

**PEMBUATAN BATA ZEOKERAMIK SEBAGAI MATERIAL  
ABSORBEN DENGAN VARIASI PEMANASAN PADA SUHU 800°C DAN  
1000°C**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Odih  
1817041037**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### PEMBUATAN BATA ZEOKERAMIK SEBAGAI MATERIAL ABSORBEN DENGAN VARIASI PEMANASAN PADA SUHU 800°C DAN 1000°C

Oleh

ODIH

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi terhadap terhadap uji mekanis dan fisis pada bata zeokeramik, mengetahui pengaruh suhu pemanasan terhadap uji mekanis dan fisis pada bata zeokeramik yaitu dilihat dari nilai kuat tekan menggunakan *Computer Universal Testing Machines (UTM)*, massa jenis (densitas), absorpsi dan porositas, mengetahui pengaruh *fly ash* terhadap komposisi kimia yang terbentuk pada bata zeokeramik menggunakan karakterisasi *X-Ray Fluorescence (XRF)* dan mengetahui pengaruh *fly ash* terhadap morfologi bata zeokeramik menggunakan karakterisasi *Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS)*. Hasil menunjukkan bahwa bata zeokeramik sampel K1<sub>1000</sub> dengan kandungan zeolit 90% dan tambahan kandungan *fly ash* 5% meningkatkan nilai kuat tekan terbesar yaitu 4,048 MPa dan massa jenis terbesar yaitu sebesar 1,39 g/cm<sup>3</sup>, dengan nilai porositas terkecil sebesar 0,32% dan absorpsi terkecil sebesar 0,23% dan pada komposisi K6<sub>1000</sub> dengan kandungan zeolit 45% dan tambahan kandungan *fly ash* 45% mendapatkan nilai kuat tekan terkecil sebesar 0,82 MPa dan nilai massa jenis sebesar 1,09 g/cm<sup>3</sup> sehingga nilai porositas sebesar 0,41% dan absorpsi sebesar 0,37%.

**Kata Kunci :** zeolit, *fly ash*, karbon, komposisi kimia, dan *morfologi*.

## ABSTRACT

### PRODUCTION OF ZEOCERAMIC BRICKS AS ABSORBENT MATERIAL WITH VARIED HEATING TEMPERATURES AT 800°C AND 1000°C

By

Odih

This research was conducted with the aim of determining the influence of composition variations on the mechanical and physical properties of zeoceramic bricks, assessing the impact of heating temperature on the mechanical and physical properties of zeoceramic bricks, including compressive strength values using a Computer Universal Testing Machine (UTM), density, absorption, and porosity. Additionally, it sought to examine the effect of fly ash on the chemical composition of zeoceramic bricks using X-Ray Fluorescence (XRF) characterization and to analyze the influence of fly ash on the morphology of zeoceramic bricks using Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS). The results indicate that zeoceramic bricks with a sample labeled as K1<sub>1000</sub>, containing 90% zeolite and an additional 5% of fly ash, showed the highest compressive strength of 4.048 MPa and the highest density of 1.39 g/cm<sup>3</sup>. These bricks had the lowest porosity at 0.32% and the lowest absorption at 0.23%. In the composition K6<sub>1000</sub>, which contained 45% zeolite and an additional 45% of fly ash, the compressive strength was the lowest at 0.82 MPa, with a density of 1.09 g/cm<sup>3</sup>. Consequently, it exhibited a porosity of 0.41% and an absorption rate of 0.37%.

**Keywords:** *zeolite, fly ash, carbon, chemical composition, and morphology.*

**PEMBUATAN BATA ZEOKERAMIK SEBAGAI MATERIAL  
ABSORBEN DENGAN VARIASI PEMANASAN PADA SUHU 800°C DAN  
1000°C**

**Oleh**

**ODIH**

**Skripsi**

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Judul Skripsi : **Pembuatan Bata Zeokeramik Sebagai Material Absorben dengan Variasi Pemanasan pada Suhu 800°C dan 1000°C**

Nama Mahasiswa : **Odi**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1817041037**

Jurusan : **Fisika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

Bandar Lampung, 15 Desember 2023



**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

**Dra. Dwi Asmi, M.Si., PhD**  
NIP 196312281986102001

Pembimbing II

**Dr. Sudiby, S.T., M.Sc.**  
NIP 198203272015021002

**2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA**

**Gurum Ahmad Fauzi, S.Si., M.T.**  
NIP 198010102005011002

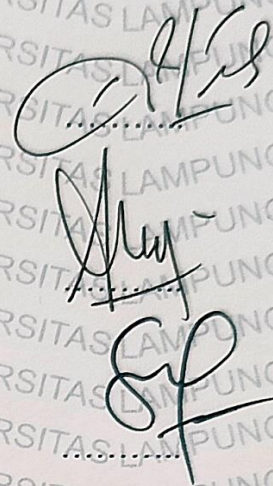
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

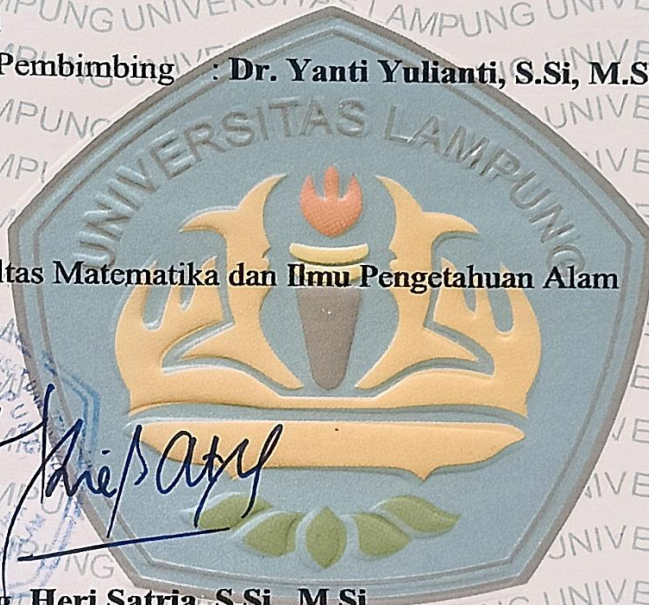
**Ketua : Dra. Dwi Asmi, M.Si., PhD**

**Sekretaris : Dr. Sudibyo, S.T., M.Sc.**

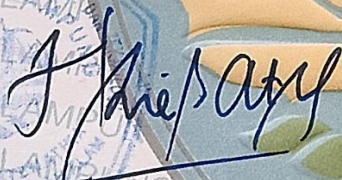
**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Yanti Yulianti, S.Si, M.Si**



**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.  
NIP. 197110012005011002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 15 Desember 2023**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Pembuatan Bata Zeokeramik Sebagai Material Absorben dengan Variasi Pemanasan pada Suhu 800 °C dan 1000 °C” adalah benar karya saya sendiri, baik gagasan, hasil dan analisisnya. Selanjutnya saya juga berkenan jika sebagian atau seluruh data dalam skripsi tersebut digunakan oleh dosen atau program studi untuk kepentingan publikasi sepanjang nama saya disebutkan dan terdapat kesepakatan sebelum dilakukan publikasi. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 15 Desember 2023

Penulis



**Odih**

NPM 1817041037

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Odih dilahirkan di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan pada 12 Oktober 2000 sebagai putra dari pasangan Bapak Junaidi dan Ibu Sriyati. Penulis memulai pendidikan di MIN 6 Lampung Utara dan lulus pada tahun 2012. Penulis kemudian menempuh pendidikan sekolah menengah di MTsN 3 Lampung Utara dan lulus pada tahun 2015. Setelah itu, melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di MAN 2 Lampung Utara dan lulus pada tahun 2018. Selama menempuh pendidikan menengah atas, penulis aktif dalam kegiatan Pasukan Pengibar Bendera (Paskibra) MAN 2 Lampung Utara.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2018 dan menjadi mahasiswa penerima beasiswa Bidikmisi. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif sebagai pengurus Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) dibidang kaderisasi pada tahun 2018 - 2019 dan menjadi kepala bidang komunikasi dan informasi (Kominfo) Himpunan Mahasiswa Fisika (Himafi) pada tahun 2020. Penulis menempuh kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Laboratorium Fisika dasar, Jurusan Fisika, Universitas Lampung pada tahun 2021. Dalam bidang kepenulisan, penulis memiliki pengalaman menulis laporan PKL dengan judul



“Pengembangan Sistem Layanan Informasi Laboratorium Fisika Inti dan Eksperimen Jurusan Fisika Universitas Lampung Berbasis *Website*”. Penulis pernah mengikuti kegiatan Karya Wisata Ilmiah (KWI) yang diadakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) di Desa Way Bungur, Lampung Timur. Penulis pernah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Padang Ratu, Kecamatan Sungkai Utara, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung.

## **MOTTO**

“Maka Nikmat Tuhan Yang Manakah Yang Kamu Dustakan”

**(QS. Ar Rahman: 13)**

“Allah Tidak Membebani Seseorang Melainkan Sesuai Dengan Kesanggupannya”

**(QS. Al Baqarah: 286)**

“The Show Must Go On”

**(Queen & Brian May)**

“Nama Boleh Pendek, Tapi Ilmu Dan Tekad Harus Panjang”

**(Penulis)**

## PERSEMBAHAN

*Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang  
Penulis mempersembahkan karya ini kepada:*

Orang tuaku:

*Bapak Junaidi dan Ibu Sriyati*

Atas doa yang tidak pernah putus serta segala upaya yang telah  
dilakukan untuk memberikan yang terbaik

*Keluarga Besar*

Terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan sehingga  
dapat tetap bertahan dalam keadaan suka maupun duka

*Almamater tercinta*

## **KATA PENGANTAR**

Assalamualaikum Warahmatullah Wabarokatuh.

Puji syukur penulis haturkan atas karunia Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayah-nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Pembuatan Bata Zeokeramik Sebagai Material Absorben dengan Variasi Pemanasan pada Suhu 800 °C dan 1000 °C”.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan kekurangan tersebut. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi literatur serta rujukan bagi penelitian-penelitian berikutnya.

Wassalamualaikum Warahmatullah Wabarokatuh

Bandar Lampung, 15 Desember 2023

Odih

## SANWACANA

Puji syukur atas karunia Allah SWT, karena atas berkat karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Pembuatan Bata Zeokeramik Sebagai Material Absorben dengan Variasi Pemanasan pada Suhu 800 °C dan 1000 °C” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung. Selama menyelesaikan skripsi ini, penulis telah menerima banyak bantuan secara langsung maupun tidak langsung sehingga membuat hasil karya ini menjadi lebih baik. Dengan segala kerendahan hati, penulis menghaturkan terimakasih kepada:

1. Pimpinan Pusat Riset Teknologi Pertambangan, BRIN Tanjung Bintang, Lampung Selatan yang telah memberikan izin waktu dan tempat untuk penulis melakukan penelitian;
2. Bapak Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Unila;
3. Ibu Dr. Yanti Yulianti, S.Si, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Unila;
4. Ibu Dra. Dwi Asmi, M.Si., PhD selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan selama proses penelitian dan penulisan skripsi;

5. Bapak Muhammad Amin, S.T. dan Bapak Dr. Sudiby, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan selama proses penelitian dan penulisan skripsi;
6. Ibu Dr. Yanti Yulianti, S.Si, M.Si. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran untuk penulisan skripsi ini agar lebih baik lagi; Bapak Dr. rer. nat. Roniyus Marjunus, S.Si., M.Si.. selaku Dosen Pembimbing Akademik;
7. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Fisika atas ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh bangku perkuliahan;
8. Kedua orang tuaku Bapak Junaidi dan Ibu Sriyati, Adikku Dwi Prayoga dan Veera Khanza Ramadani, serta keluarga besar yang selalu memberikan doa dan motivasi untuk penulis;
9. Keluarga besar Anggi Purnomo, S.Si atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan;
10. Keluarga besar dr. Muhammad Mukti Nurriyadi, Ruri Puspa Ardiyanti, S. Pd., Nurita Sari, A. Md., S. Sos., Beni Anggara, S.E. dan Kelvin, S.Kom. Yang telah banyak memberi dukungan, masukkan, dan motivasi kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini; dan
11. Keluarga besar Nanad, Mamah windi, Syafiq Rafi, Nindya Aisah, Silvi Indah dan teman - teman Fisika 2018 atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan;

Serta berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT memberikan imbalan berlipat dan memudahkan langkah semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 15 Desember 2023

Odih

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>ix</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xix</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Batasan Masalah.....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Batu Bata .....	7
2.2 Bata Zeokeramik .....	7
2.1.1 Zeolit .....	8
2.1.2 <i>Flyash</i> .....	9
2.1.3 Karbon.....	11



2.1.4 Air .....	12
2.2 Uji Fisis dan Mekanis.....	12
2.2.1 Massa Jenis.....	12
2.2.2 Porositas .....	13
2.2.3 Absorpsi .....	14
2.2.4 Kuat Tekan .....	14
2.3 Karakterisasi.....	15
2.3.1. <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i> .....	15
2.3.2. <i>Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive</i> Microscopy (SEM-EDS) .....	16
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.2.1 Alat .....	18
3.2.2 Bahan .....	18
3.3 Prosedur Penelitian.....	21
3.3.1 Preparasi dan Karakterisasi Bahan.....	22
3.3.2 Pembuatan Sampel .....	22
3.3.3 Diagram Alir .....	23
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Uji Sifat Fisis (Massa Jenis, Porositas dan Absorpsi).....	26
4.1.1 Massa Jenis .....	26
4.1.2 Porositas .....	27
4.1.3 Absorpsi.....	29
4.2 Hasil Uji Sifat Mekanis (Kuat Tekan).....	30
4.3 Hasil Karakterisasi .....	31
4.3.1 Karakterisasi X-Ray Fluorescence (XRF) pada Bata Zeokeramik.....	31
4.3.2 Hasil Karakterisasi SEM-EDS pada Bata Zeokeramik .....	33
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	38

5.2 Saran .....39

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
3.1 Komposisi bahan zeolit.....	19
3.2 Komposisi bahan <i>fly ash</i> .....	20
3.3 Komposisi bahan karbon.....	21
3.4 Variasi komposisi bahan .....	22
4.1 Hasil uji massa jenis bata zeokeramik .....	26
4.2 Hasil uji porositas bata zeokeramik .....	28
4.3 Hasil uji absorpsi bata zeokeramik .....	29
4.4 Hasil pengujian kuat tekan bata zeokeramik dengan variasi suhu 800 °C dan 1000 °C .....	30
Hasil karakterisasi XRF sampel komposisi K1 <sub>1000</sub> dan K6 <sub>1000</sub> .....	32
4.5 Hasil pengujian kuat tekan bata zeokeramik dengan variasi suhu 1000°C .....	32
4.6 Komposisi unsur sampel K1 <sub>1000</sub> dengan perbesaran 5000x.....	36
4.7 Komposisi unsur sampel K1 <sub>1000</sub> dengan perbesaran 5000x.....	36

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Zeolit .....	9
2.2 <i>Flyash</i> .....	10
2.3 Karbon.....	11
2.4 Air .....	12
2.5 Alat Uji Kuat Tekan <i>Computer Universal Testing Machines</i> (UTM) ..	14
2.6 Mesin XRF.....	16
2.7 Alat identifikasi dengan SEM-EDS .....	17
3.1 Diagram alir preparasi bahan zeolit .....	23
3.2 Diagram alir pembuatan bata zeokeramik.....	24
3.3 Diagram alir pengujian bata zeokeramik .....	25
4.1 (a) Hasil analisa SEM sampel K1 <sub>1000</sub> dengan suhu 1000°C perbesaran 5000x dan (b) Hasil analisa SEM sampel K6 <sub>1000</sub> dengan perbesaran 5000x. ....	34
4.2 (a) Hasil EDS sampel K1 <sub>1000</sub> dengan perbesaran 5000x dan (b) Hasil EDS sampel K6 <sub>1000</sub> dengan perbesaran 5000x. ....	35
4.3 (a) Spektrum EDS sampel K1 <sub>1000</sub> dengan perbesaran 5000x dan (b) Spektrum EDS sampel K6 <sub>1000</sub> dengan perbesaran 5000x .....	36

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Bata merupakan salah satu bahan bangunan yang populer digunakan oleh masyarakat di Indonesia. Bata pada umumnya digunakan untuk membangun sebuah rumah, gedung, dan pembuatan konstruksi bangunan lainnya. Menurut SNI 15-2094:2000 bata merupakan salah satu komponen yang berbahan dari tanah liat tanpa atau dengan bahan campuran lainnya melalui beberapa langkah pengerjaan seperti penggalian, pemrosesan, pencetakan, pengeringan dan pembakaran dengan suhu tinggi (Badan Standarisasi Nasional, 2000). Telah banyak material jenis lain yang ada seperti beton dan batako. Tetapi, bata masih menjadi pilihan banyak orang sebagai bahan bangunan. Hal tersebut karena keberadaan bata yang mudah dijumpai disekitar masyarakat dan kualitasnya bata yang sudah terpercaya menjadi penyebab masih banyak digunakannya bata (Rahmawati dan Sunarsih, 2015). Akan tetapi, bata berbahan dasar tanah liat yang prosesnya dilakukan secara tradisional ini mempunyai kekurangan yang sangat terlihat yaitu pada bekas penggalian tanah liat yang sangat merusak alam dengan menyebabkan terjadinya tanah yang tidak rata dan berlubang yang sangat besar sehingga terjadinya kerusakan pada dataran tanah. Selain itu dengan banyaknya menggunakan kayu bakar sebagai bahan pembakaran pada bata dan lamanya pembakaran menjadi salah satu kekurangan pada bata tradisional karena akan memakan banyak bahan bakar sehingga biaya akan semakin besar dan dapat membuat harga bata tradisional akan semakin mahal. Adapun upayanya dengan mengganti bahan tersebut dengan bahan lain yang memiliki kandungan unsur atau senyawa yang tidak jauh berbeda dari tanah liat dengan penambahan bahan lain dengan tetap memperhatikan kualitas dan karakteristik fisis dan mekanisnya.

Kondisi tersebut menjadi penyebab banyak munculnya inovasi bata yang beragam, mulai dari bervariasinya bahan utama pembuatan bata yang digunakan dengan penambahan bahan campuran lain yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas bata baik secara fisik maupun mekanik dengan harga yang lebih murah. Inovasi bata yang populer saat ini adalah bata keramik, alasan munculnya inovasi tentang bata keramik menurut Agustinus (2007) keramik telah banyak berperan penting dalam dunia industri meliputi pada konstruksi jalan, lapangan parkir, pelataran taman kota dan konstruksi ringan lainnya sehingga pemerintah mencantumkan penelitian IPTEK keramik kedalam RPJMN (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional), serta menjadi alasan mengapa bata keramik menjadi salah satu inovasi pada pembuatan konstruksi ringan yang populer saat ini.

Pembuatan bata keramik melibatkan berbagai tujuan, dan tujuan tersebut disesuaikan pada aplikasi dan kebutuhan spesifik proyek konstruksi. Salah satunya adalah absorpsi air yang terkontrol, Tujuannya untuk mencegah kelembaban berlebih di dalam dinding dan untuk menghindari masalah terkait seperti pertumbuhan jamur (Stepien *et al.*, 2022). Penggunaan tanah liat sebagai bahan utama pembuatan bata melalui tahapan penggalian tanah liat, seiring berjalannya waktu penggalian bata menyebabkan kerusakan ekosistem lokal dan struktur permukaan tanah. Pentingnya mencari solusi yang seimbang antara kebutuhan konstruksi dan dampak lingkungan. Inovasi dalam teknologi produksi dan pemilihan bahan baku yang berkelanjutan dapat membantu mengurangi dampak negatif dari penggunaan bata tanah liat (Vakalova and Revva, 2020).

Penelitian terkait bata keramik berbahan utama zeolit atau dikenal dengan nama bata zeokeramik telah dilakukan Agustinus (2007) menggunakan bahan utama zeolit dan samod yang berupa serpihan bahan tahan api atau pecahan genteng, abu sekam padi (RHC) sebagai *filler* serta *fly ash*, *water glass*, dan air sebagai pengikat dengan suhu bakar rendah yaitu 150°C. Agustinus (2007) mendapatkan hasil kuat tekan pada bahan utama samod yang lebih besar dari bahan utama zeolit tetapi pada hasil penyerapan air, bahan utama zeolit memiliki hasil yang lebih baik sekitar 20-25% sedangkan samod kurang dari 10%. Pengaplikasiannya bahan utama zeolit cocok digunakan untuk trotoar dan

selokan.

Arifin dan Hartanto (2010) meneruskan penelitian Agustinus (2007) dengan zeolit digunakan sebagai bahan matriks dengan samod yang berupa serpihan bahan tahan api atau pecahan genteng sebagai pembanding, penambahan abu sekam padi (RHC), *fly ash* dan air dengan maksud untuk mengetahui hal estetika dan berat jenis dengan suhu bakar rendah 150°C selama 24 jam. Arifin dan Hartanto (2010) mendapatkan hasil bahwa bahan utama zeolit pada umumnya mempunyai nilai estetika lebih baik dan nilai bobot isi lebih rendah yaitu sebesar 1,03 gram/cm<sup>3</sup> jika dibandingkan dengan prototipe produk bahan utama samod yaitu sebesar 2,15 gram/cm<sup>3</sup> dan mendapatkan kesimpulan bahwa penambahan abu sekam padi lebih dari 10%, dapat mengakibatkan cacat struktur, seperti perubahan presisi, retak bahkan hingga mengakibatkan pecah. Kemudian penelitian dilanjutkan kembali oleh Hartanto (2016) untuk mengetahui nilai permeabilitas (lolos air), dengan zeolit sebagai bahan utama, abu sekam padi dan *fly ash* sebagai pengikat dan air. Hasilnya zeokeramik dengan tambahan abu sekam padi mendapatkan nilai  $k$  8,35x10<sup>-5</sup> cm/detik dan termasuk dalam kategori permeabilitas sangat rendah dan juga memenuhi syarat untuk pelataran parkir atau taman.

Djambazov *et al* (2015) telah melakukan penelitian dengan menjadikan zeolit sebagai bahan matriks dengan perbandingan bahan matriks lain yaitu tanah liat jenis *lucovite* dengan memanfaatkan serbuk kayu dan *fly ash* sebagai pengikat dengan variasi suhu pemanasan yaitu 800°C dan 850°C. Djambazov *et al* (2015) mendapatkan hasil penelitian bahwa bahan utama zeolit mendapatkan nilai penyerapan air yang lebih baik, dengan nilai sebesar 22-24,5% dibandingkan dengan *lucovite* dan hasil kuat tekan juga zeolit mendapatkan nilai yang lebih tinggi daripada *lucovite*.

Vakalova dan Revva (2020) telah melakukan penelitian dengan tanah liat menjadi bahan matriks dengan zeolit sebagai aditif serta air sebagai pengikat dengan harapan mendapatkan kuat tekan dan penyerapan air yang baik dengan variasi suhu pemanasan yaitu 900°C, 1000°C, 1050°C dan 1100°C. Vakalova dan Revva (2020) mendapatkan hasil penelitian dengan penambahan zeolit sekitar 10-30% mendapatkan nilai penyerapan air yang baik dengan nilai >20%

mendapatkan kuat tekan tertinggi dengan kandungan zeolit 30% dengan nilai 20-30 MPa.

Pengaplikasian penggunaan zeolit sangat banyak seperti pada industri dan pengolahan air limbah. Dalam bidang industri, zeolit digunakan sebagai adsorben, katalis, penghilang logam berat dan polutan. Struktur pori yang sangat berpori dan permukaan yang luas Zeolit memiliki struktur pori yang sangat berpori dan permukaan yang luas (Al Muttaqii, *et al.*, 2019). Struktur ini memungkinkan zeolit untuk menyerap dan mempertahankan molekul-molekul lain, termasuk polutan seperti amonium, logam berat, dan zat kimia organik. Oleh karena itu, bata zeolit keramik dapat berfungsi sebagai filter alami untuk menghilangkan polutan dari lingkungan sekitarnya (Amin, *et al.*, 2022).

Selain zeolit, pada penelitian ini menggunakan bahan tambahan (*additive*) berupa *fly ash*. *Fly ash* adalah salah satu bahan tambahan (*additive*) yang cukup populer untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran beton atau bata karena bersifat *pozzolan* yaitu senyawa yang memiliki kandungan Silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sebagai pengganti semen sebagai pengikat (Michalikova, 2014). Bahan tambahan lain yang digunakan pada penelitian ini yaitu karbon. Penambahan karbon harapannya dapat membantu mengisi pori-pori yang masih kosong dan dapat berfungsi sebagai katalis yang membantu mempercepat proses pemanasan (Rahmawati dan Sunarsih, 2015). Bata zeokeramik ini nantinya akan dilakukan pengujian sifat fisis yaitu dengan uji massa jenis (densitas), absorpsi, dan porositas, dan pengujian sifat mekanis yaitu dengan uji kuat tekan serta akan dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Fluorescence (XRF)* untuk menganalisa komposisi unsur kimia dan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* untuk mengetahui morfologi struktur yang terbentuk pada bata zeokeramik yang dihasilkan.



## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi bahan terhadap sifat fisis dan mekanis pada bata zeokeramik?
2. Bagaimana pengaruh suhu pemanasan terhadap sifat fisis dan mekanis pada bata zeokeramik?
3. Bagaimana pengaruh penambahan zeolit dan *fly ash* terhadap komposisi kimia yang terbentuk pada bata zeokeramik menggunakan karakterisasi *X-Ray Fluorescence* (XRF)?
4. Bagaimana pengaruh penambahan zeolit dan *fly ash* terhadap morfologi bata zeokeramik menggunakan karakterisasi *Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS)?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi komposisi bahan terhadap sifat fisis dan mekanis pada bata zeokeramik.
2. Mengetahui pengaruh suhu pemanasan terhadap sifat fisis dan mekanis pada bata zeokeramik.
3. Mengetahui pengaruh penambahan zeolit dan *fly ash* terhadap komposisi kimia yang terbentuk pada bata zeokeramik menggunakan karakterisasi *X-Ray Fluorescence* (XRF).
4. Mengetahui pengaruh zeolit dan *fly ash* terhadap morfologi bata zeokeramik menggunakan karakterisasi *Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS).

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bahan yang digunakan yaitu zeolit, *fly ash*, karbon (Krakatau *steel*) dan air.
2. Batuan zeolit yang digunakan berasal dari Sidomulyo, Lampung Selatan.
3. Karbon grafit yang digunakan berasal dari PT. Krakatau *steel*.
4. *Fly ash* yang digunakan berasal dari PLTU Tarahan, Lampung Selatan.
5. Suhu pemanasan yang digunakan sebesar 800°C dan 1000°C (selama 2 jam).
6. Sampel berukuran 5 x 5 x 5 cm<sup>3</sup>.
7. Uji fisis dan mekanis yang dilakukan antara lain: massa jenis, porositas, absorpsi, dan kuat tekan.
8. Variasi komposisi material sebanyak 6 variasi komposisi.
9. Penelitian, uji, karakterisasi bahan pada bata zeokeramik ini dilakukan di Laboratorium Non Logam, Pusat Riset Teknologi Mineral - BRIN Tanjung Bintang.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi bagi masyarakat umum dan industri bahan bangunan.
3. Sebagai tambahan referensi di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung dalam bidang Fisika Material.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Batu Bata**

Batu bata ditemukan pada zaman neolitikum (Mesopotamia) pada tahun 8300-7600 SM tepatnya di tepi sungai Yordan dengan bentuknya berukuran 260x100x100 mm berbentuk seperti sepotong roti dengan tahapan tanah liat yaitu diberi air, diaduk dan dicetak kemudian dijemur dibawah sinar matahari (Fiala *et al*, 2019). Di Indonesia sendiri industri batu bata tersebar diseluruh daerah. Sebab mudahnya memperoleh bahan baku berupa tanah liat dengan proses pembuatan yang sangat sederhana dengan peralatan yang juga sederhana sehingga dapat dimanfaatkan banyak orang untuk pembangunan perumahan, konstruksi lainnya (Ahmad, 2010). Batu bata adalah salah satu bahan bangunan yang populer dipakai oleh masyarakat sampai sekarang. Batu bata merupakan salah satu bahan konstruksi yang berbahan dasar tanah liat yang mempunyai sifat lempung yaitu sifat plastis bila dicampur dengan air dalam jumlah tertentu dengan tujuan agar lebih mudah dibentuk dan dicetak, serta mampu mempertahankan bentuknya hingga proses pengeringan (Ahmad, 2010). Berdasarkan SNI 15-2094:2000 seiring perkembangan zaman penggunaan batu bata perlu adanya peningkatan dalam konstruksi, baik dengan cara meningkatkan kualitas bahan material batu bata maupun penambahan dengan bahan lainnya yang dapat menciptakan bahan bangunan yang memiliki keunggulan dengan bahan bangunan yang sudah ada (Badan Standarisasi Nasional, 2000). Salah satu dari sekian inovasi bata yang ada saat ini yaitu bata zeokeramik.

### **2.2 Bata Zeokeramik**

Bata keramik merupakan keramik yang diperkuat dengan bahan matrik yang diproses pada suhu pembakaran rendah untuk digunakan sebagai bahan

bangunan konstruksi ringan yang mengutamakan pada sifat fisik dan mekanik dengan bahan baku zeolit berperan sebagai matriks menjadikan bata keramik ini dinamai bata zeokeramik (Agustinus, 2007). Pada penelitian ini pembuatan bata zeokeramik menggunakan bahan matriks zeolit, dengan bahan tambahan *fly ash*, karbon dan air.

### 2.1.1 Zeolit

Zeolit merupakan mineral non logam yang memiliki senyawa alumina silikat dengan ciri khas apabila dipanaskan pada suhu tinggi akan mengalami perubahan struktural dan sangat bermanfaat dalam berbagai bidang seperti bahan bangunan, agregat ringan, keramik dan bata beton (Djambazov *et al*, 2015). Zeolit juga adalah kelompok mineral yang terdiri atas beberapa jenis mineral. Pada saat ini dikenal sekitar 48 jenis zeolit alam yang terdata dan dijumpai oleh Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG) (Kusdarto, 2008). Mempunyai nilai komersial sekitar 12 jenis, diantaranya klinoptilolit, mordenit, filipsit, kabasit dan erionit. Kemampuan zeolit untuk menahan air di dalam pori-porinya dan melepaskannya secara terkontrol akan sangat bermanfaat pada proses pengerasan bata. Semakin lama proses pengerasan bata, maka kekuatan yang dihasilkan akan semakin besar (Oktavianita dkk, 2014). Zeolit alam terdapat di daerah gunung berapi, tepi sungai, laut dan danau berupa sedimen mineral alam, biasanya terdapat dalam jumlah besar dalam skala Megaton (Fernanda dkk, 2012).

Potensi zeolit di Indonesia tercatat pada 20 lokasi dengan jumlah sumberdaya 447.490.160 ton, pada provinsi Lampung memiliki jumlah 43.800.000 ton yang terdapat di beberapa lokasi yaitu di desa Ponorogo, Campang Tiga, Bandar Dalam dan Talang Baru pada Kecamatan Sidomulyo, Lampung Selatan dan memiliki luas sebaran endapan zeolit berdasarkan hasil pengukuran adalah 35 ha dengan sumberdaya 800.000 m<sup>3</sup> atau 2.000.000 ton dan jenisnya terdiri dari klinoptilolit dan mordenit dengan sebagian daerah terdapat jenis plagioklas, montmorilonit, kristobalit dan kuarsa (Kusdarto, 2008).



**Gambar 2.1** Material Zeolit (PRTP- BRIN, 2022).

Bata yang mengandung zeolit memiliki konduktivitas termal rendah dan porositas yang tinggi. Hasil penelitian Djambazov *et al* (2015) menunjukkan bahwa bata yang memiliki konduktivitas termal yang lebih rendah dan porositas yang lebih tinggi dapat diproduksi pada suhu pembakaran 800°C dengan menambahkan bahan zeolit pada komposisinya.

### **2.1.2 Fly Ash**

*Fly ash* (abu terbang) adalah material yang berasal dari sisa pembakaran batu bara yang tidak terpakai berasal dari PLTU yang sangat banyak mengandung unsur aluminium (Al) dan silikon (Si) dan jika dicampur oleh air akan berfungsi sebagai pengikat (Agustinus, 2007). Abu terbang (*fly ash*) digunakan sebagai bahan pengisi bata karena ukuran partikel yang sangat lembut sehingga dapat sebagai pengisi rongga dan sebagai pengikat antar agregat dengan kemampuan dalam menyerap air sehingga memudahkan dalam proses pengikatan secara fisis dan mekanis (Arifin dan Hartanto, 2010). Di provinsi Lampung pemanfaatan limbah industri dan PLTU belum banyak di manfaatkan sehingga perlu dimanfaatkan agar dapat mengurangi pencemaran terhadap lingkungan. Oleh karena itu, digunakan limbah *fly ash* pada penelitian kali ini dikarenakan *fly ash* merupakan satu bahan tambah (additive) yang cukup populer saat ini untuk digunakan sebagai bahan pengganti sebagian atau campuran semen dalam pembuatan beton atau bata. Pemanfaatan *fly ash* membawa manfaat salah satunya adalah pengurangan bahan limbah (Marina dan Pujiyanto, 2020).



**Gambar 2.2** Material *Fly ash* (PRTP - BRIN, 2022).

Berdasarkan pada SNI 03-6863-2002 spesifikasi *fly ash* sebagai bahan tambah untuk campuran bata/beton disebutkan ada 3 jenis *fly ash*, yaitu;

- a. *fly ash* jenis N, merupakan abu terbang hasil kalsinasi dari pozolan alam, contohnya tanah diatomite, shale, tuft dan batu apung.
- b. *fly ash* jenis F, merupakan abu terbang yang dihasilkan dari pembakaran batu bara jenis antrasit pada suhu kurang lebih  $1560^{\circ}\text{C}$ .
- c. *fly ash* jenis C, merupakan abu terbang hasil pembakaran lignit/batubara dengan kadar karbon sekitar 60%. *fly ash* jenis ini mempunyai sifat seperti semen dengan kadar kapur di atas 10%.

*Fly ash* jenis F maupun jenis C mempunyai karakteristik yang hampir sama, pembeda antara keduanya yaitu komposisi kimia yang terkandung. *Fly ash* jenis F biasanya berasal dari hasil pembakaran batu bara, mempunyai total kandungan *silica* ( $\text{SiO}_2$ ), *Alumina* ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan *ferum oksida* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) minimum 70% dari berat total campuran dan kandungan *calcium oksida* ( $\text{CaO}$ ) yang rendah, yaitu kurang dari 10% dan *fly ash* jenis C umumnya berasal dari pembakaran sub-bitumen batu bara dengan kandungan *silica* ( $\text{SiO}_2$ ), *alumina* ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dan *ferum oksida* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sedikitnya mencapai 50% dari berat total dan kandungan kalsium oksida yang tinggi yaitu berkisar antara 10% sampai 30% (Suraneni *et al*, 2021).

### 2.1.3 Karbon

Banyak penelitian yang menjelaskan tentang manfaat penambahan karbon pada pembuatan bata. Menurut Rahmawati dan Sunarsih (2015) manfaat penambahan karbon pada pembuatan batu bata adalah memperpendek waktu pembakaran. Namun mengurangi waktu pembakaran dan hasilnya dengan penambahan karbon 0% - 10% kuat tekan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu, serta diperoleh waktu optimal pembakaran di angka 36 jam. Abdullah dkk (2009) mensintesis komposit dari campuran clay dan bubuk karbon. Melalui penelitian tersebut diketahui bahwa penambahan bubuk karbon dapat meningkatkan kekuatan keramik sekitar 8 kali lipat dari kekuatan keramik tanpa penambahan karbon dan waktu pembakaran yang singkat yaitu 2 jam. Tanpa karbon, ruang antar molekul batu bata berupa ruang kosong.



**Gambar 2.3** Karbon PT Krakatau *Steel* (PRTP - BRIN, 2022).

Dengan menambahkan karbon pada persentase tertentu, molekul karbon mulai mengisi ruang antar partikel bata, akibatnya muncul ikatan baru yang bekerja pada molekul bata, yaitu ikatan antara molekul bahan utama dengan bahan utama dan ikatan antara molekul bahan utama dengan karbon. Namun jika karbon diperbanyak lagi akan muncul ikatan antar karbon itu sendiri. Sehingga ketika karbon ditambah terlalu banyak ia akan menggantikan peran dari bahan utamanya sebagai bahan penyusun batu bata, hal tersebut menyebabkan kekuatan batu bata menjadi berkurang (Rahmawati dan sunarsih, 2015).

### 2.1.4 Air

Air adalah bahan yang sangat penting dalam proses reaksi pengikatan material yang digunakan untuk pembuatan batu bata. Penambahan air juga agar batu bata mudah untuk dicetak. Dalam pembuatan batu bata juga harus memperhatikan jenis air yang digunakan seperti visual berwarna putih jernih, tidak berbau, tidak mengandung minyak dan sesuai dengan standar air minum merupakan air dapat digunakan dalam pembuatan bata karena air yang tercemar oleh garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, jika digunakan dalam campuran bata akan menurunkan kualitas bata dan bisa mengubah sifat bata yang di hasilkan (Suratmin, 2007).



**Gambar 2.4** Air (PRTP – BRIN, 2022).

## 2.2 Uji Sifat Fisis dan Mekanis

Pada penelitian ini uji sifat fisis yang dilakukan agar dapat mengetahui ketahanan sampel dalam pengujian massa jenis, porositas, dan absorpsi serta uji sifat mekanis agar mengetahui nilai kuat tekan yang diperoleh dari sampel bata zeokeramik.

### 2.2.1 Massa Jenis (Densitas)

Massa jenis (Densitas) merupakan perbandingan antara volume normal batu bata dengan volume batu bata yang diukur untuk mengetahui bobot dari bata (Prayuda dkk, 2018). Jadi, dalam pengujian massa jenis diperoleh data dengan cara penimbangan massa dan pengukuran volume bata, serta data yang diperoleh berupa massa kering dan massa basah dengan satuan  $\text{g/cm}^3$  (Hasanah dkk, 2021).



Nilai minimum massa jenis bata menurut SNI 15-2094:2000 adalah  $1,2 \text{ g/cm}^3$  dan berdasarkan pada SNI 03-0349:1989, massa jenis dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\rho = \frac{m_1}{m_2 - m_3} \rho_{air} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\rho$  = massa jenis ( $\text{g/cm}^3$ )

$m_1$  = massa kering (g)

$m_2$  = massa bata basah (g)

$m_3$  = massa yang berada di dalam air (g)

$\rho_{air}$  = massa jenis air ( $\text{g/cm}^3$ )

### 2.2.2 Porositas

Porositas terjadi akibat daya ikat yang sedikit pada tanah liat, sehingga terdapat rongga-rongga yang besar. Semakin besar daya ikatnya, porositas akan semakin kecil. Persentase porositas ditentukan oleh jenis bahan, kehalusan unsur bahan, penggantian tanah liat oleh material limbah, kepadatan dinding bahan, serta suhu bakarnya (Rahmawati dan ida, 2015). Semakin kecil ukuran butir akan semakin meningkatkan kekuatan keramik, karena akan memperkecil retakan yang terdapat didalamnya (Agustinus, 2007).

Berdasarkan pada SNI 03-0349:1989, porositas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Porositas} = \frac{(m_2 - m_1)}{(m_2 - m_3)} \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan:

$m_1$  = massa bata kering (g)

$m_2$  = massa bata basah (g)

$m_3$  = massa bata di dalam air (g)

### 2.2.3 Absorpsi

Pengujian daya serap air (absorpsi) dilakukan untuk mengetahui kemampuan bata berpori dalam menyerap dan menyimpan air. Cara pengujian daya serap air yaitu merendam sampel ke dalam baskom yang telah berisi air selama kurang lebih 24 jam (Sulfianty dkk, 2020). Nilai maksimum penyerapan air bata menurut SNI 15-2094:2000 adalah 20% dan Berdasarkan SNI 03-0349:1989, absorpsi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Absorpsi} = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \times 100\% \quad (2.4)$$

Keterangan:

$m_1$  = Berat bata beton kering (g)

$m_2$  = Berat bata beton basah (g)

### 2.2.4 Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada bata bertujuan untuk mendapatkan besar beban tekan maksimum yang diterima oleh bata, nilai kuat tekan batu bata diperoleh dengan pengujian standar menggunakan beban tertentu atas benda uji sampai hancur (Fernanda dkk, 2012).



**Gambar 2.5** Alat Uji Kuat Tekan *Computer Universal Testing Machines* (UTM) (PRTP - BRIN, 2022).

Menurut SNI 15-2094:2000, nilai kuat tekan terendah pada batu bata berdasarkan 3 kelas dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Nilai kuat tekan terendah pada batu bata

Kelas	Kuat Tekan Minimum	
	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa
50	50	5
100	100	10
150	150	15

Berdasarkan SNI 15-2094:2000, kuat tekan batu bata dapat dihitung menggunakan persamaan (2.1).

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$P$  = Kekuatan tekan (MPa)

$F$  = Gaya tekan maksimum (N)

$A$  = Luas bidang bahan (m<sup>2</sup>)

## 2.3 Karakterisasi

Bidang eksperimen tidak terlepas dari kegiatan karakterisasi atau pengukuran dengan karakterisasi peneliti bisa yakin bahwa material yang di sintesis sudah memenuhi kriteria nano struktur, yaitu salah satu dimensinya berukuran nano meter. Karakterisasi juga memberikan informasi tentang sifat - sifat fisis maupun kimiawi nanomaterial tersebut (Abdullah dkk, 2009). Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi XRF untuk menganalisa unsur kimia pada sampel bata zeokeramik dan SEM-EDS untuk mengetahui morfologi struktur mikro elektron pada bata yang dihasilkan.

### 2.3.1 X-Ray Fluorescence (XRF)

XRF adalah alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sampel berupa batuan, logam, keramik, dan material lainnya menggunakan metode spektrometri

dengan sensitivitas deteksi tinggi walaupun dalam jumlah sampel yang sedikit. (Verma, 2007). Prinsip Kerja XRF dimulai dengan sampel dieksitasi dengan sinar-x yang menyebabkan fluoresensi maka Elektron dapat dikeluarkan dari orbit atom dengan menyerap gelombang cahaya (foton) dengan energi yang cukup, energi foton harus lebih besar dari energi elektron yang terhubung di inti atom. Saat elektron orbital dalam dikeluarkan dari atom maka elektron dari orbital tingkat energi yang lebih tinggi akan dipindahkan ke orbital tingkat energi yang lebih rendah, sehingga elektron dapat mengisi kekosongan pada kulit atom terdekat. Saat elektron dalam atom sampel dikenai sinar berenergi tinggi akan terjadi efek fotolistrik (Verma, 2007). Identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-x yang dihasilkan dari efek fotolistrik tersebut digunakan untuk melakukan analisis XRF. Kemudian sinar akan memasuki detektor yang menghasilkan sinyal keluaran kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif memperoleh hasil puncak dalam spektrum yang menggantikan jenis elemen berdasarkan energi sinar-x, sedangkan hasil analisis kuantitatif dicapai dengan membandingkan intensitas sampel dengan standar (Verma, 2007). Adapun mesin XRF dapat dilihat pada **Gambar 2.6**.

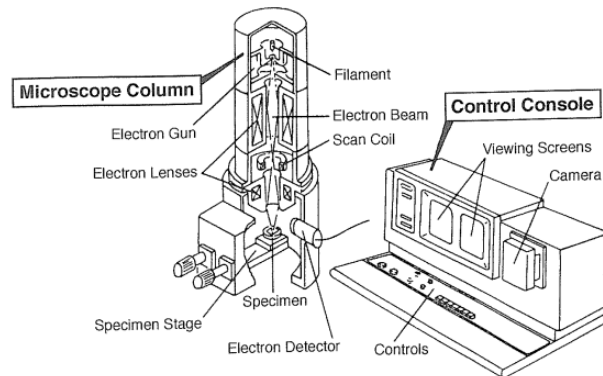


**Gambar 2.6** Mesin XRF (PRTP- BRIN, 2022).

### **2.3.2 Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive Microscopy (SEM-EDS)**

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) adalah salah satu alat instrumentasi atau metode karakterisasi yang digunakan untuk pemeriksaan dan analisis mikrostruktur dan morfologi permukaan material. Alasan digunakannya SEM karena memiliki resolusi tinggi yang dapat diperoleh pada saat memeriksa objek berukuran 1-5 nm (10-50Å) dan dapat disajikan dalam bentuk tiga dimensi

berupa gambar atau foto (Goldstein *et al*, 2003). Sedangkan EDS digunakan untuk menganalisa persentase masing-masing elemen yang dilengkapi dengan detektor dispersi energi untuk mengetahui komposisi senyawa/unsur pada sampel yang dianalisis (Goldstein *et al*, 2003). Gambaran sederhana dari proses dan alat identifikasi dengan SEM-EDS pada **Gambar 2.7**.



**Gambar 2.7** Alat identifikasi dengan SEM-EDS (Goldstein *et al*, 2003).

Pada **Gambar 2.7** proses identifikasi dengan SEM-EDS dimulai dengan menembakkan sinar-x pada posisi yang ingin di ketahui komposisinya, setelah ditembakkan pada posisi yang di inginkan yang telah di siapkan maka akan muncul puncak - puncak tertentu yang mewakili suatu unsur yang terkandung. Detektor yang terdapat di dalam peralatan dari SEM akan mendeteksi berkas elektron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis dan karena luasnya daerah pengamatan dapat membatasi lokasi pengamatan yang di lakukan dengan melakukan zoom-in dan zoom-out, dengan memanfaatkan berkas pantulan dari benda tersebut maka informasi dapat di ketahui dengan menggunakan program pengolahan citra yang terdapat dalam komputer (Goldstein *et al*, 2003).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 15 Januari 2023 sampai dengan 15 Februari 2023 di Laboratorium Non-Logam, Pusat Riset Teknologi Pertambangan – BRIN, Tanjung Bintang, Lampung Selatan.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, mesin uji kuat tekan merk universal testing machines (UTM) made in Taiwan Type HT-2402 capacity 50 kN, X-Ray Fluorescence (XRF) PanAnalytical Type minipal 4, Scanning Electron Microscopy (SEM) Quattro S, ayakan 325 mesh ASTM:E11 Nakatama Scientific Type:A6-342A, plastik sampel, furnace, cetakan kubus ukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ , ember, tumbukan besi, gelas ukur, dan wadah nampan.

##### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batuan zeolit berasal dari Sidomulyo, Lampung Selatan. Adapun komposisi kimia bahan zeolit pada **tabel 3.1** sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Komposisi bahan zeolit

<b>Komposisi</b>	<b>Kadar (%)</b>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,815
SiO <sub>2</sub>	79,046
K <sub>2</sub> O	1,813
CaO	1,401
MnO	0,018
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,157
Rb <sub>2</sub> O	0,008
SrO	0,024
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002
ZrO <sub>2</sub>	0,013
Ag <sub>2</sub> O	0,184
BaO	0,045
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,009
Cl	0,014

(Sumber : Ginting et al., 2019).

Komposisi lain yang digunakan adalah *fly ash* berasal dari PLTU Tarahan, Lampung Selatan, Adapun komposisi kimia bahan *fly ash* pada **Tabel 3.2** sebagai berikut.

**Tabel 3.2** Komposisi bahan *fly ash*

<b>Komposisi</b>	<b>Kadar (%)</b>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,36
SiO <sub>2</sub>	63,25
K <sub>2</sub> O	1,16
CaO	4,49
MgO	5,15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,35
TiO <sub>2</sub>	0,48
Na <sub>2</sub> O	1,69
LOI	2,08

(Sumber : Amin et al., 2023).



Komposisi yang digunakan lainnya juga adalah karbon grafit berasal dari PT. Krakatau *steel*, Adapun komposisi kimia bahan karbon pada **Tabel 3.3** sebagai berikut.

**Tabel 3.3** Komposisi bahan karbon

<b>Komposisi</b>	<b>Kadar (%)</b>
C	14,00
MgO	13,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,00
SiO <sub>2</sub>	3,00
CaO	0,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25

(Sumber : Mabasa *et al.*, 2023).

Pada penelitian ini menggunakan komposisi lain yaitu air.

### **3.3 Prosedur Penelitian**

Prosedur yang akan dilakukan adalah preparasi bahan, karakterisasi bahan, pembuatan sampel, pengujian sifat fisis (Massa jenis, absorpsi, porositas), pengujian sifat mekanis (kuat tekan), dan karakterisasi (XRF dan SEM-EDS).

Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

### 3.3.1 Preparasi dan Karakterisasi Bahan

Tahapan preparasi bahan pada penelitian adalah :

1. Preparasi bahan batuan zeolit dihaluskan dengan cara penggilingan pada *ball mill* selama 8 jam, kemudian diayak dengan lolos *mesh* 100. *Fly ash*, karbon grafit yang di giling kasar, dan air.
2. Menggunakan 6 Variasi komposisi dengan masing - masing memiliki berat 1 kg seperti pada tabel **Tabel 3.4**.

**Tabel 3.4** Variasi Komposisi Bahan

Kode Sampel	Variasi Komposisi						Total (kg)	Suhu (°C)
	Zeolit		<i>Fly Ash</i>		Karbon			
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)		
K1 <sub>800</sub>	90	900	5	50	5	50	1000	800
K2 <sub>800</sub>	80	800	10	100	10	100	1000	800
K3 <sub>800</sub>	70	700	20	200	10	100	1000	800
K4 <sub>800</sub>	60	600	30	300	10	100	1000	800
K5 <sub>800</sub>	50	500	40	400	10	100	1000	800
K6 <sub>800</sub>	45	450	45	450	10	100	1000	800
K1 <sub>1000</sub>	90	900	5	50	5	50	1000	1000
K2 <sub>1000</sub>	80	800	10	100	10	100	1000	1000
K3 <sub>1000</sub>	70	700	20	200	10	100	1000	1000
K4 <sub>1000</sub>	60	600	30	300	10	100	1000	1000
K5 <sub>1000</sub>	50	500	40	400	10	100	1000	1000
K6 <sub>1000</sub>	45	450	45	450	10	100	1000	1000

3. Mencetak semua bahan menjadi bata zeokeramik
4. Melakukan uji massa jenis, absorpsi, dan porositas dan uji kuat tekan.
5. Melakukan karakterisasi bahan menggunakan XRF dan SEM-EDS.

### 3.3.2 Pembuatan Sampel

Tahapan pembuatan sampel pada penelitian adalah :

1. Menimbang zeolit, karbon (Krakatau *steel*), dan *fly ash* (dalam 1000 gr).

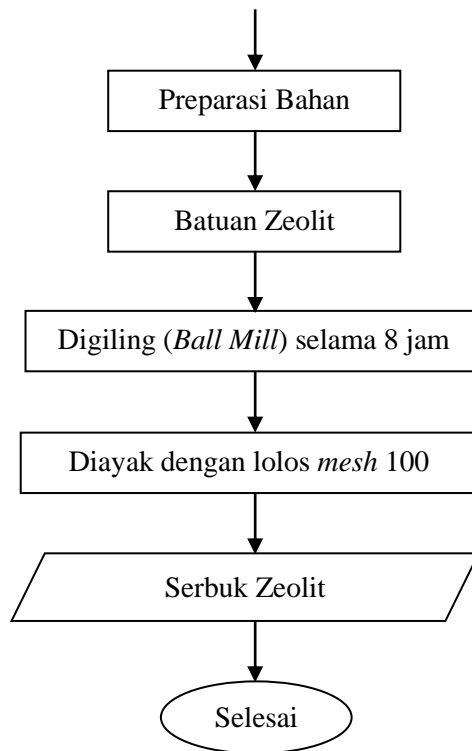
2. Memasukkan zeolit, karbon (*Krakatau steel*) dan *fly ash* menjadi satu, lalu diaduk.
3. Menambahkan air ke dalam campuran komposisi dengan jumlah 420 ml, hal ini bertujuan agar komposisi yang dibuat menjadi lunak sehingga mengurangi terjadinya cracking atau keretakan.
4. Memasukkan adonan ke dalam cetakan kubus ukuran  $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$  dan memadatkan dengan menggunakan tumbukan besi di dalam cetakan.
5. Membiarkan sampel bata zeokeramik dalam cetakan selama 24 jam.
6. Mengeringkan sampel pada oven dengan variasi suhu  $120^{\circ}\text{C}$  selama 6 jam.
7. Mengeringkan sampel pada *furnace* dengan variasi suhu sintering  $800^{\circ}\text{C}$  dan  $1000^{\circ}\text{C}$  dengan waktu tahan selama 2 jam.

### 3.3.3 Diagram Alir

Diagram alir preparasi bahan, pembuatan dan pengujian bata zeokeramik ditunjukkan pada **Gambar 3.1**, **Gambar 3.2**, **Gambar 3.3**.

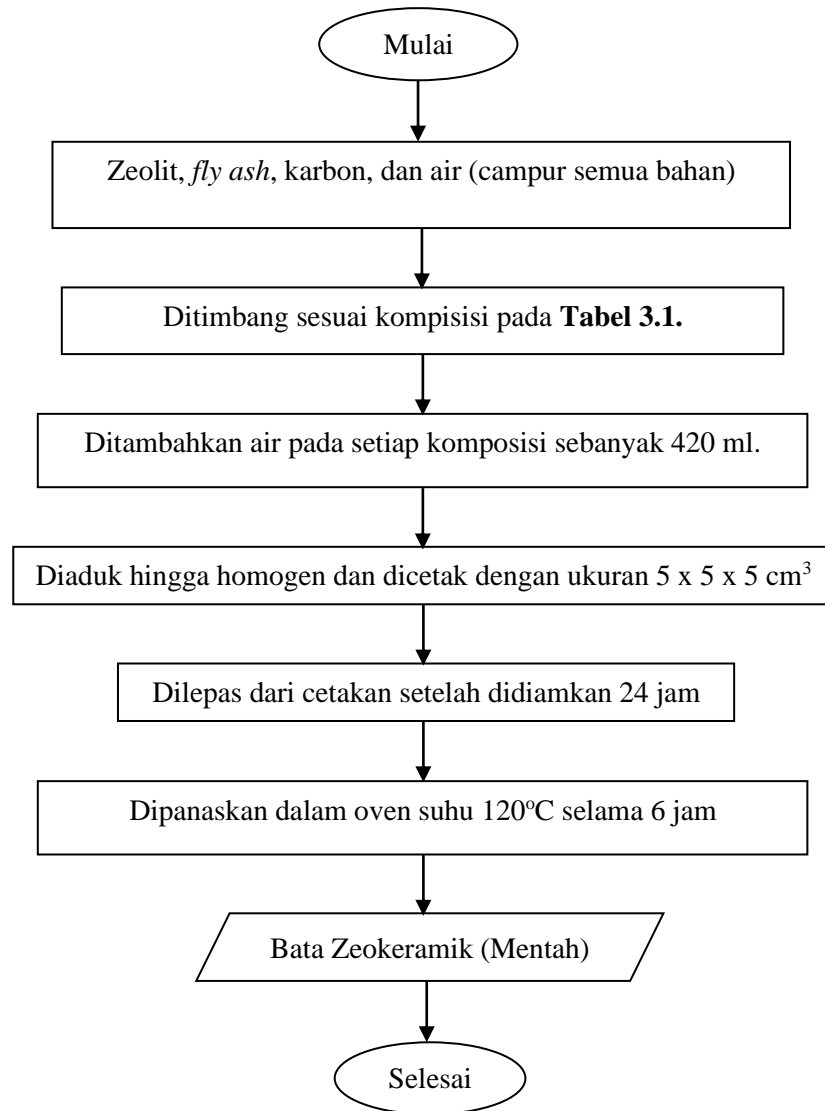
Diagram alir preparasi bahan zeolit ditunjukkan pada **Gambar 3.1**

Mulai



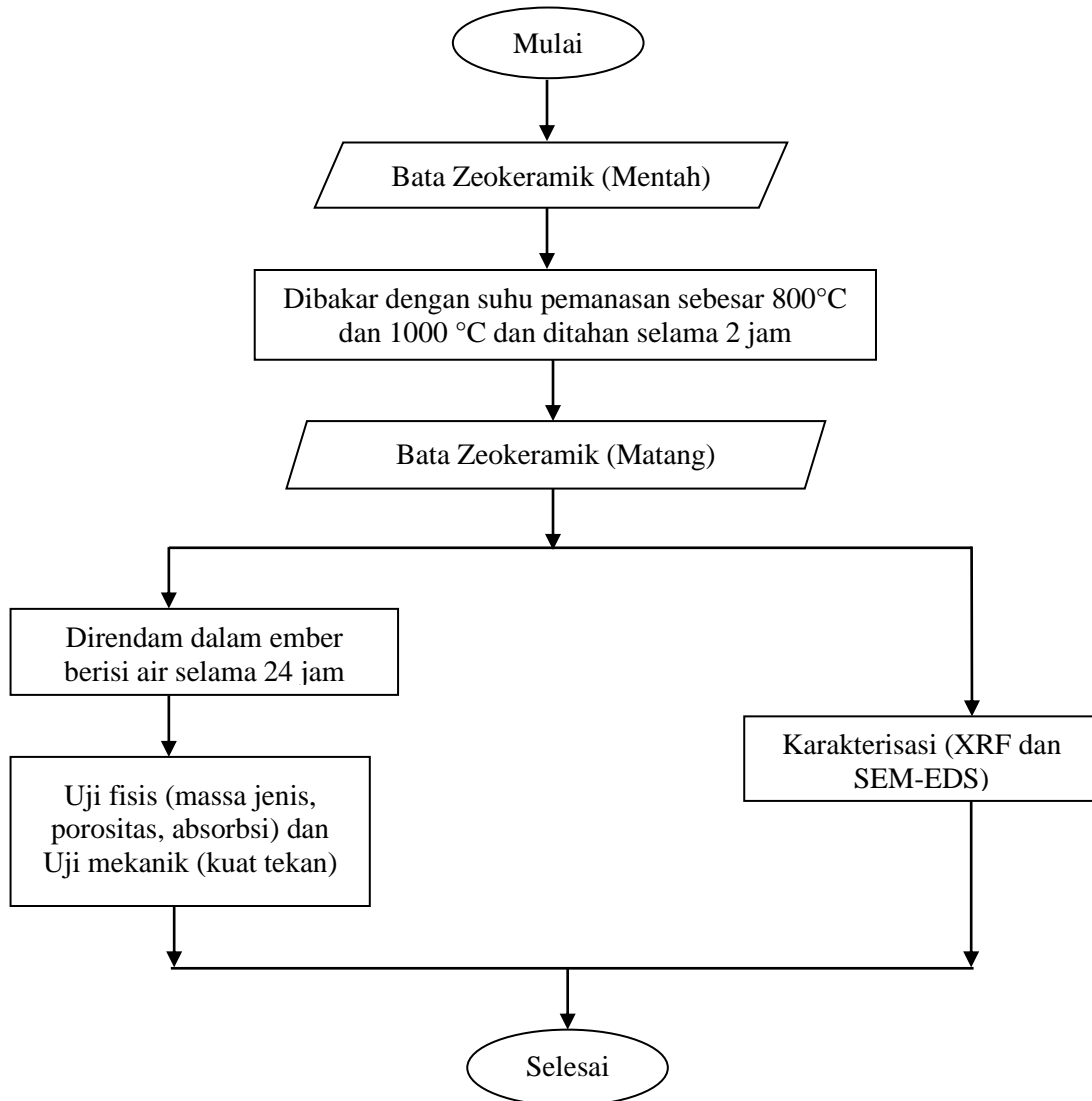
**Gambar 3.1** Diagram alir preparasi bahan zeolit.

Diagram alir pembuatan bata zeokeramik ditunjukkan pada **Gambar 3.2**



**Gambar 3.2** Diagram alir pembuatan bata zeokeramik.

Diagram alir pengujian bata zeokeramik ditunjukkan pada **Gambar 3.3**



**Gambar 3.3** Diagram alir pengujian bata zeokeramik.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah :

1. Variasi komposisi sangat mempengaruhi hasil dari uji sifat fisis dan mekanis pada bata zeokeramik, dimana dengan penambahan zeolit dan *fly ash* sampel K1<sub>1000</sub> dengan jumlah masing – masing bahan 90% dan 5% mendapatkan nilai massa jenis tertinggi sebesar 1,39 g/cm<sup>3</sup>, nilai porositas terendah sebesar 0,32%, nilai absorpsi terendah sebesar 0,23% dan serta nilai kuat tekan tertinggi sebesar 4,048 MPa. Sementara, penambahan zeolit dan *fly ash* sampel K6<sub>800</sub> dengan jumlah masing - masing bahan 45% dan 45% mendapatkan nilai massa jenis terendah sebesar 1,08 g/cm<sup>3</sup>, nilai porositas tertinggi sebesar 0,448%, nilai absorpsi tertinggi sebesar 0,42% dan serta nilai kuat tekan terendah sebesar 0,82 MPa.
2. Suhu pemanasan dapat mempengaruhi hasil dari uji sifat fisis dan mekanis pada bata zeokeramik. Hasil uji sifat fisis sampel bata zeokeramik dengan suhu pemanasan 1000 °C dengan penambahan zeolit dan *fly ash* masing - masing bahan 90% dan 5% memperoleh nilai massa jenis tertinggi sebesar 1,39 g/cm<sup>3</sup>, nilai porositas terendah sebesar 0,32% dan nilai absorpsi terendah sebesar 0,23%. Dibandingkan pada sampel bata zeokeramik suhu pemanasan 800 °C dengan penambahan zeolit dan *fly ash* masing - masing bahan 45% dan 45% memperoleh nilai massa jenis terendah sebesar 1,08 g/cm<sup>3</sup>, nilai porositas tertinggi sebesar 0,448% dan nilai absorpsi terbesar sebesar 0,42%. Pada hasil uji sifat mekanis sampel bata zeokeramik dengan suhu pemanasan 1000 °C memperoleh nilai kuat tekan tertinggi dan juga terendah sebesar 4,048 MPa dengan penambahan zeolit dan *fly ash* masing - masing bahan 90% dan 5% dan 0,82 MPa dengan penambahan zeolit dan *fly ash* masing -

masing bahan 45% dan 45%.

3. Hasil karakterisasi XRF bata zeokeramik dengan penambahan zeolit dan *fly ash* sampel K1<sub>1000</sub> dengan jumlah masing – masing bahan 90% dan 5% menunjukkan bahwa komposisi kimia di dominasi oleh senyawa SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yaitu sebesar 67,383% dan 12,6%. Sedangkan dengan penambahan zeolit dan *fly ash* sampel K6<sub>1000</sub> dengan jumlah masing – masing bahan 45% dan 45% menunjukkan bahwa sampel bata zeokeramik di dominasi oleh senyawa SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yaitu sebesar 44,949% dan 14,428%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan CaO yaitu sebesar 18,826% dan 16,53%.
4. Hasil karakterisasi SEM-EDS bata zeokeramik pada sampel K1<sub>1000</sub> dengan kandungan zeolit dan *fly ash* masing-masing 90% dan 5% terlihat morfologi partikel yang rapat dan sedikitnya pori-pori yang terlihat dengan unsur yang mendominasi dan dalam jumlah yang banyak yaitu Si (29,79%) dan Al (10,35) menyebar merata, jika dibandingkan dengan sampel K6<sub>1000</sub> dengan kandungan zeolit dan *fly ash* masing-masing berjumlah sebesar 45%, terlihat morfologi partikel yang sangat renggang dengan pori-pori yang terlihat lebih banyak, dengan unsur Si (12,66%) dan Al (8,07%).

## 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan bahan dan variasi komposisi yang berbeda dari penelitian ini untuk seperti Kaolin atau Bentonit.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Sonya, A. D., Nuryadin, B. W., Marully, A. R., Khairuddin, dan Khairurrijal. 2009. Sintesis Keramik Berbasis Komposit Clay-Karbon dan Karakterisasi Kekuatan Mekaniknya. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. 2(2): 83-89.
- Agustinus, E. T. S. 2007. Bata Keramik Suhu Bakar Rendah Sebagai Bahan Bangunan Konstruksi Ringan. *Prosiding Seminar Geoteknologi, Kontribusi Ilmu Kebumihan dalam Pembangunan Berkelanjutan*. Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI, Bandung. 207-214.
- Ahmad, I. 2010. Sejarah Batu Bata Merah Pejal. *Jurnal Konstruksia*. 2(1): 31-37.
- Al-muttaqii, M., Birawidha, D. C., Isnugroho, K., Amin, M., Hendronursito, Y., Istiqomah, A. D., Dewangga, D. P., 2019. Pengaruh Aktivasi Secara Kimia Menggunakan Larutan Asam dan Basa Terhadap Karakteristik Zeolit Alam. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 13(2): 266-271.
- Amin, M., Sumardi, S., Birawidha, D. C., Isnugroho, K., Hendronursito, Y., Suharto, Al-muttaqii, M., Sudibyo, Prasetyo, E., Syafriadi, dan Yuliabdila, F. P. 2022. Preparation and characterization of geopolymer concrete made of natural zeolite by heating method. *Proceedings Of The 7th International Symposium On Applied Chemistry 2021*. 2493 (1): 1-7.

- Arifin, D. N. dan Hartanto, P. 2010. Pengembangan Zeokeramik Berbahan Baku Limbah Padat Industri Sebagai Bahan Bangunan Ramah Lingkungan. *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi*. Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI, Bandung. 1(1): 165-175.
- Djambazov, Z., Yoleva, A., Chervenliev, P., and Georgiev, A., 2015. Amorphous Silicate and Zeolite Effect on The Thermal Conductivity And Porosity Of Ceramic Building Bricks. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 50(4): 520-524.
- Fernanda, A., Iswan, dan Styanto. 2012. Studi Kekuatan Pasangan Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Additive Zeolit. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*. 1(1): 371-381.
- Fiala, J., Mikolas, M., and Krejsova, K. 2019. Full Brick, History and Future. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 221(1) : 1-6.
- Goldstein, J., Newbury, D. E., Joy, D. C., Lyman, C. E., Echlin, P., Lifshin, E., Sawyer, L., and Michael, J. R. 2003. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis - Third Edition*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publisher.
- Hartanto, P. 2016. Perubahan permeabilitas zeokeramik akibat penambahan abu sekam padi. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*. 12(1): 59-68.
- Hasanah, M., S., Yushardi, Y., dan Lesmono, A., D. 2021. Uji Kuat Tekan Daya Serap Air dan Massa Jenis Batu Bata Merah Berbahan Tambahan Abu Kulit dan Janggal Jagung di Wuluhan Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 10(2): 41-48.

- Ibrahim, J. E. F. M., Kurovics, E., Tihitih, M., and Gomze, L. A. 2021. Ceramic bricks with enhanced thermal insulation produced from natural zeolite. *International Journal for Engineering and Information Sciences*. 16(3): 101-107.
- Kusdarto. 2008. Potensi zeolit di Indonesia. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 7(2): 78-87.
- Mabasa, N. P., Naude, N., and Garbers-Craig, A. M., 2023. Hand-Held XRF Sorting Of Spent Refractory Bricks To Aid Recycling. *The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 123(1): 9-17.
- Marina, B.C., dan Pujiyanto, D.A. 2020. Pengaruh Fly Ash Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton Berpori. *Jurnal Saintis*. 20(2): 110-118.
- Michalíková, F., Brezán, I., Sisol, M., Mihoková, L., dan Stehlíková., 2014. The Use of Black Coal Fly Ash at the Production of Ceramic Materials. *Inžynieria Mineralna*. 15(1): 227-234.
- Oktavianita, Y., Syamsudin, R. dan Zacoeb, A. 2014. Perbandingan Kuat Tekan Dan Tegangan-Regangan Bata Beton Ringan Dengan Penambahan Mineral Alami Zeolit Alam Bergradasi Tertentu Dengan Dan Tanpa Perawatan Khusus. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*. 1(1): 1-8.
- Prayuda, H., Setyawan, E. A., dan Saleh, F. 2018. Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Batu Bata Merah di Yogyakarta. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*. 1(2): 24-34.
- Putra, W.S.P., Anggraini, R., Zacoeb, A. dan Wahyuni, E. 2015. Perbandingan Kuat Tekan Dan Tegangan-Regangan Bata Beton Ringan Dengan Penambahan Mineral Alami Zeolit Alam Tertahan Saringan No.80 (0,180mm) Dan Tertahan Saringan No.200 (0,075mm). *Jurnal Rekayasa Sipil*. 9(3): 243-250.

- Rahmawati, A. dan Ida, N.S. 2015. Penambahan Abu Jerami Dan Abu Sekam Padi Pada Campuran Batu Bata Untuk Meningkatkan Kualitas Dan Efisiensi Produksi Batu Bata Industri Tradisional. *Jurnal Ilmiah Eco Rekayasa*. 11(1): 16-22.
- Rahmawati, A. dan Sunarsih, R.S. 2015. Manfaat Penambahan Karbon Dari Material Limbah Pada Batu Bata Tradisional. *Jurnal Fakultas Teknik*. 16(2): 98-109.
- SNI 03-0691-1996. 1996. *Bata Beton (Paving Block)*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-0349-1989. *Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 3421-2011. *Cara Uji Kuat Tekan Bata Ringan Isolasi*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15-2094-2000. *Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Stepien, P., Spychal, E., dan Skowera, K., 2022. A Comparative Study on Hygric Properties and Compressive Strength of Ceramic Bricks. *Multidiciplinary Digital Publishing Institute (Materials)*. 15: 1-16.
- Sulfianty, Nurhayati, dan Subaer. 2020. Studi Tentang Konduktivitas Dan Resistansi Termal Geopolimer Berpori Berbasis Abu Terbang (*Fly ash*), *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*. 16(2): 161-170.
- Suraneni, P., Burris, L., Shearer, C., R., Hooton, R., D. 2021. ASTM C618 Fly Ash Specification: Comparison With Other Specification, Shortcomings,

And Solutions. *ACI Materials Journal*. 118(1): 157-167.

Suratmin, Satyarno, I., Tjokrodinuljo, K., 2007. Pemanfaatan Kulit Ale-Ale Sebagai Agregat Kasar Dalam Pembuatan Beton. *Prosiding Forum Teknik Sipil*. Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 17(1): 530-538.

Suryani, N., dan Munasir. 2015. Fabrikasi Bata Ringan Tipe Celluler Lightweight Concrete Dengan Bahan Dasar Pasir Vulkanik Gunung Kelud Sebagai Pengganti *Fly Ash*. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*. 4(3): 106-111.

Vakalova, T.V. dan Revva, I.B. 2020. Use of zeolite rocks for ceramic bricks based on brick clays and clay loams with high drying sensitivity. *Construction and Building Materials*. 255(1): 1-11.

Verma, H., R. 2007. *Atomic and Nuclear Analytical Methods : XRF, Mössbauer, XPS, NAA and Ion-Beam Spectroscopic Techniques*. New York: Springer.