang diperbaiki oleh adanya penambahan abu vulkanik pada tanah liat. Pada dasarnya keramik akan tertingkatkan kekuatannya oleh adanya penambahan abu vulkanik pada tanah liat {Kaolin} karena sebagian sifat kimia dari besar pengaruh penggantian sebagian tanah liat /Kaolin dengan abu vulkanik terhadap kuat tekan dan Tarik keramik.

4.2 Uji Material

Penelitian	Pasir	Kerikil
Berat Jenis	4.9 Kg/m ³	3.3/m ³
Modulus Halus Butiran	3,624Nm ⁻²	6,82Nm ⁻²
Ukuran Agregat Maksimum	5 mm	20 mm

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

angeles adalah untuk menentukan daya tahan agregat kasar (kerikil) terhadap pengausan. Bahan yang digunakan adalah Keriki, terdiri dari 38,1 mm – 25,4 mm dan 25,4 mm – 19,1 mm. Adapun peralatan yang digunakan adalah mesin los angeles, ayakan 1,68 mm, timbangan, pan, oven, peluru pengaus 12 buah.

Hasil Percobaan yang didapatkan adalah dari hasil pemeriksaan diperoleh persentase keausan sebesar 15,70% < 50%, memenuhi persyaratan

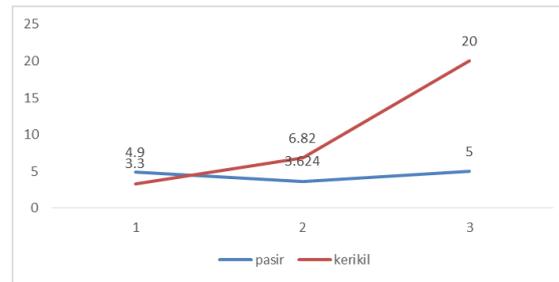
3.5 Pembuatan Benda Uji

Perencanaan pembuatan benda uji keramik dihitung berdasarkan dengan perbandingan komposisi tertentu dan dalam penambahan *admixture* dan *superplasticizer* yaitu accelerator dan master ease 3029.

3.6.1 Benda Uji Keramik

- Peralatan yang diperlukan dalam
- Prosedur pembuatan benda uji keramik

abu tersebut hampir sama dengan sifat kimia dari tanah liat /Kaolin, diharapkan mampu menambah kekuatan daya reket pada keramik. Permasalahan yang timbul dalam proses pembuatan benda uji, hasil penelitian, pembahasan dan analisis data hasil penelitian berdasarkan teori yang mendukung analisis dari penelitian Dengan mengikuti prosedur yang berlaku diharapkan benda-benda uji tersebut cukup mewakili sifat-sifat keramik.



KET ; **Merah** = Kerikil **Biru** = Pasir

Gambar 4.1 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

4.2.1 Gradasi Agregat Halus dan Modulus Halus Butir

Lubang ayakan (mm)	Berat pasir tertinggal + loyang (gr)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen lolos kumulatif (%)
3/8	92	5	0,200	0,20	99,82
No 4	95	6	0,240	0,44	99,54
No 8	244	150	6,000	6,44	93,56
No 16	517	425	17,000	23,44	76,44
No 30	928	837	33,480	56,92	43,08
No 50	674	587	23,480	80,40	19,62
No 100	444	354	14,160	94,56	5,44
Sisa	234	136	5,440	100,00	0,00
Jumlah	-	2500	100	362,4	-

Tabel 4.2 Modulus Halus Butir Pasir

4.2.2 Gradasi Agregat Kasar dan Modulus Kasar Butir

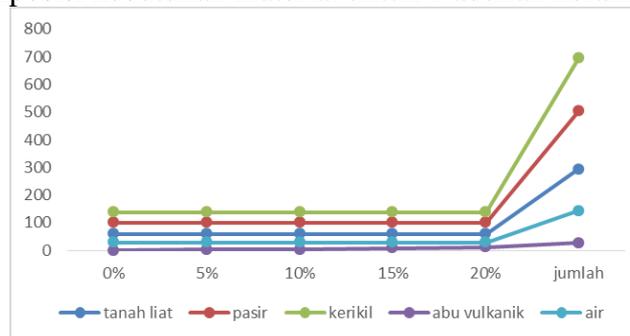
Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen lolos kumulatif (%)
40,00	0	0	0	100
20,00	244,00	4,880	4,880	95,120
10,00	3369	67,380	72,260	27,740
4,80	1362	27,240	99,500	0,500
2,40	0	0,000	99,500	0,500
1,20	0	0,000	99,500	0,500
0,60	0	0,000	99,500	0,500
0,30	0	0,000	99,500	0,500
0,15	0	0,000	100,000	0,000
Sisa	25	0,500	-	-
Jumlah	5000	100,000	674,640	225,36

Tabel 4.3 Modulus Halus Butir Kerikil

4.3 Material Penyusun Benda Uji

Variasi	Tanah liat (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Abu vul (kg)	Air (l)
0%	58,55	100,7	138,77	0,00	28,7
5%	58,55	100,7	138,77	3,0	28,7
10%	58,55	100,7	138,77	3,6	28,7
15%	58,55	100,7	138,77	8,72	28,7
20%	58,55	100,7	138,77	11,72	28,7
Jumlah	292,75	503,5	693,85	27,04	143,5

Tabel 4.4 Komposisi kebutuhan material untuk 1 adukan keramik (24 benda uji)

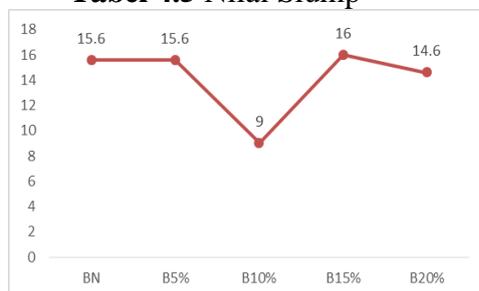


Grafik 4.2 Komposisi kebutuhan material untuk 1 adukan keramik (24 benda uji)

4.4 Nilai Slump

Kode	Nilai Slump(cm)
BN	14,6
B5%	14,6
B10%	10
B15%	15
B20%	14,6

Tabel 4.5 Nilai Slump



Gambar 4.3 Nilai Slump

4.5 Kuat Tekan Keramik

Variasi	Kuat tekan rerata (Mpa)				
	0%	5%	10%	15%	20%
21 hari	36,92	28,96	29,15	28,93	27,66
28 hari	35,18	29,23	31,78	29,65	28,43
35 hari	38,55	35,68	34,98	31,3	28,69
48 hari	36,04	31,20	31,12	29,36	28,03

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Keramik

4.6 Kuat Geser Keramik

Variasi	Kuat tekan rerata (Mpa)				
	0%	5%	10%	15%	20%
21 hari	36,92	28,96	29,15	28,93	27,66
28 hari	35,18	29,23	31,78	29,65	28,43
35 hari	38,55	35,68	34,98	31,3	28,69
48 hari	36,04	31,20	31,12	29,36	28,03

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Keramik

4.7 Perbandingan Kuat Geser Teoritis dengan Kuat Geser Uji

Variasi	Kuat geset rerata (mPa)							
	umur							
	21 hari		28 hari		35 hari		48 hari	
	V _{CT}	V _{CU}	V _{CT}	V _{CU}	V _{CT}	V _{CU}	V _{CT}	V _{CU}
0%	0,97	1,88	0,93	1,98	0,95	1,99	0,96	1,99
5%	0,93	1,80	0,97	2,18	0,94	2,12	0,99	2,11
10%	0,98	1,93	0,94	2,03	1,00	2,15	0,96	1,98
15%	0,88	1,76	0,91	2,21	0,90	2,02	0,96	1,97
20%	0,96	2,10	1,00	2,08	1,02	2,17	1,01	2,19

Tabel 4.8 Perbandingan Kuat Geser Teoritis dengan Kuat Geser Uji

SIMPULAN DAN SARAN

Adapun benda uji 5% adalah benda uji yang mengalami pergerakan yang fluktuatif (naik turun) dalam mencapai usia keramik 28 hari maupun setelah usia keramik 28 hari maupun penurunannya setelah 28 hari. Akan tetapi pada uji kuat tekan keramik ini abu vulkanik tidak dapat meningkatkan kuat tekan keramik yang maksimal melebihi kuat tekan keramik normal. Benda uji 15% dan 20% memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan benda uji 10% dan benda uji normal. Hal ini menjelaskan bahwa abu vulkanik disini tidak dapat berfungsi sebagai pozzoland dengan baik namun cenderung sebagai filler (pengisi), diaman pada saat penambahan abu vulkanik sebanyak 10% memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi penambahan 5%, 15% dan 20%. Hal ini dikarenakan komposisi penambahan pada variasi 10% mampu membantu kinerja pasta Tanah liat pada saat hidrasi sehingga abu vulkanik mampu menutupi rongga-rongga yang kosong adanya penambahan abu vulkanik mampu meningkatkan kuat geser keramik melebihi kuat geser keramik normal, hal ini dikarenakan uji geser tersebut keramik cenderung mengalami gaya Tarik dan abu vulkanik disini sebagai bahan tambah mampu berfungsi

dengan baik saat dilakukannya pengujian kuat tekan geser. Pada benda uji 5% dan 20% mengalami peningkatan kuat geser setiap pengujian umur keramik. Sedangkan benda uji 10% dan 15% mengalami penurunan kuat geser setelah usia 35 hari. Perbandingan antara kuat geser teoritis dengan kuat geser uji, hasil yang didapat jauh berbeda sehingga dapat disimpulkan bahwa rumus empiris untuk menghitung kuat geser yakni: $V_{c} = \frac{1}{6} \sqrt{f'c}$ mempunyai faktor aman yang besar dan nilai $V_{CU} = 2 V_{CT}$, perbedaan kuat geser teoritis dengan kuat geser uji terlalu besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, H., Akmam, A., Bavitra, B. And Azhari, M. (2017) "Penentuan Kedalaman Batuan Dasar Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Dengan Membandingkan Konfigurasi Dipole-Dipole Dan Wenner Di Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi", Eksakta: Berkala Ilmiah Bidang Mipa, 18(01)
- Aris Sutrisno, Slamet Widodo (2013). "Analisa Variasi Kandungan Semen

Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Agregat Pumice”.

Artati, Nuning. Nurul Hidayati. Analisis Pengaruh Grinding Aid HI 2822 N dan 702 A Terhadap Kualitas Semen di PT Holcim Indonesia Tbk. Edisi 8 no 1 (2016) 83-90.

Buku Panduan Praktikum, Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Edward G. Nawy, Reinforced Concrete a Fundamental Approach, Terjemah, PT. Eresco, Bandung.

Elfidiah. (2022). Diktat Pengantar Teknologi Semen. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Muhammadiyah Palembang. Sumatera Selatan.

Isnaini, Salzabella Khoirul. dan Lodra, I Nyoman. (2016). Bentuk, Teknik, dan Fungsi Ragam Hias Keramik Pada Koko Karunia Keramik Probolinggo. Surabaya: Jurnal Pendidikan Seni Rupa, 4 (1) 136-139.

Lembaga Penelitian Universitas Lampung Makurat. Pembuatan Portofolio Investasi Industri Semen: Banjarmasin. (2011)

Marthinus, Adrian Philip. (2015). Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) terhadap Kuat Tarik Belah Beton. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil. Universitas Sam Ratulangi Manado.

R.A.Razak, Industri Keramik, PN Balai Pustaka, Media Wiyata, Semarang.

Rio Herdianto, Rahamudin, Hieryco Manalip, Mielke Mondoringin, (2016). Pengujian Kuat Tarik Belah dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen, Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.

Rizki,S.M., Summarin,R. “Pengaruh Ekstrak Daun Sirih Merah (Piper Crocatum Ruiz & Pav) Terhadap Glukosa Dara Mencit (Mus Muculus L.) Jantan Yang Diinduksi Sukrosa”, EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA, 19(1)

Saputro, Adi. (2010). Bahan Ajar Teknologi Beton.

Sediyarso, M dan Suping. Pengaruh Abu Galunggung Terhadap Tanah Pertanian. Pusat Penelitian Tanah. Bogor.

Pangaribuan, Bonardo. (2013). Cement Manufacturing Process. Holcim. Jakarta

Putri, Nilda Tri. (2016). Ramadhani, Indah Kurnia.: Penjadwalan Cement Mill Berbasis Minimasi Faktor Klinker dalam Proses Pembilasan dan Impor Klinker. Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik. Universitas Andalas.

Purnawan, Irfan,; Prabowo, Andi. (2017). Pengaruh Penambahan Limestone terhadap Kuat Tekan Semen Portland Komposit. Jurnal Rekayasa Proses 2017, 11(2), 86-93 Purnawan, Irfan,; Prabowo, Andi.: Pengaruh Penambahan Limestone terhadap Kuat Tekan Semen Portland Komposit. Jurnal Rekayasa Proses 2017.

Prabowo, H. (2018) “Penyelidikan Kelayakan Kimia Dan Penyebaran Cadangan Pasir Besi Daerah Tiku Kabupaten Agam Untuk Bahan Baku Semen Pada Pt. Semen Padang”. Eksakta : Berkala Ilmiah Bidang Mipa.19(1)

Pratomo, I., “Klasifikasi Gunung Api Aktif Indonesia: Studi Kasus Dari Beberapa Letusan Gunung Api Dalam Sejarah”, Jurnal Geologi Indonesia. 1 [4] 209- 227

Tjasyono, Bayong. 2013. Ilmu Kebumihan dan Antariksa (Edisi Revisi). Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Tjokrodinuljo, K., Teknologi Beton, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Tri Mulyono, Teknologi Beton, Yogyakarta : Perbit Andi

Zainul, R., Alif, A., Aziz, H., Arief, S., & Darajat, S. (2015). Modifikasi Dan Karakteristik IV Sel Fotovoltaik Cu₂O/Cu-Gel Na₂SO₄ Melalui Iluminasi Lampu Neon. Eksakta, 2, 50