

KARAKTERISASI BAHAN MENTAH DAN ANALISA KEGAGALAN PRODUK KERAMIK

Uli Karo-karo¹ dan Mumu Komaro²

ABSTRAK

KARAKTERISASI BAHAN MENTAH DAN ANALISA KEGAGALAN PRODUK KERAMIK. Kegagalan produk keramik diakibatkan bahan mentah kasar, mengandung 30,2% kerikil serta pasir yang memiliki susut kering serta susut bakar lebih kecil dibanding lanau atau bahan lainnya yang lebih halus. Bahan mentah juga mengandung 15,91% senyawa montmorillonit yang merupakan senyawa lapis tiga yang dapat menyerap air 16 kali volume awalnya atau memiliki penyusutan yang sangat besar. Kondisi yang berlawanan ini menyebabkan terjadi kerusakan atau pecah ketika pengeringan atau pembakaran.

Kata kunci: kegagalan, bahan mentah, montmorillonit

ABSTRACT

CARACTERIZATION OF RAW MATERIAL AND CERAMICS PRODUCT FAILURE ANALYSIS. The study on ceramic failure has been done. The failure was caused by the difference of particle size and absorbing of water. The rougher particles consist of 30.2% gravel and sand. Their properties had lower shrinkage compared with other finer materials. The 15,91% montmorillonite contained in raw material had higher shrinkage, due to its absorbance of water as high as 16 times original volume. The contradictive properties was considerably the mean reason of crack during drying and firing.

Key word: Failure, raw material, montmorillonite

¹ Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, FPTK-UPI, Jl. Dr. Setiabudhi No. 207 Bandung.

² Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FPTK-UPI, Jl. Dr. Setia Budhi No. 207 Bandung

PENDAHULUAN

Keramik saat ini tidak hanya digunakan untuk hiasan atau alat rumah tangga, tapi lebih canggih digunakan untuk komponen komputer, pengumpul energi surya, reaktor nuklir dan kimia, pesawat angkasa luar, mesin kapal, mobil dan industri. Pemanfaatan piranti keramik canggih selalu berawal dari penelitian bahan dasarnya, yang harus memenuhi persyaratan tertentu, seperti kekuatan sebelum dan sesudah proses sintering, densitas, porositas, dan sifat-sifat lainnya.

Bahan baku keramik, mempunyai komposisi kimia yang berbeda, sehingga tidak semua dapat dibuat keramik walau sesederhana apapun. Diantara bahan baku keramik yang tidak bisa dibuat keramik adalah bahan baku dari sebagian daerah Canjur. Pada pembuatan sekitar 20.000 buah sampel keramik dengan menggunakan bahan baku ini, umumnya ditemukan kegagalan berupa retak dan pecah pada saat dikeringkan. Selebihnya pecah pada waktu pembakaran. Kegagalan pembuatan ini sangat merugikan.

Pemanfaatan bahan baku telah dilakukan secara tradisional tanpa mengetahui secara pasti komposisi yang dikandungnya. Dengan kemajuan ilmu pengetahuan sekarang ini, perlu mengetahui distribusi besar butir (*agregat*), komposisi kimia, struktur kristal, densitas, porositas, ukuran partikel, pengotor dan lainnya agar dalam proses pembuatan dapat diketahui dengan pasti interaksi bahan mentah di dalamnya, sehingga diperoleh keramik sesuai yang diharapkan

Penelitian ini secara khusus bertujuan melihat distribusi besar butir (*agregat*), mempelajari reaksi termal mineral-mineral yang terkandung pada bahan, analisa mineral, analisa oksida, dan analisa unsur yang terkandung di dalamnya. Analisa dilakukan guna mengetahui penyebab bahan mentah sehingga mengalami kegagalan bila diproduksi lebih jauh menjadi keramik.

Dengan hasil ini diharapkan adanya pengembangan bahan baku keramik sehingga didapat produk dengan sifat-sifat sesuai yang diharapkan, dan lebih jauh dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk keramik yang bernilai ekonomis lebih tinggi.

PENGUJIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin ITB, Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia ITB dan Balai Besar Keramik Bandung. Pengujian

dilakukan terhadap sampel bahan mentah keramik berupa uji distribusi besar butir (*agregat*) dengan metoda Sieving, uji DTA, analisa mineral atau senyawa dengan X-ray Difraksi, analisa kandungan senyawa serta oksida dengan analisa kimia basah, dan analisa unsur dengan metoda EDAX.

Alat yang digunakan meliputi DTA model 1600 TA Instrument dengan perangkat lunak Thermal Analyst 2000 untuk mempelajari reaksi termal mineral-mineral yang terkandung pada bahan mentah Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia ITB. EDS/SEM Philips model XL-20 untuk pengujian analisis jenis unsur penyusun mineral-mineral dan pengujian struktur permukaan berupa struktur mikro lempung di Laboratorium Metalurgi ITB. Alat uji distribusi butir (*agregat*) metoda Sieving, XRD model 3710 untuk identifikasi struktur kristal mineral-mineral bahan mentah secara kualitatif dan analisa kimia basah untuk mengetahui prosentase kandungan senyawa serta oksida di Balai Besar Keramik Bandung.

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengukuran terhadap besar dan distribusi butir menggunakan Metoda Sieving. Besar dan distribusi butir (*agregat*) dari bahan mentah, terlihat pada tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Besar dan distribusi butir (*agregat*)

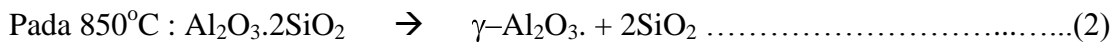
NO	BESAR BUTIR (mm)	BERAT (g)
1	> 2	17,9
2	2 – 1	5,7
3	1 – 0,212	5,9
4	0,212 – 0,063	0,7
5	< 0,063	69,8

PENGELOMPOKAN

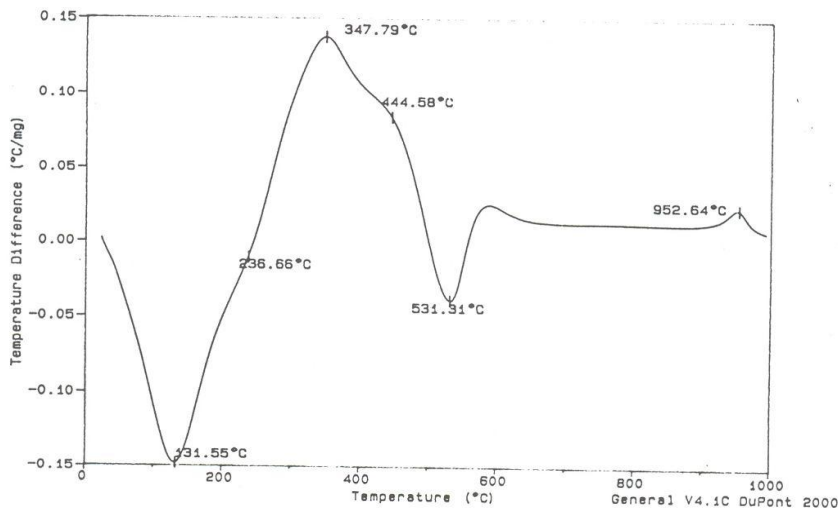
NO	JENIS	BERAT (g)
I	KERIKIL	17,9
II	PASIR - Kasar - Sedang - Halus	12,3
III	LANAU	69,8

Bahan baku kasar atau mengandung kerikil dan pasir sebanyak 30,2%, lebih banyak dari bahan baku umumnya. Kerikil dan pasir memiliki susut kering dan susut bakar yang berbeda dengan lanau, sehingga bahan mentah ini mudah terjadi retak ketika mengalami pengeringan dan pembakaran.

Pengukuran Menggunakan DTA dari bahan mentah, terlihat bahwa pada temperatur diantara dua reaksi endoterm, terjadi reaksi pada unsur organik yang merupakan kondisi yang riskan atau besar kemungkinan terjadinya cacat saat pembakaran. Hilangnya molekul air terjadi pada temperatur 131,55 °C, molikul air terikat lebih kuat dan lebih sukar keluar. Reaksi endoterm terjadi pada temperatur 531,31°C. Sedangkan reaksi eksoterm terjadi pada temperatur 952,64°C. Puncak endoterm disebabkan reaksi dehidroksilasi berupa hilangnya gugus hidroksil pada kisi-kisi kristal dari mineral lempung. Batas akhir pengeluaran air dari **lanau alkali** (*illite, Clay-mica*) pada pemanasan antara 350° - 600°C. Semua bahan mentah kaolinit, setelah mengeluarkan airnya akan menjadi metakaolin yang labil, reaktif, berupa senyawa amorpis (*Amorphus quasi-compound*) dengan rumus $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$. Alumina dalam kisi mudah bergerak (*mobile*) dan dapat larut (*dissolved out*). Pada 550°– 830°C metakaolin berubah jadi γ -alumina.



Hasil pengukuran DTA terlihat pada gambar 1. di bawah:



Gambar 1. Kurva DTA Bahan Mentah

Reaksi eksoterm terjadi akibat dua kemungkinan, yaitu perubahan alumina dari γ -alumina menjadi α -alumina dan kombinasi reaksi γ -alumina dengan silika membentuk Sillimanit atau mullit. Mullit bisa dihasilkan dari metakaolin yang ditahan pada 900°C selama 200 jam. Sedangkan pada temperatur antara $900^{\circ} - 1050^{\circ}\text{C}$, $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ bereaksi dengan SiO_2 membentuk mullit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$).⁽⁵⁾

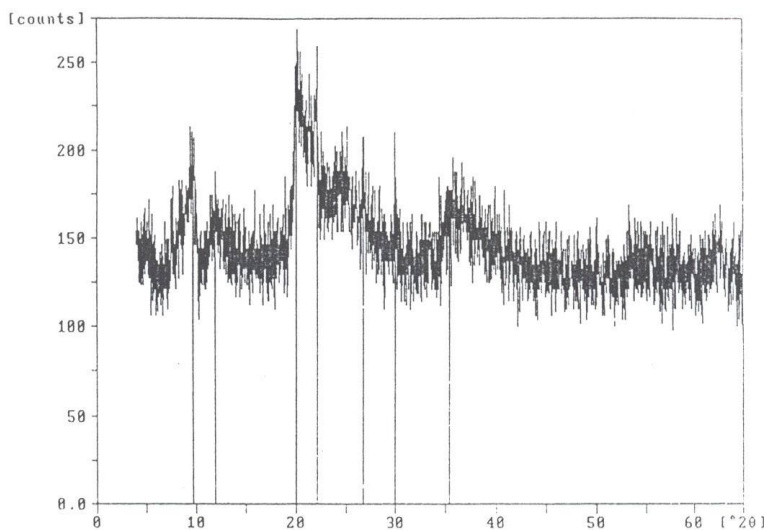


Pengukuran dengan X-ray Difraksi, senyawa yang terdapat pada bahan mentah, terlihat pada tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Analisa mineral hasil XRD

NO	MINERAL
1	HALLOYSIT
2	MONTMORILLONIT
3	MAGHEMIT
4	CRISTOBALIT
5	α -QUARTZ

Difraktogram terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Difraktogram uji X-ray difraksi

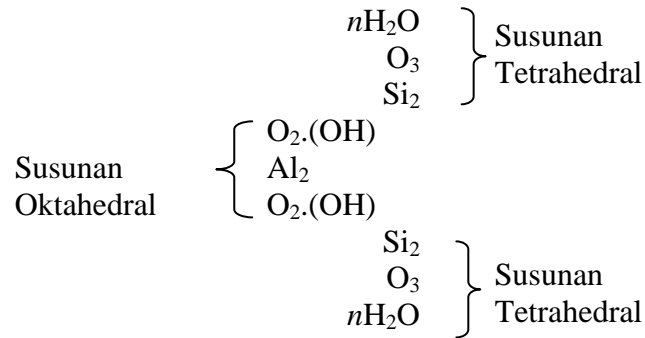
Guna mengetahui prosentase senyawa-senyawa yang terdeteksi dengan X-ray Difraksi, maka dilakukan analisa prosentase mineral bahan baku dengan Metoda Kimia Basah, dan hasilnya terlihat pada tabel 3. sebagai berikut:

Tabel 3. Prosentase mineral bahan baku

NO	MINERAL	% Berat
1	HALLOYSIT	46,17
2	MONTMORILLONIT	15,91
3	MAGHEMIT	5,52
4	CRISTOBALIT	-
5	α -QUARTZ *	32,39

* Silika Bebas

Dari hasil pengujian X-ray Difraksi dan analisa kimia basah, diperoleh 15,91% mineral atau senyawa montmorillonit. Montmorillonit merupakan senyawa lapis tiga dengan susunan 2:1 seperti terlihat pada susunan berikut:



Molekul air dapat terserap masuk ke dalam ruang antar lapisan yang besar, sehingga dapat mengembang 16 kali volume awal⁽⁵⁾. Keadaan ini mengakibatkan bahan mentah mengalami penyusutan yang besar ketika air dan uap air keluar atau ketika pengeringan dan pembakaran. Kondisi ini juga makin kontras dengan banyaknya pasir serta kerikil yang memiliki susut kering dan bakar yang kecil, sehingga mempermudah terjadinya retak atau kerusakan.

Pengukuran dengan Metoda Kimia Basah, analisa prosentase oksida pada bahan baku terlihat pada tabel 4. sebagai berikut:

Tabel 4. Kadar Oksida bahan baku hasil Analisa Kimia Basah.

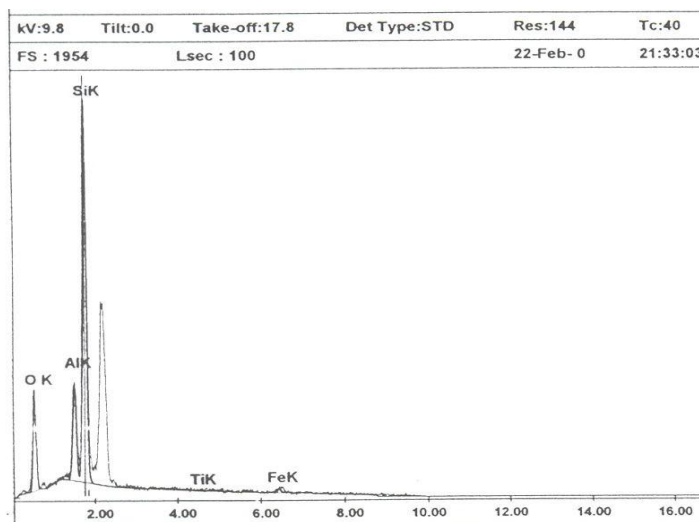
NO	KOMPONEN	% Berat
1	SiO ₂	57,29
2	Al ₂ O ₃	20,04
3	Fe ₂ O ₃	4,08
4	TiO ₂	0,50
5	CaO	1,12
6	MgO	-
7	Na ₂ O	0,19
8	K ₂ O	0,14
9	HP	15,59

Pengukuran bahan mentah dengan menggunakan Metoda EDAX, terlihat pada tabel 5. dan didapat unsur Si paling banyak, yaitu 49,62 % berat.

Tabel 5. Unsur bahan mentah hasil metoda EDAX

No	Unsur	% Berat
1	O	25.12
2	Al	10.98
3	Si	49.62
4	Ti	0.96
5	Fe	13.33

Spektrum dan Quantifikasi teramati pada gambar 3. berikut:



Gambar 3. Spektrum dan Quantifikasi Unsur dengan metoda EDAX

KESIMPULAN

1. Bahan mentah kasar, mengandung kerikil serta pasir 30,2%, lebih kasar dari bahan mentah pada umumnya. Kerikil serta pasir memiliki susut kering serta susut bakar lebih kecil dibanding lanau atau bahan lainnya yang lebih halus.
2. Hasil pengujian X-ray Difraksi dan analisa kimia basah, diperoleh 15,91% mineral atau senyawa montmorillonit yang merupakan senyawa lapis tiga. Molekul air dapat terserap masuk ke dalam ruang antar lapisan yang besar, sehingga dapat mengembang 16 kali volume awal. Keadaan ini mengakibatkan bahan mentah mengalami penyusutan yang besar ketika air dan uap air keluar. Kondisi ini makin kontras dengan banyaknya pasir

serta kerikil yang memiliki penyusutan kecil, sehingga bahan mentah ini mudah rusak atau pecah ketika mengalami pengeringan atau pembakaran, dan bahan mentah tidak bisa dijadikan keramik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Subarjo Yuwono, 1999, "*Tanah Liat Untuk Bahan Bata dan Genteng Keramik Yang Diambil Dari Daerah Tangerang - Jawa Barat, Soato Baru (Kota Baru) - Kalimantan Selatan, Sei Tabuk - Banjar Masin, dan Ambon - Maluku*", Jurnal Penelitian Pemukiman, Vol. 15, No. 1, hal. 14 - 21.
2. Rampe Meytij Jeanne, 1998, "*Karakterisasi Fisikokimia dan Sifat Pembentukan Keramik Lempung Desa Pulutan, Remboken, Minahasa, Sulawesi Utara*", Tesis Magister, Program Studi Kimia, Insitut Teknologi Bandung.
3. Van Olphen, 1977, "*Clay Colloid Chemistry*", John Wiley and Sons, New York.
4. Worall, 1975, "*Clay and Ceramic Raw material*", Applied Science Publisher LTD, London.
5. Salmang Hermann, 1961, "*Ceramics Physical and Chemical Fundamental*", Butterworth & Co. (Publishers) Limited, London.
6. Reed James S., 1989, "*Introduction to the Principles of Ceramic Processing*", John Wiley and Sons, Singapore.
7. Ariwahjoedi B., 1993, "*Tatanan dan Sifat-sifat Bahan Keramik*", Penuntun Belajar, Jurusan Kimia, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
8. Callister W.D., 1994, "*Materials Science and Engineering*", John Wiley and Sons, New York.
9. Van Vlack Lawrence H., 1985, "*Elements of Materials Science and Engineering*", Addison-Wesley Publishing Company, Michigan, USA