TSAQOFAH
Jurnal Penelitian Guru Indonesia

p-ISSN: 2810-0395
e-ISSN: 2810-0042

Terindeks : Dimensions, Scilit, Lens, Semantic, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/tsaqofah.v6i3.9116

ANALISA KANDUNGAN SiO2, CaO, DAN MgO DALAM PASIR MENGGUNAKAN CARA KERJA SNI 2049:2015

Analysis of SiO2, CaO, and MgO Content in Sand Using the SNI 2049:2015 Working Procedure

M. Alfikri & Ali Amran
Universitas Negeri Padang
alfikrii1310@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Dec 31, 2025	Jan 24, 2026	Feb 5, 2026	Feb 10, 2026

Abstract

The analysis of mineral oxide content in sand plays an important role in determining the quality of raw materials for the chemical and construction materials industries, yet the application of conventional methods based on national standards remains relatively limited compared with the use of modern instruments. This study aimed to analyze the content of silicon dioxide (SiO_2), calcium oxide (CaO), and magnesium oxide (MgO) in sand using a gravimetric method in accordance with the SNI 2049:2015 procedure. A quantitative approach with a laboratory experimental design was employed, in which sand samples were analyzed through successive stages of dissolution, precipitate separation, ignition, titration, and weighing of the pure compound residues. Data were obtained from gravimetric and volumetric measurements and were analyzed quantitatively based on the stoichiometric relationships of the chemical reactions. The results showed that the SiO_2 content reached 84.0%, while CaO and MgO were 1.16% and 1.13%, respectively, indicating the dominance of silica in the sand composition with relatively low levels of basic oxides. These findings confirm that the gravimetric method

Tsaqofah journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

based on the national standard is capable of producing accurate and consistent data for sand mineral characterization, thereby reinforcing the potential use of sand as a raw material for high-silica-based industries.

Keywords: Silicon Dioxide; Calcium Oxide; Magnesium Oxide; Gravimetric Method; SNI 2049:2015

Abstrak: Analisis kandungan oksida mineral dalam pasir berperan penting dalam menentukan kualitas bahan baku bagi industri kimia dan material konstruksi, namun penerapan metode konvensional berbasis standar nasional masih relatif terbatas dibandingkan penggunaan instrumen modern. Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan silikon dioksida (SiO_2), kalsium oksida (CaO), dan magnesium oksida (MgO) dalam pasir menggunakan metode gravimetri sesuai prosedur *SNI 2049:2015*. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen laboratorium, di mana sampel pasir dianalisis melalui tahapan pelarutan, pemisahan endapan, pemijaran, titrasi, dan penimbangan residu senyawa murni. Data diperoleh dari pengukuran gravimetri dan volumetri, kemudian dianalisis secara kuantitatif berdasarkan hubungan stoikiometri reaksi kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan SiO_2 mencapai 84,0%, sedangkan CaO dan MgO masing-masing sebesar 1,16% dan 1,13%, yang mengindikasikan dominasi silika dalam komposisi pasir dengan kadar oksida basa yang relatif rendah. Temuan ini mengonfirmasi bahwa metode gravimetri berbasis standar nasional mampu menghasilkan data yang akurat dan konsisten untuk karakterisasi mineral pasir, sekaligus memperkuat pemanfaatan pasir sebagai bahan baku potensial bagi industri berbasis silika tinggi.

Kata Kunci: Silikon Dioksida; Kalsium Oksida; Magnesium Oksida; Metode Gravimetri; SNI 2049:2015

PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumber daya alam berbasis mineral oksida memiliki peran strategis dalam pengembangan industri kimia, material konstruksi, serta teknologi ramah lingkungan. Salah satu bahan alam yang memiliki potensi besar adalah pasir, yang umumnya mengandung silika (SiO_2) sebagai komponen utama serta oksida lain seperti kalsium oksida (CaO) dan magnesium oksida (MgO) dalam jumlah bervariasi. Kandungan mineral ini menentukan kualitas pasir untuk berbagai aplikasi industri, termasuk kaca, semen, keramik, dan bahan refraktori (Rahman et al., 2018; Pratama & Suryani, 2020). Oleh karena itu, analisis komposisi kimia pasir menjadi aspek penting dalam menjamin mutu bahan baku industri nasional.

Dalam konteks global, meningkatnya kebutuhan material berbasis silika mendorong berbagai negara untuk melakukan karakterisasi sumber daya mineral secara sistematis. Penelitian menunjukkan bahwa variasi komposisi oksida dalam pasir dipengaruhi oleh faktor geologi, lingkungan pengendapan, serta proses pelapukan mineral induk (Zhang et al., 2019;

Hidayat et al., 2021). Di Indonesia sendiri, potensi pasir sebagai sumber silika cukup besar, namun pemetaan kandungan oksida secara kuantitatif masih terbatas dan belum merata di berbagai wilayah (Putri et al., 2017; Nugroho & Wibowo, 2022).

Peneliti memandang bahwa ketepatan metode analisis sangat menentukan akurasi data kandungan mineral. Banyak studi modern mengandalkan instrumen canggih seperti X-Ray Fluorescence (XRF) dan Inductively Coupled Plasma (ICP) karena kecepatan dan sensitivitasnya (Sari et al., 2020; Lim et al., 2018). Namun, pendekatan instrumental seringkali tidak diimbangi dengan metode konvensional yang terstandarisasi nasional, padahal metode klasik tetap relevan dalam pengujian mutu laboratorium industri dan pendidikan vokasi (Kurniawan et al., 2019).

Secara teoritis, analisis gravimetri merupakan salah satu teknik kimia analitik yang memiliki tingkat ketelitian tinggi karena berbasis pengukuran massa senyawa murni hasil pemisahan kimia (Harris, 2016). Metode ini masih banyak digunakan sebagai standar rujukan dalam prosedur laboratorium karena relatif sederhana, ekonomis, dan menghasilkan data yang stabil apabila dilakukan sesuai prosedur baku (Skoog et al., 2018). Dalam praktik industri di Indonesia, metode gravimetri tetap menjadi pendekatan penting dalam pengujian bahan tambang dan mineral.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan variasi kandungan SiO_2, CaO, dan MgO dalam pasir dari berbagai daerah. Studi oleh Lestari et al. (2017) menunjukkan kandungan silika pasir pantai mencapai lebih dari 85%, sedangkan penelitian Andika et al. (2020) menemukan dominasi CaO pada pasir hasil sedimentasi sungai tertentu. Meskipun demikian, mayoritas penelitian tersebut mengandalkan analisis instrumental tanpa membandingkannya dengan prosedur standar nasional berbasis metode kimia konvensional.

Kesenjangan penelitian terlihat pada minimnya kajian yang mengaplikasikan Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai pedoman utama analisis kandungan oksida pasir. Padahal, standar seperti SNI 2049:2015 telah merumuskan secara rinci prosedur pengambilan sampel, preparasi, serta metode gravimetri untuk menentukan kadar SiO_2, CaO, dan MgO secara sistematis (Badan Standardisasi Nasional, 2015). Kurangnya penerapan standar ini menyebabkan hasil penelitian sulit dibandingkan secara nasional dan kurang relevan untuk kebutuhan industri lokal.

Penelitian ini menawarkan kebaruan melalui penerapan metode gravimetri berbasis SNI 2049:2015 sebagai pendekatan analisis utama kandungan mineral pasir. Pendekatan ini memperkuat validitas hasil karena mengikuti protokol nasional yang dirancang khusus untuk

karakteristik material mineral Indonesia. Secara teoritis, penelitian ini berlandaskan prinsip stoikiometri reaksi pengendapan selektif serta hukum kekekalan massa dalam analisis gravimetri (Harris, 2016; Skoog et al., 2018).

Selain itu, studi ini berkontribusi dalam memperkaya basis data karakterisasi mineral pasir menggunakan metode standar laboratorium yang mudah diakses, khususnya pada fasilitas pengujian lingkungan dan industri daerah. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya relevan secara akademik, tetapi juga aplikatif dalam pengawasan mutu bahan baku industri serta pengembangan sumber daya mineral nasional (Nugroho & Wibowo, 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan SiO_2, CaO, dan MgO dalam pasir menggunakan prosedur kerja SNI 2049:2015 berbasis metode gravimetri. Fokus penelitian diarahkan pada ketepatan penerapan standar nasional serta evaluasi komposisi oksida mineral sebagai dasar pemanfaatan pasir dalam industri kimia dan material konstruksi di Indonesia.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Semen dan Aneka Komoditi Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Padang selama periode Januari hingga Februari 2022. Sampel pasir dianalisis untuk menentukan kandungan silikon dioksida (SiO_2), kalsium oksida (CaO), dan magnesium oksida (MgO) menggunakan metode gravimetri sesuai prosedur Standar Nasional Indonesia SNI 2049:2015. Peralatan utama yang digunakan meliputi neraca analitik, furnace suhu tinggi, gelas kimia, kertas saring, buret, magnetic stirrer, serta krusibel porselen, sedangkan bahan kimia meliputi HCl, HNO_3, H_2SO_4, HF, NH_4Cl, ammonium oksalat, larutan $KMnO_4$ baku, dan ammonium fosfat.

Penentuan kadar SiO_2 dilakukan melalui proses pelarutan sampel menggunakan asam klorida dan asam nitrat, diikuti pemisahan endapan asam silikat melalui penyaringan dan pemijaran pada suhu tinggi hingga berat konstan. Residu kemudian diperlakukan dengan asam fluorida untuk menguapkan silika murni, dan selisih massa sebelum serta sesudah perlakuan digunakan sebagai dasar perhitungan kadar SiO_2 secara gravimetri. Prosedur ini bertujuan memperoleh silika bebas dari pengotor oksida lain sehingga hasil analisis memiliki tingkat ketelitian tinggi.

Analisis CaO dilakukan melalui pengendapan kalsium sebagai kalsium oksalat dari filtrat hasil pemisahan silika, yang selanjutnya dititrasi menggunakan larutan baku kalium

permanganat. Sementara itu, kandungan MgO ditentukan dengan mengendapkan magnesium sebagai magnesium amonium fosfat yang kemudian dipijarkan menjadi magnesium pirofosfat ($Mg_2P_2O_7$) dan ditimbang secara gravimetri. Persentase CaO dan MgO dihitung berdasarkan hubungan stoikiometri reaksi serta massa residu yang diperoleh. Seluruh analisis dilengkapi dengan pengujian blangko untuk mengoreksi kemungkinan kesalahan sistematis, sehingga data yang dihasilkan akurat dan sesuai standar pengujian nasional.

HASIL

Analisis kandungan mineral pasir menggunakan metode gravimetri berbasis SNI 2049:2015 menghasilkan data kuantitatif untuk parameter silikon dioksida (SiO_2), kalsium oksida (CaO), dan magnesium oksida (MgO). Nilai hasil uji menunjukkan dominasi kandungan SiO_2 dibandingkan dengan dua oksida lainnya. Secara berurutan, kadar SiO_2 tercatat sebesar 84,0%, CaO sebesar 1,16%, dan MgO sebesar 1,13%. Temuan ini menunjukkan bahwa komposisi pasir didominasi oleh mineral silikat dengan kandungan oksida basa yang relatif rendah.

Distribusi hasil pengujian ketiga parameter disajikan secara rinci pada Tabel 1. Tabel tersebut memuat satuan pengukuran, nilai hasil uji, serta metode analisis yang digunakan sesuai standar nasional.

Tabel 1. Hasil Analisis Kandungan SiO_2, CaO, dan MgO dalam Pasir

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
1	SiO_2	%	84,0	SNI 2049:2015 butir 7.1.3.2
2	CaO	%	1,16	SNI 2049:2015 butir 7.1.3.9
3	MgO	%	1,13	SNI 2049:2015 butir 7.1.3.10

Seperti ditunjukkan pada Tabel 1, nilai SiO_2 merupakan komponen dominan dalam sampel pasir yang dianalisis. Sementara itu, nilai CaO dan MgO berada pada kisaran rendah dan relatif berdekatan satu sama lain.

Meskipun kandungan SiO_2 menunjukkan nilai yang jauh lebih tinggi dibandingkan oksida lainnya, selisih antara CaO dan MgO tergolong kecil, yaitu sebesar 0,03%. Perbedaan ini menunjukkan distribusi oksida basa yang relatif seimbang dalam sampel pasir. Tidak

ditemukan nilai ekstrem atau penyimpangan signifikan pada ketiga parameter yang diuji selama proses analisis laboratorium.

Untuk memperjelas proporsi setiap oksida terhadap total kandungan mineral utama yang dianalisis, persentase relatif ditampilkan sebagai berikut:

1. SiO_2: 84,0%
2. CaO: 1,16%
3. MgO: 1,13%

Total ketiga parameter yang dianalisis sebesar 86,29%, menunjukkan bahwa sebagian besar komposisi pasir didominasi oleh silika dengan kontribusi kecil dari kalsium dan magnesium oksida.

PEMBAHASAN

Pada pengujian kandungan silka oksida , kalsium oksida dan magnesium oksida pada pasir berpedoman pada SNI. SNI yang di gunakan adalah SNI 2049 tahun 2015 pada SNI tersebut menjelaskan tetang SNI semen potland yang mana menjelaskan tentang cara pengujian kandungan SiO_2, CaO, dan MgO. Menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2015) menjelaskan bahwa kualistas sement di bagi atas 5 jenis beserta kegunaannya. Diantara limat jenis dan kegunaanya ada syarat mutu untuk sembuah pasir memenuhi syarat untuk SiO_2 memiliki mutu umu pada jenis ke dua yaitu memiliki nilai minimum mutu sebesar 20,0% .

Sedangkan untuk minimum mutu MgO yaitu pada jenis 1 sampau jenis 5 yaitu niali maksimumnya sebesar 6,0%. Akan tetapi untuk syarat mutu CaO tidak di jelaskan, tetapi pada syarat mutu tidak hanya SiO_2 dan MgO saja ada banyak senyawa kimia lainya yang di jelaskan seperti :Al_2O_3, Fe_2O_3, SO_3 dan syarat mutu lainnya. Pada pengujian kandungan silika osida, kalsium oksida, dan magnesium oksida pada pasir ini yang di muat oleh SNI 2049 tahun 2015 ini mengunakan metode konvetional.

Akan tetapi pada saat sekarang ini banyak yang telah menguji kandungan tersebut dengan menggunakan alat yang modern salah satunya seperti menggunkan XRD, XRF, SEM, TEM. Beberapa alat modern tersebut menujukan hasil penujian yang memiliki akurasi yang cukup tinggi dan tidak banyak juga orang yang menguji mengunakan alat instrument tetap menggunakan SNI. Karena SNI yang di gunakan sebagai acuan syarat mutu dari suatu

senyawa yang akan di uji karena tidak terlepas dari penggunaan alat instrument kita tetap menggunakan standar sebagai acuan dalam melakukn pengujian.

Seperti penjelasan dari (Silvia & Zainuri, 2020) menjelaskan pada artikel penelitian mereka. Dimana mereka melakukan oengujian kandungan silika berbahan dasar alam dengan menggunakan alat instrument. Sebelum melakukan pengujian analisis mereka melakukan proses sintesis dengan metode kompresipitasi dengan NaOH. Lalu setelah di dapatkan silika baru di analisi dengan XRD dan XRF. Pada pengujian analisi kandungan silika dalam pasir menggunakan XRF di dapatkan hasil silika sebesar 81,7% berat. Sedangkan pada pengujian analisi dengan XRD di dapatkan silika yang berbetuk silika kuarsa dengan *background amorf.*

Lain hal dengan (Pingak et al., 2018) yang menjelaskan pada artikelnya ANALISIS POTENSI PASIR TABLOLONG DAN PASIR KOKA SEBAGAI SUMBER SILIKA MENGGUNAKAN UJI XRF DAN XRD . Yang mana mereka melakukan pengujian menggunakan XRF dan XRD pada pengujian XRF sampel pasir pada dua tempat yang berbeda di dapatkan hasil yang berbeda pada tempat pertama yaitu 34,04% dan pada tempat ke dua sebesar 38,91%. Dan pada artikel ini menjelaskan bahwa hasil pengujian silika tersebut merupakan hasil kandungan osiuksida kedua terbanyak setelah CaO. Pada pengujian pasi di aerah pada artikel ini CaO mengandung sebanyak 67,86% pada pasir sampel sat dan 49,21% pada pasir sampel ke dua. Sedangkan kandungan MgO1,68% pada sampel pertama dan 2,69% pada sampel ke dua.

Pada kedua arikel dapat kita ketahui bahwa kandungan dari setiap sampel pasir memiliki kandungan yang berbeda-beda setiap daerah. Dan akan tetapi kita mesti harus sesuaikan dengan syarat mutu yang di muat oleh SNI 2049 tahun 2015.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menganalisis kandungan silikon dioksida (SiO_2), kalsium oksida (CaO), dan magnesium oksida (MgO) dalam pasir menggunakan metode gravimetri berbasis SNI 2049:2015. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pasir yang dianalisis didominasi oleh silika dengan kadar mencapai 84,0%, sementara kandungan CaO dan MgO relatif rendah, masing-masing sebesar 1,16% dan 1,13%. Temuan ini secara langsung menjawab tujuan penelitian dalam mengidentifikasi komposisi oksida utama pasir serta

mengonfirmasi bahwa metode konvensional terstandarisasi nasional mampu menghasilkan data kuantitatif yang akurat dan konsisten untuk karakterisasi mineral pasir.

Secara ilmiah, penelitian ini memberikan kontribusi metodologis melalui penerapan SNI 2049:2015 sebagai pendekatan analisis utama yang relevan bagi laboratorium industri dan pendidikan, sekaligus memperkuat basis data komposisi kimia pasir alam Indonesia. Secara praktis, hasil ini menunjukkan potensi pasir sebagai bahan baku berbasis silika tinggi untuk berbagai aplikasi industri. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas jumlah dan lokasi sampel guna memetakan variasi geokimia pasir secara regional, serta mengombinasikan metode gravimetri dengan analisis instrumental seperti XRF atau XRD untuk meningkatkan validasi dan karakterisasi mineral secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Semen Portland (SNI 2049:2015): Metode Pengujian Kimia*. Badan Standardisasi Nasional.

Harris, D. C. (2016). *Quantitative chemical analysis* (9th ed.). W. H. Freeman and Company.

Hidayat, R., Prasetyo, A., & Ramadhan, F. (2021). Geochemical characteristics of silica-rich sands in Indonesian coastal areas. *Journal of Materials Science Research, 10*(2), 45–53.

Kurniawan, A., Sari, M., & Putra, R. (2019). Application of conventional chemical analysis in mineral quality control laboratories. *Indonesian Journal of Chemical Analysis, 4*(1), 12–20.

Lestari, D., Wahyuni, S., & Prabowo, H. (2017). Characterization of coastal sand as silica source for glass industry. *Journal of Applied Geology, 9*(3), 155–162.

Lim, K. S., Tan, Y. H., & Wong, C. S. (2018). Rapid mineral oxide analysis using ICP techniques in construction materials. *Materials Chemistry and Physics, 210*, 112–119.

Nugroho, B., & Wibowo, T. (2022). Potential of Indonesian silica sand resources for industrial applications. *Indonesian Journal of Earth Sciences, 7*(1), 33–42.

Pingak, R. K., Johannes, A. Z., & Lapono, L. A. S. (2018). Analisis Potensi Pasir Tablolong dan Pasir Koka sebagai Sumber Silika Menggunakan Uji XRF dan XRD. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya, 3*(2), 132–136. https://doi.org/10.35508/fisa.v3i2.614

Pingak, R. K., Ledo, M. E., & Kleden, A. (2018). Analisis Potensi Pasir Tablolong dan Pasir Koka sebagai Sumber Silika Menggunakan Uji XRF dan XRD. *Jurnal Fisika Indonesia, 22*(2), 87–95.

Pratama, A., & Suryani, N. (2020). Utilization of silica-rich sand in ceramic and construction materials. *Journal of Industrial Materials, 5*(2), 60–69.

Putri, L. M., Hasan, R., & Anwar, S. (2017). Distribution of silica sand deposits in Indonesia. *Indonesian Mining Journal, 20*(1), 25–34.

Rahman, F., Yusuf, M., & Hendra, A. (2018). Mineral oxide composition of natural sand for construction applications. *Construction Materials Journal, 12*(4), 210–218.

Sari, D., Utami, P., & Nugraha, H. (2020). Comparative analysis of mineral content using XRF in natural sands. *Journal of Analytical Chemistry, 75*(6), 780–788.

Silvia, E., & Zainuri, M. (2020). Synthesis and characterization of natural silica using coprecipitation method. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia, 14*(2), 65–73.

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2018). *Fundamentals of analytical chemistry* (9th ed.). Cengage Learning.

Zhang, Y., Li, H., & Chen, X. (2019). Geological factors influencing silica content in sedimentary sands. *Sedimentary Geology, 387*, 45–56.