PENINGKATAN KUAT MEKANIS DAN SIFAT TERMAL BATA TAHAN API BERBASIS KAOLIN DAN PASIR ZIRKON

SRI APRILIYANTI
NIM H1031221076

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

PENINGKATAN KUAT MEKANIS DAN SIFAT TERMAL BATA TAHAN API BERBASIS KAOLIN DAN PASIR ZIRKON

SRI APRILIYANTI
NIM H1031221076

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Peningkatan Kuat Mekanis dan Sifat Termal Bata Tahan Api Berbasis Kaolin dan Pasir Zirkon
Nama	: Sri Apriliyanti
NIM	: H1031221076
Program Studi/Jurusan	: Kimia/S1-Kimia
Tanggal Lulus	: 12 Juni 2026
SK Pembimbing	: No.5651/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 31 Desember 2024
SK Penguji	: No.2287/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/Tanggal 18 Mei 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Anis Shofiyani, S.Si., M.Si.	Dr. M. Agus Wibowo, S.Si., M.Si.
NIP. 197311152000112001	NIP. 197301092000031002

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Winda Rahmalia, S.Si., M.Si.	Titin Anita Zaharah, S.Si., M.Sc.
NIP. 198402272008122004	NIP. 196904191996012002

Pimpinan Sidang (Merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (Merangkap angoota penguji)
Dr. Anis Shofiyani, S.Si., M.Si.	Dr. M. Agus Wibowo, S.Si., M.Si.
NIP. 197311152000112001	NIP. 197301092000031002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si.,M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Sri Apriliyanti
NIM	: H1031221076
Program Studi/Jurusan	: Kimia/S1-Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran akademik sesuai peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundungan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 2 Juni 2026



Sri Apriliyanti
H1031221076

PENINGKATAN KUAT MEKANIS DAN SIFAT TERMAL BATA TAHAN API BERBASIS KAOLIN DAN PASIR ZIRKON

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat bata tahan api berbasis kaolin dan pasir zirkon Kalimantan Barat. Variabel penelitian yang dipelajari adalah komposisi bahan serta pengaruh waktu *curing* terhadap nilai stabilitas termal dan kuat mekanis bata tahan api yang dihasilkan. Pembuatan bata tahan api dilakukan dengan mencampurkan kaolin:pasir zirkon dengan variasi komposisi 1:5; 2:4; 3:3; 4:2; 5:1 dan 1:2:2 serta waktu *curing* 0, 7, 14, dan 28 hari. Campuran yang telah ditambahkan air dicetak menjadi bata dengan ukuran 5×5×5 cm sesuai standar SNI 03-6825-2002. Hasil cetakan dikeringkan dengan oven suhu 110^{o}C selama 8 jam, dilanjutkan dengan pembakaran menggunakan *furnace* suhu 900^{o}C selama 2 jam. Bata yang dihasilkan diuji nilai kuat tekan, densitas, porositas, konduktivitas termal, dan morfologi permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi terbaik adalah spesimen 3 (kaolin:pasir zirkon, 3:3) dengan waktu *curing* 28 hari, yang memperoleh nilai kuat tekan sebesar 44,36 kg/cm^{2}; densitas sebesar1,22 g/cm^{3}; porositas sebesar 15% dan konduktivitas termal sebesar 1,55 W/m.K. Nilai ini tergolong sebagai bata kelas III sampai II berdasarkan SNI 03-0349-1989. Bata spesimen 3 berpotensi dikembangkan sebagai bata tahan api karena memperoleh nilai konduktivitas termal sebesar 1,55 W/m.K, lebih rendah dibandingkan bata tanah liat (1,81 W/m.K). Semakin rendah nilai konduktivitas termal, semakin baik ketahanannya dalam menghambat panas.

Kata kunci: Bata tahan api, Kaolin, Pasir zirkon, Kuat mekanis, Sifat termal

IMPROVEMENT OF MECHANICAL STRENGTH AND THERMAL PROPERTIES OF KAOLIN ZIRCON SAND BASED REFRACTORY BRICKS

Abstract

This study aimed to produce refractory bricks based on kaolin and zircon sand from West Kalimantan. The investigated variables were the composition of raw materials and the effect of curing time on the thermal stability and mechanical strength of the produced refractory bricks. The refractory bricks were prepared by mixing kaolin and zircon sand with composition variations of 1:5, 2:4, 3:3, 4:2, 5:1, and 1:2:2, followed by curing times of 0, 7, 14, and 28 days. The mixtures were added with water and molded into brick specimens with dimensions of 5×5×5 cm according to SNI 03-6825-2002 standards. The molded samples were dried in an oven at 110°C for 8 hours and subsequently heated in a furnace at 900°C for 2 hours. The resulting bricks were characterized through compressive strength, density, porosity, thermal conductivity, and surface morphology analyses. The results showed that the optimum composition was obtained in specimen 3 (kaolin sand = 3:3) with a curing time of 28 days, which exhibited a compressive strength of 44.36 kg/cm², density of 1.22 g/cm³, porosity of 15%, and thermal conductivity of 1.55 W/m.K. Based on SNI 03-0349-1989, these values classify the brick within class II–III categories. Specimen 3 demonstrated potential as a refractory brick due to its lower thermal conductivity value (1.55 W/m.K) compared to conventional clay brick (1.81 W/m.K). A lower thermal conductivity value indicates better resistance to heat transfer and improved thermal insulation performance.

Keywords: Refractory bricks, Kaolin, Zircon sand, Mechanical strength, Thermal properties

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "Peningkatan Kuat Mekanis dan Sifat Termal Bata Tahan Api Berbasis Kaolin dan Pasir Zirkon". Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Program Studi Kimia FMIPA Universitas Tanjungpura. Selama proses penulisan skripsi ini, penulis mengalami hambatan dan kesulitan, namun dengan adanya bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung maka penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan saudari kandung penulis yang telah memberikan doa, dukungan serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Gusrizal, S.Si, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.
3. Dr. Andi Hairil Alimuddin, S.Si, M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.
4. Dr. Winda Rahmalia, S.Si, M.Si., selaku Koordinator Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.
5. Dr. Anis Shofiyani, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing pertama dalam tugas akhir yang senantiasa membimbing, memotivasi dan memberikan saran selama masa penelitian hingga terselesaikan skripsi ini.
6. Dr. M. Agus Wibowo, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua dalam tugas akhir dan selaku pembimbing akademik yang telah memberikan ilmu pengetahuan, arahan, motivasi, dukungan dan bimbingan selama masa perkuliahan berlangsung.
7. Prof. Rudiyansyah, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku kepala laboratorium yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan kegiatan penelitian di Laboratorium.
8. Yoga Pratama, S.Si., M.Si, dan Titiek Lestari, S.Si., M.Si selaku laboran yang

telah banyak membantu dalam proses penelitian ini.

9. Seluruh dosen kimia dan civitas akademik FMIPA Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu pengetahuan, fasilitas dan pelayanan akademik yang sangat baik kepada penulis.
10. Teman-teman penulis yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Pontianak, 2 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK.....iii
Abstrak.....iv
Abstract.....v
PRAKATA.....vi
DAFTAR ISI.....viii
DAFTAR TABEL.....x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN.....1
1.1 Latar Belakang..... 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian..... 4
1.4 Manfaat Penelitian..... 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Bata Tahan Api 5
2.2 Kaolin 6
2.3 Pasir Zirkon 7
2.4 Sifat Fisik Bata sebagai Bahan Bangunan..... 9
2.5 Faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Bata sebagai Bahan Bangunan..12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 14
3.2 Alat dan Bahan 14
3.3 Rancangan Percobaan..... 14
3.4 Cara Kerja.....15
3.4.1 Preparasi Sampel Kaolin dan Pasir Zirkon.....15
3.4.2 Pembuatan Bata Tahan Api dari Kaolin dan Pasir Zirkon.....15
3.4.2.1 Pengaruh Komposisi Penyusun Bata Tahan Api.....15

3.4.2.2 Pengaruh Waktu *Curing*.....16
3.4.3 Karakterisasi Bata Tahan Api Hasil Sintesis 17
3.4.3.1 Uji Kuat Tekan 17
3.4.3.2 Uji Densitas dan Porositas.....17
3.4.3.3 Uji Konduktivitas Termal.....18
3.4.3.5 Analisis Morfologi Permukaan.....18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 20
4.1 Preparasi Sampel Kaolin dan Pasir Zirkon..... 20
4.2 Sifat Mekanis Bata dari Kaolin dan Pasir Zirkon..... 22
4.2.1 Kuat Tekan 24
4.2.2 Densitas dan Porositas.....28
4.3 Sifat Termal Bata dari Kaolin dan Pasir Zirkon 32
4.4 Morfologi Permukaan Bata Tahan Api dari Kaolin dan Pasir Zirkon 35
BAB IV SIMPULAN..... 39
5.1 Simpulan..... 39
5.2 Saran..... 39
DAFTAR PUSTAKA.....39
LAMPIRAN.....46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kuat Tekan Bata untuk Pasang Dinding.....10
Tabel 3.1 Variasi Komposisi Spesimen Uji.....16
Tabel 4.1 Hasil Kuat Tekan Spesimen Bata Tahan Api pada Variasi Waktu *Curing*.....24
Tabel 4.2 Hasil Uji Densitas Bata Tahan Api Hasil Penelitian.....28
Tabel 4.3 Hasil Uji Porositas Bata Tahan Api Hasil Penelitian.....30
Tabel 4.4 Uji Konduktivitas Termal Bata Tahan Api dibandingkan dengan Bata Tanah Liat.....33
Tabel 4.5 Klasifikasi Bata Tahan Api Berdasarkan Nilai Konduktivitas Termal.34
Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Konduktivitas Termal Bata pada Beberapa Penelitian.....35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bata Tahan Api.....6
Gambar 2.2 Kaolin.....7
Gambar 2.3 Pasir Zirkon.....9
Gambar 4.1 Hasil Analisis XRD Kaolin.....20
Gambar 4.2 Hasil Analisis XRD Pasir Zirkon.....21
Gambar 4.3 Morfologi Permukaan Bata yang dibuat dari Kaolin:Pasir Zirkon dengan Perbandingan Spesimen.....36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....46
Lampiran 2. Perhitungan.....49

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kalimantan Barat merupakan salah satu wilayah dengan ekosistem gambut terluas di Indonesia. Lahan gambut memiliki daya dukung yang rendah dan rentan mengalami kebakaran terutama pada puncak musim kemarau. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, pada tahun 2023 terdapat 72 kasus kebakaran yang terjadi di Kalimantan Barat. Kasus ini merupakan kasus bencana alam yang paling banyak terjadi dibandingkan jenis bencana alam lainnya. Kebakaran di lahan gambut tidak hanya merusak lingkungan, namun juga berpotensi merusak bangunan pemukiman warga akibat penyebaran api yang sulit dikendalikan. Salah satu upaya untuk mengurangi resiko dampak kerusakan akibat kebakaran adalah pembuatan struktur bangunan yang relatif tahan api.

Salah satu bahan utama dalam pembangunan rumah adalah bata. Bata memiliki sifat ketahanan yang baik sehingga merupakan material utama dalam membuat bangunan. Bata merupakan material refraktori (Darmo, 2023) yang dapat bertahan dan tidak terbakar hingga suhu 500℃. Bahan dasar penyusun bata terdiri dari lempung tanah liat 50-60%, pasir 35-50%, dan air. Secara kimia, komposisi penyusun bata terdiri dari silika (SiO_2) 60,6%, alumina (Al_2O_3) 19,2%, besi oksida (Fe_2O_3) 8,1%, kalsium oksida (CaO) 2,5%, dan magnesium oksida (MgO) 2,9% (Haris, 2020).

Bata umumnya terbuat dari lempung tanah liat, pasir, dan air sebagai bahan dasar utama. Tanah liat adalah campuran mineral yang terbentuk dari pelapukan batuan silikat dan berwarna kemerahan. Komposisi kimia tanah liat berupa silika (SiO_2) 50%, alumina (Al_2O_3) 20%, dan besi (Fe_2O_3) 7% (Sufriadin *et al*., 2024). Pasir yang digunakan dalam pembuatan bata umumnya adalah pasir sungai yaitu pasir alami yang berasal dari sungai dan memiliki butiran halus serta tekstur yang lengket dan mengandung silika (SiO_2) 36,9%, sulfur (SO_3) 28,5%, kalsium karbonat ($CaCO_3$) 11,6%, besi (Fe_3O_4) 8,4% dan (Fe_2O_3) 5,3% (Rahmanto and

Wulandari, 2020). Bata yang selama ini digunakan sebagai bahan bangunan umumnya memiliki kekuatan mekanis rendah, densitas rendah, dan porositas tinggi (Solechan and Kiswanto, 2018). Sifat porositas tinggi ini dapat memerangkap kelembapan yang menguap saat terkena panas tinggi, mengakibatkan tekanan internal, keretakan dan mempercepat kerusakan struktur (Ukpata *et al*., 2023).

Kelemahan bata konvensional dalam hal sifat mekanis dan termal dapat diperbaiki dengan pembuatan bata tahan api. Material pembuatan bata tahan api dapat dilakukan dengan kaolin dan pasir zirkon. Kaolin sebagai pengganti lempung tanah liat, pasir zirkon sebagai pengganti pasir. Kaolin umumnya mengandung aluminium silikat hidrat ($Al_2O_3.SiO_2.2H_2O$) 10-95%, silika (SiO_2) 46,54%, alumina (Al_2O_3) 39,50%, dan besi (Fe_2O_3) 1% (Kamila, 2021) yang artinya kaolin memiiliki kandungan pengotor yang lebih rendah dibandingkan tanah liat. Kaolin atau mullit (produk akhir dari pemanasan kaolin) memiliki titik leleh 1750^oC, yang lebih tinggi dibanding titik leleh tanah liat 900^oC (Sufriadin *et al*., 2024). Pasir zirkon mengandung zirkonium dioksida (ZrO_2) 58,66%, silika (SiO_2) 30,76%, alumina (Al_2O_3) 1,33%, dan besi (Fe_2O_3) 1,21% (Sari *et al*., 2023). Pasir zirkon memiliki titik leleh sangat tinggi hingga 2550^oC sementara pasir sungai memiliki titik leleh 1700^oC. Sifat ini membuat pasir zirkon memiliki koefisien ekspansi rendah sehingga bersifat stabil terhadap kejutan termal dibandingkan pasir sungai yang memiliki koefisien ekspansi tinggi, sehingga mudah retak pada suhu ekstrem (Sari *et al*., 2023; Fedorov and Yarotskaya, 2021).

Penelitian-penelitian tentang bata tahan api sudah dilakukan, antara lain oleh Handoko and Pujarianto (2024) dengan memanfaatkan kaolin, *fly ash*, dan pasir kuarsa. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan pasir kuarsa dengan lima variasi komposisi. Komposisi yang terbaik dari karakteristik densitas, konduktivitas panas dan kuat tekan adalah komposisi pasir kuarsa 10%. Penelitian mengenai bata tahan api juga pernah dilakukan oleh Adeosun *et al*. (2016) yang memanfaatkan kaolin, bijih besi, dan *plastic clay*. Hasil yang didapatkan yaitu bata dengan ukuran 425 μm memiliki kepadatan tertinggi sebesar 2,23 g/cm^3, sedangkan bata dengan 500 μm memiliki kepadatan terendah 2,00 g/cm^3 serta memiliki kadar air yang sangat rendah 10-23%. Penelitian yang lain

dilakukan oleh Handoko *et al*. (2024) yang memanfaatkan kaolin, *fly ash*, pasir kuarsa, dan asbes. Penelitian tersebut mempelajari pengaruh penambahan serat asbes. Penambahan serat asbes pada campuran kaolin, *fly ash* dan pasir kuarsa dapat menurunkan konduktivitas termal bata dengan penambahan serat asbes dapat mengurangi panas sehingga membantu mengurangi transfer panas melalui material bata tahan api untuk menjaga stabilitas suhu. Penelitian yang sudah dilakukan umumnya memanfaatkan bahan- bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas bata tahan api.

Cara efektif untuk meningkatkan sifat tahan api dan kekuatan mekanis bata adalah dengan menambahkan material yang memiliki stabilitas termal tinggi. Pasir zirkon dikenal mampu meningkatkan ketahanan terhadap suhu ekstrem dan kekuatan struktural (ElKhatib *et al*., 2024). Menurut Manullang *et al*. (2021) zirkonia memiliki koefisien ekspansi termal yang rendah. Hal ini berarti material yang mengandung zirkon lebih stabil dalam kondisi suhu tinggi dan lebih sedikit mengalami perubahan bentuk atau kerusakan akibat perubahan suhu. Di sisi lain bata yang dibuat dari kaolin memiliki sifat plastis yang rendah dibandingkan tanah liat. Produk yang dihasilkan akan lebih padat atau mempunyai densitas lebih tinggi, sehingga kekuatan mekanisnya meningkat. Kombinasi bata dari kaolin dan pasir zirkon diharapkan mampu meningkatkan sifat termal dan mekanisnya (Pasi *et al*., 2020).

Umumnya bata dibuat dari tanah liat atau tanah lempung dengan stabilitas dan kekuatan yang terbatas, terutama untuk diaplikasikan pada daerah yang rawan kebakaran. Penggunaan kaolin dan pasir zirkon Kalbar sebagai bahan bata tahan api relatif belum banyak dijumpai pustakanya sehingga perlu diteliti bagaimana pengaruh penambahan pasir zirkon terhadap sifat fisik bata tahan api yang dihasilkan. Variabel yang dipelajari yaitu komposisi dan waktu *curing*. Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai bata tahan api berbasis kaolin dan pasir zirkon. Hasil dari penelitian ini akan diimplementasikan sebagai dasar pengembangan bata tahan api.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh komposisi kaolin dan pasir zirkon pada pembuatan bata terhadap nilai stabilitas termal dan kekuatan mekanis yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh waktu *curing* terhadap nilai stabilitas termal dan kekuatan mekanis yang dihasilkan?
3. Bagaimana morfologi permukaan bata tahan api hasil sintesis?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh komposisi kaolin dan pasir zirkon pada pembuatan bata terhadap nilai stabilitas termal dan kekuatan mekanis yang dihasilkan.
2. Mengetahui pengaruh waktu *curing* terhadap nilai stabilitas termal dan kekuatan mekanis yang dihasilkan.
3. Mengetahui morfologi permukaan bata tahan api hasil sintesis.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu memberikan informasi ilmiah tentang pemanfaatan bahan alam khas Kalimantan Barat sebagai material bangunan yang mempunyai sifat mekanis dan termal tinggi, yang dapat diterapkan untuk kondisi lingkungan masyarakat Kalimantan Barat.