

PENGARUH PENAMBAHAN KAOLINITE LOKAL KABUPATEN JOMBANG PADA *REFRACTORY BRICKS* TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIS

Elly Indahwati¹, Noer Af'idah², Dian Anisa Rokhmah Wati³

¹Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Unhasy

²Prodi Pendidikan IPA, Fakultas Ilmu Pendidikan, Unhasy

³Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Unhasy

E-mail : ellyindahwati31@gmail.com¹

Abstrak

Kabupaten Jombang memiliki banyak sumber daya mineral, salah satunya adalah kaolinite. Kaolinite asal Kabupaten Jombang ini telah berhasil disintesis menjadi *refractory bricks* menggunakan pembakaran rentang suhu 900°C-1100°C kemudian dikaji karakteristik mekanisnya. Karakteristik mekanis dikaji melalui uji Kuat Tekan (*Cold Crushing Strength*) dan porositas. Hasil penelitian diperoleh bahwa komposisi bahan dengan sifat mekanis terbaik ada pada penambahan kaolinite lokal dalam jumlah dengan prosentase 0% dan 10%. Sifat mekanis ini terlihat dari adanya peningkatan nilai Kuat Tekan (*Cold Crushing Strength*) dan penurunan nilai porositas. Analisis perhitungan Kuat Tekan pada sampel dengan kandungan kaolinite sebesar 0% yakni sebesar 77,73 Mpa. Sedangkan perhitungan porositasnya diperoleh nilai sebesar 0,261%.

Kata kunci: kaolinite, lokal, *refractory bricks*, mekanis.

Abstract

Jombang Regency has many mineral resources, one of which is kaolinite. Kaolinite from Jombang Regency has been successfully synthesized into *refractory bricks* using combustion in the 900oC-1100oC temperature range then its mechanical characteristics are studied. The mechanical characteristics were assessed through the *Cold Crushing Strength* and porosity tests. The results showed that the composition of the material with the best mechanical properties was the addition of local kaolinite in an amount with a percentage of 0% and 10%. This mechanical property can be seen from an increase in the value of cold crushing strength and a decrease in the value of porosity. Analysis of the calculation of compressive strength in a sample with a kaolinite content of 0% which is equal to 77.73 Mpa. While the calculation of the porosity obtained a value of 0.261%.

Keywords: kaolinite, local, *refractory bricks*, mechanical.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri kecil menengah saat ini telah mendorong laju pemakaian tungku furnace. Furnace Industri memerlukan penggunaan bata tahan api (*refractory bricks*). Saat ini, pembuatan bata tahan api membutuhkan waktu pengeringan 3-6 hari tergantung suhu udara dan sinar matahari. Tingginya permintaan *refractory bricks* maka perlu dilakukan penyingkatan waktu produksi. Kabupaten Jombang terbagi menjadi 3 bagian yakni bagian Utara, Tengah dan Selatan. Bagian Utara wilayah kabupaten Jombang memiliki topografi tanah terluas berjenis lempung dengan kadar silika tinggi, sehingga kurang baik dijadikan sebagai lahan pertanian. Wilayah bagian utara tersebut meliputi Kecamatan Plandaan, Kecamatan Kabuh, Kecamatan Ploso, Kecamatan Kudu dan Kecamatan Ngusikan [1]. Tanah Lempung dengan kadar kaolinite dan ball clay yang cukup tinggi merupakan bahan yang sangat penting dalam pembuatan bata tahan api [2]. Hal ini berarti sumber daya alam wilayah Utara kabupaten Jombang sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku industri *refractory bricks*.

Pemakaian material lokal sebagai bahan baku *refractory* merupakan kebutuhan yang sangat penting. Kondisi ini menjadikan sebuah alasan ilmiah karena dapat menurunkan harga produksi dan mengurangi

ketergantungan bahan impor. Oarenwinda Jo dkk [3], menyatakan bahwa menggunakan lempung dengan kandungan kaolinite tinggi (>50%) yang berasal dari kota Delta, Nigeria menunjukkan material lokal tersebut memiliki karakteristik baik sebagai bahan *refractory*. Kaolinite memegang peranan yang cukup penting dalam pembuatan *refractory bricks*. Dalam penelitian Wisudawan (2013) menyebutkan bahwa kaolinite memiliki sifat daya hantar panas dan listrik yang rendah serta dapat menjadi pengikat struktur pori pada material penyusun bahan *refractory* [4] Oleh sebab itu diperlukan kajian dan penelitian secara mendalam mengenai potensii kaolinite lokal sebagai bahan baku daam pembuatan *refractory bricks*

2. DASAR TEORI

Refractory bricks merupakan salah satu jenis keramik yang mampu mempertahankan sifat mekanis, termal, dan kimiawinya dalam terpaan suhu yang sangat tinggi. Sifat mekanis ini yang membuat *refractory bricks* digunakan sebagai tungku peleburan logam dan gelas, tanur reduksi (kiln) pada industri semen, sistem pembangkit energi pada industry petrokimia dan industry kecil lainnya yang bergerak di bidang peleburan atau *furnace* [2]

2.1 Kaolinite

Merupakan lempung berwarna putih karena kandungan besi kurang dari 1%, berukuran partikel sederhana, kurang keliatannya/sifat plastis.



Gambar 1. Kaolinite
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2020)

Tanah liat jenis ini merupakan tanah liat yang paling penting dalam pembuatan keramik karena mempunyai sifat diantaranya:

- 1) Tidak terlalu plastis,
- 2) Kekuatan keringnya rendah,
- 3) Titik leburnya 1700 oC-1785oC,
- 4) Dalam keadaan kering berwarna putih,
- 5) Memberi warna putih pada masse badan keramik, dan
- 6) Setelah dibakar berwarna putih.

Rumus kimia kaolin sama dengan kaolinite yakni Al atau biasa disebut aluminium silika hidrat ($Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$). mempunyai perbandingan berat dari unsur-unsurnya yaitu:

- 47% oksida silinium (SiO_2)
- 35% oksida aluminium (Al_2O_3)
- 24% air (Faizah, 2016).

2.2 Kuat Tekan (*Cold Crushing Strength*)

Kuat tekan memperlihatkan kemampuan sebuah benda untuk menghambat terjadinya kegagalan pada saat benda mengalami beban kompresif (compressive load) dari suatu *refractory brick* dalam temperatur ruang. juga memiliki dampak yang besar terhadap *refractory insulating bricks*, dimana batu-bata memiliki poros dan bulk density yang harus dipertimbangkan agar memiliki brick refraktori yang kuat, sehingga akan lebih tahan terhadap adanya gaya impak yang berasal dari rods atau saat terjadinya proses pelepasan slag.. Uji kuat tekan ini juga dapat meningkatkan ketahanan terhadap abrasi. Namun, apabila nilai kuat tekan terlalu tinggi maka akan meningkatkan

kerapuhan dari brick tersebut, yang akan mengakibatkan premature spalling dalam kondisi operasi yang berat. Setelah dilakukan pengukuran, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Cold crushing strength} = \frac{W}{A_0}$$

where

W = total maximum load, in N; and

A_0 = mean area, in mm².



Gambar 2. Uji Kuat Tekan
 (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2020)

2.3 Porositas

Pengukuran porositas bertujuan untuk mengetahui persentase volume dari pori atau celah terhadap volume keseluruhan dari Refraktori. Bentuk porositas dapat berupa terbuka (open) dan tertutup (closed). Porositas terbuka dapat diklasifikasikan lebih lanjut lagi menjadi permeable dan impermeable. Nilai porositas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1) berikut ini :

$$\% \text{Porositas} = \frac{\text{Real Density} - \text{Apparent Density}}{\text{Real Density}} \times 100 \%$$

Porosit as dengan kadar 10-15% disebut rendah sedangkan kadar 20-25% merupakan tinggi.

Kadar porositas pada setiap *refractory bricks* dipengaruhi oleh :

- Pengontrolan tekstur dari bata (pengontrolan distribusi ukuran dari partikel)
- Penggunaan metode Green Manufacturing
- Pengaturan temperatur pembakaran dan suhu perendaman
- Kualitas dari raw material (adanya porositas yang melekat pada bahan baku) [5]

3. METODE PENELITIAN

Tahapan pembuatan sampel uji *refractory bricks* dengan menggunakan tambahan kaolinite lokal terdapat 2 tahapan yakni pencetakan dan pembakaran. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah liat yang diambil dari desa Mambang Kecamatan Plandaan, sedangkan kaolin diambil dari desa Mangunan Kecamatan Kabuh (kandungan kaolin 48%), sedangkan Fireclay diambil pemecahan Ballclay juga diambil dari desa Mangunan Kecamatan Kabuh. Setelah semua bahan tercampur, kemudian dicetak menggunakan cetakan kayu dengan ukuran (10x10x5). cm. Berikut ini adalah komposisi tanah liat, kaolin dan fireclay.

Tabel 1. Variasi Komposisi Kaolinite, Fire Clay, dan Tanah Liat

Kode Sampel	Kaolinite (%)	Fire clay (%)	Tanah Liat (%)
K ₀ F ₇₀ T ₃₀ (A)	0	70	30
K ₁₀ F ₆₀ T ₃₀ (B)	10	60	30
K ₂₀ F ₅₀ T ₃₀ (C)	20	50	30
K ₃₀ F ₄₀ T ₃₀ (D)	30	40	30
K ₄₀ F ₃₀ T ₃₀ (E)	40	30	30
K ₅₀ F ₂₀ T ₃₀ (F)	50	20	30
K ₆₀ F ₁₀ T ₃₀ (G)	60	10	30
K ₇₀ F ₀ T ₃₀ (H)	70	0	30

Setelah dicetak, sampel refractory bricks dikeringkan di bawah sinar matahari selama 12 jam, kemudian dibakar menggunakan furnace dengan suhu pembakaran divariasikan 900°C, 1000°C, 1100°C.

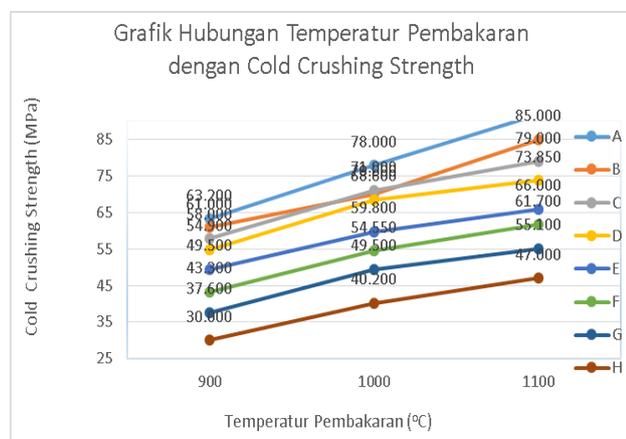
Pengukuran porositas (Apparent porosity) bertujuan untuk mengetahui persentase volume dari pori atau celah terhadap volume keseluruhan dari Refraktori. Bentuk porositas dapat berupa terbuka (open) dan tertutup (closed). Porositas terbuka dapat diklasifikasikan lebih lanjut lagi menjadi permeable dan impermeable. Nilai porositas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1) berikut ini :

..... (2.1)..

Porositas yang rendah mencegah bahan leleh menembus refraktori, Pada data dapat diketahui nilai porositas refraktori yang paling rendah pada sampel A dengan kandungan Kaolinite: Fireclay sebesar (0%:70%). Sedangkan porositas yang paling tinggi pada sampel H yakni dengan kandungan Kaolinite:Fireclay (70%, 0%). Menurut Faizah [2] dalam buku Modul Pelatihan Guru, sampel yang memiliki porositas yang rendah dapat mencegah bahan leleh menembus refraktori Sedangkan menurut, Sambyada dkk [5] dalam laporan komprehensif matakuliah Bahan Refraktori, sampel yang memiliki porositas paling tinggi akan menyebabkan kerusakan material dan menurunkan titik lebur material sehingga sampel ini sangat cocok digunakan sebagai pelapis (insulator) sumur atau bangunan perapian.

Hasil dan Pembahasan

Kuat tekan merupakan salah satu upaya untuk mengetahui tingkat hambatan suatu refraktori bricks dalam mengatasi kegagalan pada saat mengalami proses pembebanan yang dilakukan pada suhu ruang. Pada penelitian ini diperoleh besar nilai kuat tekan tertinggi paada sampel A dengan kadar Kaolinite dan Fireclay sebesar (0%:70%). Sedangkan nilai kuat tekan yang terendah pada sampel H yakni dengan kandungan Kaolinite:Fireclay (0%, 70%,.). Menurut Septriana dalam jurnal Metalurgi menyebutkan bahwa semakin besar nilai kuat tekan pada refractory bricks, semakin kuat refraktori tersebut dalam menahan beban dan abrasi akibat proses peleburan material.

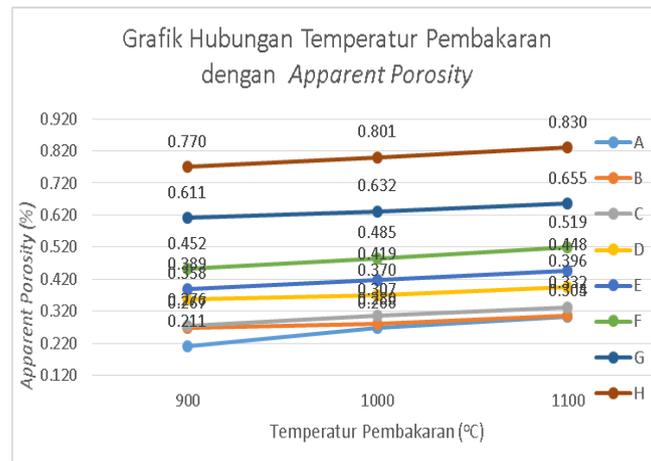


Gambar 3. Grafik Hubungan Temperatur Pembakaran dengan Crushing Strength

Pengukuran porositas (Apparent porosity) bertujuan untuk mengetahui persentase volume dari pori atau celah terhadap volume keseluruhan dari Refraktori. Bentuk porositas dapat berupa terbuka (open) dan tertutup (closed). Porositas terbuka dapat diklasifikasikan lebih lanjut lagi menjadi permeable dan impermeable. Nilai porositas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1) berikut ini :

$$\%Porositas = \frac{Real\ Density - Apparent\ Density}{Real\ Density} \times 100\ %$$

Porositas yang rendah mencegah bahan leleh menembus refraktori, Pada data dapat diketahui nilai porositas refraktori yang paling rendah pada sampel A dengan kandungan Kaolinite: Fireclay sebesar (0%:70%). Sedangkan porositas yang paling tinggi pada sampel H yakni dengan kandungan Kaolinite:Fireclay (70%, 0%). Menurut Faizah [2] dalam buku Modul Pelatihan Guru, sampel yang memiliki porositas yang rendah dapat mencegah bahan leleh menembus refraktori Sedangkan menurut, Sambyada dkk [5] dalam laporan komprehensif matakuliah Bahan Refraktori, sampel yang memiliki porositas paling tinggi akan menyebabkan kerusakan material dan menurunkan titik lebur material sehingga sampel ini sangat cocok digunakan sebagai pelapis (insulator) sumur atau bangunan perapian.



Gambar 4. Grafik Hubungan Temperatur Pembakaran dengan Apparent Porosity.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

.Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Kaolinite lokal sangat berpengaruh terhadap karakteristik mekanis. Semakin banyak penambahan Kaolinite lokal, maka Kuat Tekan dan Kuat Lenturnya semakin kecil. Akan tetapi semakin besar komposisi Kaolinite lokal, maka semakin besar juga porositasnya. Komposisi maksimum sebagai bahan refractory bricks adalah komposisi dengan penambahan kaolinite sebesar 0-10%.

4.2 Saran

Saran yang dapat diperoleh dari pelaksanaan penelitian ini yakni

1. Perlunya saling menjaga diri, sebab penelitian ini dilaksanakan di tengah wabah Covid-19.
2. Mengingat adanya potensi lokal Kabupaten Jombang, maka perlu adanya riset-riset lebih lanjut mengenai keberlanjutan pemanfaatan material lokal.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Humas Provinsi Jawa Timur, 2018, *Potensi dan Produk Unggulan Jawa Timur*
- [2] Faizah, Siti. 2016. *Modul Pelatihan Guru Mata Pelajaran Kimia (Teknologi dan Rekayasa)*. Jakarta : Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif dan Elektronika, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- [3] Jo, Osarenmwinda dkk., 2014,. *Jasem* ISSN 1119-8362. Vol. 18 (2) 151-157.
- [4] Wisudawan, N.A., 2013, *Evaluation of Refractory Bricks Produced from Locally Source Clay materials. Journal of Application Science Environmental Manage* Studi Kelayakan Pra Rencana Pabrik High Alumina Refractory dengan Dry Press. Bachelor. Surabaya : Universitas Pembangunan Nasional.
- [5] Sambyada, C., A. Pemuji, K. Januar, R. Drastha, G. Maulana. 2016. *Laporan Komprehensif Matakuliah Refractory*. Jakarta: Universitas Indonesia