

## Pengaruh Perbedaan Ketebalan Semen Alumina 4 cm dan 5 cm Terhadap Kemampuan Menahan Panas

Ariful Anwar<sup>1</sup>, Fatkur Rhozman<sup>2</sup>, Kuni Nadliroh<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: <sup>1</sup>[\\*1fr@yahoo.co.id](mailto:fr@yahoo.co.id), <sup>2</sup>[fatkurrozman@unpkediri.ac.id](mailto:fatkurrozman@unpkediri.ac.id), <sup>3</sup>[kuninadliroh@unpkediri.ac.id](mailto:kuninadliroh@unpkediri.ac.id)

**Abstrak** – Refraktori adalah bahan anorganik non-logam yang sulit untuk meleleh pada temperatur tinggi. Material yang digunakan adalah material yang dapat mempertahankan sifat-sifatnya, yang berguna dalam kondisi temperatur tinggi dan kontak dengan bahan-bahan yang korosif. Salah satu bahan refraktori adalah semen alumina. Semen alumina berbentuk serbuk, berwarna abu-abu, tidak berbau, titik lebur 1440°C, Gravitasi spesifik 2,93 - 3,3, Tidak larut dalam air, Kerapatan 1120 g/dm<sup>3</sup> pada 20 oC, merupakan jenis produk bangunan/konstruksi. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan pengaruh ketebalan semen alumina 4 cm dan 5 cm terhadap kemampuan menahan suhu panas. Manfaat yang bisa diperoleh, jika ternyata ketebalan 4 cm dan 5 cm tidak berpengaruh signifikan, maka ketebalan 4 cm cukup untuk digunakan sebagai tungku refraktori, mengingat biaya juga menjadi pertimbangan dalam membuat tungku. metode penelitian yang dilakukan adalah eksperimental. analisa data menggunakan Uji-T, namun terlebih dahulu data harus dilakukan uji prasyarat, yaitu Uji normalitas dan Uji Homogenitas. Hasilnya diketahui bahwa keramik alumina dengan ketebalan 5 cm yang diuji coba menggunakan paparan panas api secara langsung mampu menahan panas lebih baik dari keramik dengan ketebalan 4 cm.

**Kata Kunci** – Panas, Refraktori, Semen Alumina

### 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia peleburan logam atau non logam yang membutuhkan temperatur tinggi, istilah refraktori bukan suatu hal yang asing. Refraktori adalah bahan anorganik non-logam yang sulit untuk meleleh pada temperatur tinggi. Material yang digunakan adalah material yang dapat mempertahankan sifat-sifatnya, yang berguna dalam kondisi temperatur tinggi dan kontak dengan bahan-bahan yang korosif. Refraktori dibuat dari berbagai jenis material terutama keramik, termasuk juga bahan-bahan lain seperti alumina, lempung (*clay*), magnesia, chromit, silicon karbida dan lain-lain. Untuk dapat digunakan sebagai aplikasi yang diminta, refraktori memerlukan sifat-sifat tertentu, antara lain: memiliki titik lebur tinggi, tahan terhadap degradasi, mudah dibuat dan dipasang, dan biayanya tidak terlalu mahal [1].

Bahan-bahan refraktori memiliki banyak karakteristik dimana sangat berguna untuk menentukan kualitas hingga menilai proktesisnya. Refraktori sendiri dibedakan menjadi 4 macam, antara lain: (1) Bata api refraktori (*Refractory Brick*), (2) *Castable*/beton refraktori (*Refractory Castable*), (3) Mortar refraktori (*Refractory Mortars*) dan (4) *Refraktori anchor*. Sedangkan berdasarkan bahannya, Refraktori juga dibedakan menjadi beberapa jenis.

- 1) Berdasarkan komposisi kimia penyusunnya, terdiri dari: refraktori asam (MO<sub>2</sub>), refraktori netral (M<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), refraktori basa (MO), serta refraktori khusus seperti C, SiC, Borida Karbida, Sulfida dan lainnya.
- 2) Berdasarkan metode pembentukannya: refraktori yang dibentuk dengan tangan (*hand molded*), refraktori yang dibentuk secara mekanik (tekanan tinggi), refraktori yang dibentuk melalui cetak tuang, dan lainnya. Jenis lainnya adalah refraktori yang berupa serbuk, seperti *castable*, dan *gun mix mortar*
- 3) Berdasarkan komposisi mineral penyusunnya, seperti corundum, silika, tanah liat mullite, magnesite dan lainnya [2].

Salah satu industri yang menggunakan tungku pembakaran atau *furnace* adalah industri pembuatan kaca dan turunannya, seperti industri manik-manik, vas bunga, akuarium lengkung, genting kaca, dll. Untuk industri besar, *furnace* bisa menggunakan bahan yang berkualitas bagus dengan harga yang mahal. Namun berbeda jika industri pengolahan kaca untuk industri UMKM. pertimbangan biaya menjadi yang utama. Salah satunya adalah industri pengolahan genting kaca daerah trenggalek, tepatnya daerah ngatur, gandsari. Disana masih menggunakan tungku pembakaran sederhana dengan menggunakan bahan baku dari batu bata. Dalam area pekerja, suhu sangat terasa panas.

Dimungkinkan bahwa panas tersebut berasal dari tungku pembakaran yang digunakan untuk membentuk genteng kaca. Sehingga dalam penelitian ini, peneliti ingin mencari bahan refraktori yang murah, namun kuat, tidak mudah rapuh/terkena erosi/aus dan bisa mereduksi panas dari dalam tungku pembakaran.

Kriteria yang harus dimiliki oleh tungku refraktori, yaitu :

- 1) Tidak melebur pada suhu yang relatif tinggi.
- 2) Sanggup menahan panas lanjutan yang tiba-tiba ketika terjadi pembebanan suhu.
- 3) Tidak hancur di bawah pengaruh tekanan yang tinggi ketika digunakan pada suhu tinggi.
- 4) Mempunyai koefisien termal yang rendah sehingga dapat memperkecil panas yang terbuang [2].

Refraktori atau yang biasa disebut sebagai bata tahan api adalah material yang tahan terhadap paparan api, atau yang pada penggunaannya, digunakan pada tungku (furnace), perlengkapan tungku (kiln furniture) atau yang berhubungan langsung dengan panas tinggi. Oleh sebab itu, suatu refraktori harus tahan terhadap pengaruh korosi yang disebabkan oleh aliran gas buang dari suatu furnace atau slags. Selain itu juga harus tahan terhadap perubahan suhu yang mendadak [3].

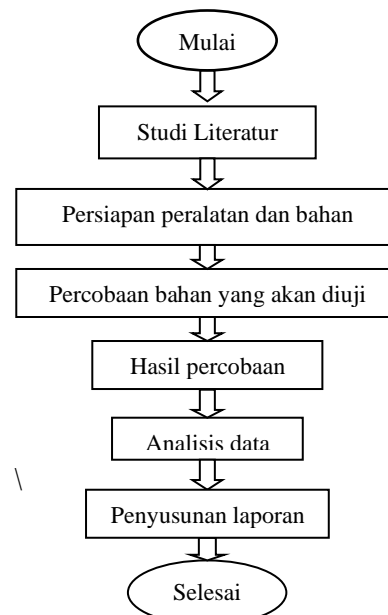
Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah semen alumina. Semen alumina berbentuk serbuk, berwarna abu-abu, tidak berbau, titik lebur 1440°C, Gravitasi spesifik 2,93 - 3,3, Tidak larut dalam air, Kerapatan 1120 g/dm<sup>3</sup> pada 20 oC, merupakan jenis produk bangunan/konstruksi [4]. Semen alumina ini secara luas digunakan sebagai pengikat utama dalam mortar dan beton yang terekspos suhu tinggi. Banyak digunakan untuk beton tahan api karena kandungan besi oksida-nya yang sangat rendah, sekitar 0,1%. Semen ini adalah pengikat hidrolis dengan kandungan alumina sekitar 70%. Terdiri hampir seluruhnya dari kalsium aluminat, menjadikannya ideal untuk aplikasi refraktori atau konstruksi kimia. Semen alumina ini juga direkomendasikan untuk digunakan pada produk yang membutuhkan pengerasan cepat, ketahanan terhadap abrasi, dan terpapar suhu tinggi. dapat digunakan juga untuk membuat lapisan tungku pembakaran dan berbagai bentuk lainnya. Castable memadat dan menguat pada suhu ruang [5]. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan pengaruh ketebalan semen alumina 4 cm dan 5 cm terhadap kemampuan menahan suhu panas. Manfaat yang bisa diperoleh, jika ternyata ketebalan 4 cm dan 5 cm tidak

berpengaruh signifikan, maka ketebalan 4 cm cukup untuk digunakan sebagai tungku refraktori, mengingat biaya juga menjadi pertimbangan dalam membuat tungku.

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam suatu penelitian, metode penelitian harus ditetapkan. Karena itu merupakan pedoman atau langkah – langkah yang harus dilakukan dalam penelitian. Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan cara tertentu. Tujuan adanya metode penelitian adalah untuk memberikan gambaran kepada penelitian tentang bagaimana langkah – langkah penelitian dilakukan sehingga permasalahan dapat dipecahkan [6]

Adapun metode penelitian yang dilakukan adalah eksperimental. Alur yang akan dilakukan digambarkan dalam diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah:

### 1) Studi literatur

Studi literatur adalah mempelajari berbagai sumber untuk menguatkan dasar maupun menambah informasi yang sangat dibutuhkan saat penelitian. Sumber-sumber yang dirujuk bisa dari buku, artikel jurnal, website, maupun kanal youtube.

### 2) Persiapan Peralatan dan Bahan

Peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini antara lain:

#### a. Blower Keong

Digunakan untuk menambah kecepatan udara di dalam proses pembakaran. Dari tekanan udara atau

gas yang dialirkan menjadikan api yang keluar akan semakin besar.

b. Portable digital thermometer S-506

Alat ukur panas dengan range yang tinggi (0-1200 derajat celsius), yang digunakan untuk mengukur panas boiler, insinerator, pembakaran dengan tungku, atau untuk uji laboratorium.

c. Timer

Timer merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk menunda waktu yang bisa diatur sesuai dengan kebutuhan. Dalam pengujian ini timer digunakan untuk mengukur waktu saat peleburan limbah kaca.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah semen alumina yang dicetak dengan komposisi semen dan air. Ketebalan yang dibuat adalah 4 cm dan 5 cm.

3) Percobaan bahan

Setelah bahan tersedia, langkah selanjutnya adalah melakukan percobaan. Langkah-langkah yang dilakukan pada saat percobaan adalah:

- a. Persiapkan kompor, nyalakan sampai nyala api stabil
- b. Letakkan semen alumina yang sudah di cetak ke tempat api.
- c. Ukur suhu setiap 5 menit selama 6 kali
- d. Titik yang diukur ada 2 tempat, yaitu bagian dalam yang terkena api dan bagian luar yang tidak terkena api
- e. Setelah selesai, ulangi langkah 2 – 4 sebanyak 3x.

4) Hasil percobaan

Percobaan yang dilakukan selanjutnya akan menunjukkan sebuah hasil yang didapat dari percobaan atau eksperimen tersebut. Dari suhu dalam akan dikurangkan dengan suhu bagian luar. Hasil pengurangan tersebut akan diolah sebagai hasil dari suhu yang bisa mengalir keluar.

5) Analisis data

Analisis data merupakan kegiatan mengolah data agar mendapatkan informasi yang dapat dipahami dan bermanfaat untuk solusi permasalahan yang dihadapi. Dalam prosedur analisa data menggunakan Uji-T, namun terlebih dahulu data harus dilakukan uji prasyarat, yaitu Uji normalitas dan Uji Homogenitas. Uji normalitas digunakan untuk melihat seberapa data berdistribusi normal atau tidak. Sedangkan uji homogenitas digunakan untuk melihat apakah variabel-variabel tersebut mempunyai varian yang homogen atau tidak [6]

6) Penyusunan laporan

Penyusunan laporan merupakan kegiatan berupa menyusun sebuah catatan atau dokumen agar lebih dapat dipahami oleh pembaca dan sebagai jawaban dari permasalahan yang diteliti..

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil pembuatan semen alumina menjadi keramik alumina

- 1) Pembuatan keramik alumina menggunakan perbandingan 1.200 ml air dan 5 kg semen alumina. Kemudian kedua bahan diaduk dan dicetak.



Gambar 2. Pencetakan semen alumina

- 2) Semen alumina dipanaskan di bawah sinar matahari selama 7 hari untuk mendapatkan kering yang benar-benar kering.



Gambar 3. Keramik alumina

- 3) Setelah kering, keramik alumina bisa digunakan untuk pengambilan data.
- 4) Pembakaran dilakukan selama 3 kali untuk masing-masing ketebalan. pengambilan data yang dilakukan setiap 5 menit selama 30 menit.



Gambar 4. Keramik alumina bagian dalam setelah dilakukan pembakaran

- 5) Setelah dilakukan proses pembakaran, dilakukan dokumentasi hasil pembakaran. Diambil 2 sisi, yaitu sisi luar dan sisi dalam.



Gambar 5. Permukaan luar keramik alumina setelah dipanaskan

### 3.2 Hasil pengambilan data

Berikut ini merupakan hasil pengambilan data untuk pengujian daya tahan ketebalan keramik alumina

Tabel 1. Data selisih suhu luar dan suhu dalam pada alumina ketebalan 4 cm

Menit	Replikasi	Selisih suhu (dalam °C)
5	1	499
	2	464
	3	323
10	1	420
	2	508
	3	357
15	1	375
	2	401
	3	348
20	1	367
	2	442
	3	354
25	1	318
	2	463
	3	320
30	1	272
	2	307
	3	301

Tabel 2. Data selisih suhu luar dan suhu dalam pada alumina ketebalan 3 cm

Menit	Replikasi	Selisih suhu
5	1	198
5	2	352
5	3	307
10	1	194
10	2	351
10	3	300

15	1	140
15	2	307
15	3	257
20	1	208
20	2	179
20	3	317
25	1	222
25	2	177
25	3	303
30	1	184
30	2	227
30	3	306

Dari tabel di atas diketahui selisih suhu antara suhu bagian luar dengan suhu bagian dalam. Hal tersebut menunjukkan bahwa ada panas yang ditahan disebelah dalam dari semen alumina tersebut.

### 3.3 Analisa Data

#### 1) Normalitas data 1 Ketebalan 4 cm

Uji normalitas data hasil penelitian menggunakan program SPSS. Dari penghitungan SPSS, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		data ketebalan 4
N		18
Normal	Mean	379.9444
Parameters <sup>a</sup> ,	Std. Deviation	71.42456
<sup>b</sup>		
Most	Absolute	.139
Extreme	Positive	.139
Differences	Negative	-.100
Kolmogorov-Smirnov Z		.588
Asymp. Sig. (2-tailed)		.879

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Dari data di atas, diperoleh informasi rata-rata selisih suhu yang diperoleh dengan menggunakan ketebalan 4 cm adalah 379.9444 °C dengan standart deviasinya adalah 71.42456. Selanjutnya untuk melihat normal atau tidak suatu data, digunakan P-Value. Nilai P-Value (Asymp.Sig. (2-tailed) adalah 0,879 > 0,05. Karena nilai P-Value lebih dari 0,05, maka data berdistribusi normal.

2) Normalitas data 1 Ketebalan 5 cm

Tabel 4. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		data ketebalan 5
N		18
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	251.6111
	Std. Deviation	66.76662
Most Extreme Differences	Absolute	.210
	Positive	.144
	Negative	-.210
Kolmogorov-Smirnov Z		.892
Asymp. Sig. (2-tailed)		.405

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Dari data di atas, diperoleh informasi rata-rata selisih suhu yang diperoleh dengan menggunakan ketebalan 5 cm adalah 251.6111 °C dengan standart deviasinya adalah 66.76662. Selanjutnya untuk melihat normal atau tidak suatu data, digunakan P-Value.

Nilai P-Value (Asymp.Sig. (2-tailde) adalah 0,405 > 0,05. Karena nilai P-Value lebih dari 0,05, maka data berdistribusi normal.

3) Uji Homogenitas

Tabel 5. Dependent Variable: data selisih suhu

F	df1	df2	Sig.
.000	1	34	.984

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + kelompok

Dari tabel di atas, diperoleh nilai P-Value adalah 0,984 > 0,05. Sehingga berarti bahwa data di atas bersifat homogen.

4) Uji - T

Untuk menunjukkan signifikan atau tidaknya perbedaan rerata antara ketebalan 2 dan 3, maka akan dilakukan dengan perhitungan Uji-T. Berikut tabel hasil perhitungan dengan Uji-T dengan menggunakan program SPSS.

Tabel 6. Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means						
						95% Confidence Interval of the Difference		
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
data selisih suhu	Equal variances assumed	5.569	34	.000	128.33333	23.04494	81.50038	175.16629
	Equal variances not assumed	5.569	33.847	.000	128.33333	23.04494	81.49255	175.17411

Dari data diatas, diperoleh informasi bahwa nilai p-value bernilai 0,000 < 0,005. Hal tersebut berarti bahwa kedua data tersebut berbeda secara signifikan. Selanjutnya, mana yang lebih baik, dilakukan dengan membandingkan rerata dari dua data yang ada.

5) Uji rerata

Hasil rata-rata dapat diperhatikan pada tabel berikut Dari data tersebut, diperoleh bahwa rata-rata selisih suhu pada ketebalan 4 cm lebih tinggi yaitu 379,9444 °C dari pada rata-rata selisih suhu pada ketebalan 5 cm yaitu 251,6111 °C.

Tabel 7. Group Statistics

kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
data selisih suhu	18	379.944	71.42456	16.834
		4		93
	18	251.611	66.76662	15.737
		1		04

6) Diskripsi hasil

Dari hasil pengujian rata-rata selisih ketebalan, diketahui bahwa rata-rata selisih suhu antara ketebalan 4 cm dengan ketebalan 5 cm, lebih bagus yang 5 cm. Hal tersebut dilihat dari rata-rata selisih suhu dalam dan suhu luar.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) keramik alumina dengan ketebalan 5 cm yang diuji coba menggunakan paparan panas api secara langsung mampu menahan panas lebih baik dari keramik dengan ketebalan 4 cm.
- 2) Kelemahan pada keramik alumina ini adalah mudah pecah saat terbentur dengan benda keras.

5. SARAN

Penelitian ini agar dilanjutkan dengan menggunakan bahan keramik alumina dengan dosis maupun komposisi yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Yustanti, Erlina, dan Zulaida, M.Y. 2008 Pengaruh Distribusi Ukuran Partikel dan Temperatur Pembakaran Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Refraktory Castable. Penelitian Jurusan Teknik Metalurgi. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten.

[2] Rahmat, Muhammad Rais. 2015. Perancangan Dan Pembuatan Tungku Heat Treatment.. *Jurnal Imiah Teknik Mesin*, Vol. 3. hal. 2581-0332.

[3] Titik, Lestariningsih & Febrianto, Erfin. Y. 2012. Analisis Korosi Pada Refraktori Tungku Pembakaran Kapur. Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan 2012. Serpong. 3 Mei 2012.

[4] Sentra Informasi Keracunan Nasional. 2012 Badan POM RI. Semen Alumina Kimia. <http://ik.pom.go.id/v2016/katalog/SEMEN%20ALUMINA%20KIMIA.pdf>. diakses pada tanggal 23 Juni 2020.

[5] PT Indo Bata Api Utama. 2020. Castable. <https://indobataapi.com/castable-naifo/?lang=id>.diakses 02 Juli 2020.

[6] **Sugiyono.** 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R&D.* Alfabeta, Bandung.