

BAB VII

BAHAN GALIAN TERKAIT DENGAN INDUSTRI KERAMIK

7.1. Pengantar

Keramik pada awalnya berasal dari bahasa Yunani keramikos yang artinya suatu bentuk dari tanah liat yang telah mengalami proses pembakaran. Kamus dan ensiklopedi tahun 1950-an mendefinisikan keramik sebagai suatu hasil seni dan teknologi untuk menghasilkan barang dari tanah liat yang dibakar, seperti gerabah, genteng, porselin, dan sebagainya. Tetapi saat ini tidak semua keramik berasal dari tanah liat. Definisi pengertian keramik terbaru mencakup semua bahan bukan logam dan anorganik yang berbentuk padat.

Umumnya senyawa keramik lebih stabil dalam lingkungan termal dan kimia dibandingkan elemennya. Bahan baku keramik yang umum dipakai adalah felspard, ball clay, kwarsa, kaolin, dan air. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Oleh karena itu sifat keramik juga tergantung pada lingkungan geologi dimana bahan diperoleh. Secara umum strukturnya sangat rumit dengan sedikit elektron-elektron bebas.

Kurangnya beberapa elektron bebas keramik membuat sebagian besar bahan keramik secara kelistrikan bukan merupakan konduktor dan juga menjadi konduktor panas yang jelek. Di samping itu keramik mempunyai sifat rapuh, keras, dan kaku. Keramik secara umum mempunyai kekuatan tekan lebih baik dibanding kekuatan tariknya.

7.1.1. Klasifikasi keramik

Pada prinsipnya keramik terbagi atas:

- Keramik tradisional; Keramik tradisional yaitu keramik yang dibuat dengan menggunakan bahan alam, seperti kuarsa, kaolin, dll. Yang termasuk keramik ini

adalah: barang pecah belah (dinnerware), keperluan rumah tangga (tile, bricks), dan untuk industri (refractory).

- Keramik halus; Fine ceramics (keramik modern atau biasa disebut keramik teknik, advanced ceramic, engineering ceramic, technical ceramic) adalah keramik yang dibuat dengan menggunakan oksida-oksida logam atau logam, seperti: oksida logam (Al_2O_3 , ZrO_2 , MgO , dll). Penggunaannya: elemen pemanas, semikonduktor, komponen turbin, dan pada bidang medis.

7.1.2. Sifat Keramik

Sifat yang umum dan mudah dilihat secara fisik pada kebanyakan jenis keramik adalah brittle atau rapuh, hal ini dapat kita lihat pada keramik jenis tradisional seperti barang pecah belah, gelas, kendi, gerabah dan sebagainya, coba jatuhkan piring yang terbuat dari keramik bandingkan dengan piring dari logam, pasti keramik mudah pecah, walaupun sifat ini tidak berlaku pada jenis keramik tertentu, terutama jenis keramik hasil sintering, dan campuran sintering antara keramik dengan logam. sifat lainnya adalah tahan suhu tinggi, sebagai contoh keramik tradisional yang terdiri dari clay, flint dan feldspar tahan sampai dengan suhu 1200°C , keramik engineering seperti keramik oksida mampu tahan sampai dengan suhu 2000°C . kekuatan tekan tinggi, sifat ini merupakan salah satu faktor yang membuat penelitian tentang keramik terus berkembang.

7.2. Bahan Galian Industri Keramik

7.2.1. Kaolin

Kaolin merupakan masa batuan yang tersusun dari material lempung dengan kandungan besi yang rendah, dan umumnya berwarna putih atau agak keputihan. Kaolin mempunyai komposisi hidrous alumunium silikat ($2\text{H}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2$), dengan disertai mineral penyerta.

Proses pembentukan kaolin (kaolinisasi) dapat terjadi melalui proses pelapukan dan proses hidrotermal alterasi pada batuan beku felspartik. Endapan kaolin ada dua macam, yaitu: endapan residual dan sedimentasi.

Mineral yang termasuk dalam kelompok kaolin adalah kaolinit, nakrit, dikrit, dan halloysit ($\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{SiO}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), yang mempunyai kandungan air lebih besar dan umumnya membentuk endapan tersendiri.

Sifat-sifat mineral kaolin antara lain, yaitu: kekerasan 2 – 2,5, berat jenis 2,6 – 2,63, plastis, mempunyai daya hantar panas dan listrik yang rendah, serta pH bervariasi.

7.2.2. Felspar

Sebagai mineral silikat pembentuk batuan, felspar mempunyai kerangka struktur tectosilikat yang menunjukkan 4 (empat) atom oksigen dalam struktur tetrahedral SiO_2 yang dipakai juga oleh struktur tetrahedral lainnya. Kondisi ini menghasilkan kisi-kisi kristal seimbang terutama bila ada kation lain yang masuk ke dalam struktur tersebut seperti penggantian silikon oleh aluminium.

Terlepas dari bentuk strukturnya, apakah triklin atau monoklin, felspar secara kimiawi dibagi menjadi empat kelompok mineral yaitu kalium felspar (KAlSi_3O_8), natrium felspar ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), kalsium felspar ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) dan barium felspar ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) sedangkan secara mineralogi felspar dikelompokkan menjadi plagioklas dan K-felspar. Plagioklas merupakan seri yang menerus suatu larutan padat tersusun dari variasi komposisi natrium felspar dan kalsium felspar.

Plagioklas felspar hampir selalu memperlihatkan kenampakan melidah yang kembar (lamellar twinning) bila sayatan tipis mineral tersebut dilihat secara mikroskopis. Sifat optis yang progresif sejalan dengan berubahnya komposisi mineralogi memudahkan dalam identifikasi mineral-mineral felspar yang termasuk ke dalam kelompok plagioklas tersebut. Na-plagioklas banyak ditemukan dalam batuan kaya unsur alkali (granit, sienit). Andesin dan oligoklas terdapat pada batuan intermediate seperti diorit sedangkan labradorit, bitownit dan anortit biasanya sebagai komponen batuan basa (gabro) dan anortosit.

Mineral yang termasuk kelompok K-felspar diklasifikasikan berdasarkan suhu kristalisasinya, mulai dari sanidin (suhu tinggi), ortoklas, mikroklin sampai adularia (suhu rendah). Keempat mineral mempunyai rumus kimia sama yaitu KAlSi_3O_8 dan (terutama)

ditemukan pada batuan beku asam seperti granit dan sienit, selain itu ditemukan pula pada batuan metamorfosis dan hasil re-work pada batuan sedimen.

Keberadaan felspar dalam kerak bumi cukup melimpah. Walaupun demikian untuk keperluan komersial dibutuhkan felspar yang memiliki kandungan $(K_2O + Na_2O) > 10\%$. Selain itu, material pengotor oksida besi, kuarsa, oksida titanium dan pengotor lain yang berasosiasi dengan felspar diusahakan sesedikit mungkin.

Felspar dari alam setelah diolah dapat dimanfaatkan untuk batu gurinda dan felspar olahan untuk keperluan industri tertentu. Mineral ikutannya dapat dimanfaatkan untuk keperluan industri lain sesuai spesifikasi yang ditentukan. Industri keramik halus dan kaca/gelas merupakan dua industri yang paling banyak mengkonsumsi felspar olahan, terutama yang memiliki kandungan K_2O tinggi dan CaO rendah.

7.3.3. Pasir Kuarsa

Pasir kuarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di tepi-tepi sungai, danau atau laut.

Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, titik lebur $1715^{\circ}C$, bentuk kristal hexagonal, panas sfesifik 0,185, dan konduktivitas panas 12 – $100^{\circ}C$.

Dalam kegiatan industri, penggunaan pasir kuarsa sudah berkembang meluas, baik langsung sebagai bahan baku utama maupun bahan ikutan. Sebagai bahan baku utama, misalnya digunakan dalam industri gelas kaca, semen, tegel, mosaik keramik, bahan baku fero silikon, silikon carbide bahan abrasit (ampelas dan sand blasting). Sedangkan sebagai bahan ikutan, misal dalam industri cor, industri perminyakan dan pertambangan, bata tahan api (refraktori), dan lain sebagainya.

7.3. KERAMIK BERBAHAN DASAR LEMPUNG

1. **Gerabah (Earthenware)**, dibuat dari semua jenis bahan tanah liat yang plastis dan mudah dibentuk dan dibakar pada suhu maksimum 1000°C. Keramik jenis ini struktur dan teksturnya sangat rapuh, kasar dan masih berpori. Agar supaya kedap air, gerabah kasar harus dilapisi glasir, semen atau bahan pelapis lainnya. Gerabah termasuk keramik berkualitas rendah apabila dibandingkan dengan keramik batu (stoneware) atau porselin. Bata, genteng, paso, pot, anglo, kendi, gentong dan sebagainya termasuk keramik jenis gerabah. Genteng telah banyak dibuat berglasir dengan warna yang menarik sehingga menambah kekuatannya.
2. **Keramik Batu (Stoneware)**, dibuat dari bahan lempung plastis yang dicampur dengan bahan tahan api sehingga dapat dibakar pada suhu tinggi (1200°-1300°C). Keramik jenis ini mempunyai struktur dan tekstur halus dan kokoh, kuat dan berat seperti batu. Keramik jenis termasuk kualitas golongan menengah.
3. **Porselin (Porcelain)**, adalah jenis keramik bakaran suhu tinggi yang dibuat dari bahan lempung murni yang tahan api, seperti kaolin, alumina dan silika. Oleh karena badan porselin jenis ini berwarna putih bahkan bisa tembus cahaya, maka sering disebut keramik putih. Pada umumnya, porselin dipijar sampai suhu 1350°C atau 1400°C, bahkan ada yang lebih tinggi lagi hingga mencapai 1500°C. Porselin yang tampaknya tipis dan rapuh sebenarnya mempunyai kekuatan karena struktur dan teksturnya rapat serta keras seperti gelas. Oleh karena keramik ini dibakar pada suhu tinggi maka dalam bodi porselin terjadi penggelasan atau vitrifikasi. Secara teknis keramik jenis ini mempunyai kualitas tinggi dan bagus, disamping mempunyai daya tarik tersendiri karena keindahan dan kelembutan khas porselin. Juga bahannya sangat peka dan cemerlang terhadap warna-warna glasir.
4. **Keramik Baru (New Ceramic)**, adalah keramik yang secara teknis, diproses untuk keperluan teknologi tinggi seperti peralatan mobil, listrik, konstruksi, komputer, cerobong pesawat, kristal optik, keramik metal, keramik multi lapis, keramik multi fungsi, komposit keramik, silikon, bioceramic, dan keramik magnit. Sifat khas dari

material keramik jenis ini disesuaikan dengan keperluan yang bersifat teknis seperti tahan benturan, tahan gesek, tahan panas, tahan karat, tahan suhu kejut seperti isolator, bahan pelapis dan komponen teknislainnya

Badan keramik adalah bagian utama dalam pembuatan keramik dan bahan utamanya biasa disebut dengan bahan mentah keramik. Contoh bahan mentah keramik alam seperti kaolin, lempung, felspar, kuarsa, pyrophillit dan sebagainya. Sedangkan bahan keramik buatan seperti mullit, SiC, Borida, Nitrida, H_3BO_3 dan sebagainya.



Gambar. Bahan Mentah dan Bahan Glasir

Bahan mentah keramik digolongkan menjadi 5 (lima) yaitu :

1. Bahan Pengikat, Contoh : kaolin, ball clay, fire clay, red clay
2. Bahan Pelebur, Contoh : felspar, kapur
3. Bahan Pengisi, Contoh : silika, grog (samot)
4. Bahan Tambahan, Contoh : water glass, talk, pyrophillit
5. Bahan Mentah Glasir. (Bahan yang membuat lapisan gelas pada permukaan benda keramik setelah melalui proses pembakaran pada suhu tertentu), diantaranya adalah :
 - bahan mengandung SiO_2 - pasir kuarsa - lempung – felspar
 - bahan mengandung oksida basa - potas felspar - batu kapur - soda abu
 - bahan mengandung Al_2O_3 - kaolin – felspar
 - bahan tambahan Contoh :
 - bahan pewarna, Contoh : senyawa cobalt, senyawa besi, senyawa nikel, senyawa chrom dan sebagainya.

- bahan perekat, Contoh : gum
- bahan penutup, Contoh : oksida sirkon, oksida seng
- bahan pelebur, Contoh : asam borat, borax, Na_2CO_3 , K_2CO_3 , BaCO_3 , Pb_3O_4 dan sebagainya.
- untuk bahan opacifer : SnO_2 , ZrO dan sebagainya –

7.4. PEMBUATAN & DEKORASI KERAMIK

7.4.1. Cara Pembuatan

Ada beberapa cara atau teknik pembuatan keramik, yaitu :

- a. Teknik coil (lilit pilin)
- b. Teknik tatap batu/pijat jari
- c. Teknik slab (lempengan)

Cara pembentukan dengan tangan langsung seperti coil, lempengan atau pijat jari merupakan teknik pembentukan keramik tradisional yang bebas untuk membuat bentuk-bentuk yang diinginkan. Bentuknya tidak selalu simetris. Teknik ini sering dipakai oleh seniman atau para penggemar keramik.

- d. Teknik putar

Teknik pembentukan dengan alat putar dapat menghasilkan banyak bentuk yang simetris (bulat, silindris) dan bervariasi. Cara pembentukan dengan teknik putar ini sering dipakai oleh para pengrajin di sentra-sentra keramik. Pengrajin keramik tradisional biasanya menggunakan alat putar tangan (hand wheel) atau alat putar kaki (kick wheel). Para pengrajin bekerja di atas alat putar dan menghasilkan bentuk-bentuk yang sama seperti gentong, guci dll

- e. Teknik cetak

Teknik pembentukan dengan cetak dapat memproduksi barang dengan jumlah yang banyak dalam waktu relatif singkat dengan bentuk dan ukuran yang sama pula. Bahan cetakan yang biasa dipakai adalah berupa gips, seperti untuk cetakan berongga, cetakan padat, cetakan jigger maupun cetakan untuk dekorasi tempel.

Cara ini digunakan pada pabrik-pabrik keramik dengan produksi massal, seperti alat-alat rumah tangga piring, cangkir, mangkok gelas dll

Disamping cara-cara pembentukan diatas, para pengrajin keramik tradisional dapat membentuk keramik dengan teknik cetak pres, seperti yang dilakukan pengrajin genteng, tegel dinding maupun hiasan dinding dengan berbagai motif seperti binatang atau tumbuh-tumbuhan

7.4.2. Beberapa Teknik Dekorasi Yang Dapat Diterapkan Pada Benda-Benda Keramik

a. Dekorasi ukir

Dilakukan pada keramik halus maupun keramik tradisional dengan menggunakan pahat ukir seperti yang dilakukan pada media kayu.

b. Dekorasi toreh

Dilakukan dengan menggunakan benda tajam seperti pisau Torehan-torehan tersebut membentuk motif-motif sesuai dengan yang diinginkan seperti garis-garis maupun relung-relung. Biasa dijumpai pada pengrajin keramik tradisional di Lombok yang diterapkan pada genteng, kendi dan piring.

c. Dekorasi melubangi

Dilakukan dengan cara melubangi bagian-bagian yang ingin dihias dengan menggunakan pipa logam yang dipotong miring. Dekorasi semacam ini diterapkan pada barang-barang seperti tempat lilin dan kap lampu.

d. Dekorasi stempelan/cap

Teknik stempelan/cap dapat diterapkan pada keramik dengan menekankan sebuah stempelan pada permukaan benda keramik. Stempelan bisa dibuat dari kayu, logam, gips, atau menggunakan tanah yang dibakar.

e. Dekorasi tempel

Dilakukan dengan menempelkan motif-motif tertentu yang dibuat dari cetakan atau dibuat langsung dengan tangan.

f. Dekorasi lukis

Dekorasi teknik lukis baik lukis on glaze (diatas glasir) maupun under glaze (dibawah glasir) diterapkan pada benda keramik dengan cara melukis di atas benda keramik

yang sudah diglasir maupun sebelum diglasir dengan menggunakan pewarna khusus keramik, dengan penyelesaian akhir dibakar pada temperatur $\pm 800^{\circ}\text{C}$. Teknik dekorasi lukis ini tidak menutup kemungkinan untuk diterapkan pada keramik tradisional, namun bahan pewarna yang digunakan berbeda dengan keramik halus. Bahan pewarna yang dipakai adalah seperti cat paragon, asturo yang tidak dibakar lagi.

g. Dekorasi sablon dan Dekorasi stiker

Khusus teknik sablon dan teknik stiker tidak dapat diterapkan pada keramik tradisional, akan tetapi hanya dapat diterapkan pada keramik halus (stone ware) dan porselin sebab keramik tradisional mempunyai porositas yang tinggi sehingga penyerapan warna tidak bagus. Demikian juga, bahan yang digunakan tidak cocok untuk body keramik tradisional, seperti pewarna kusus keramik, medium dll. Teknik ini dapat dilakukan dengan menyablon langsung di atas benda keramik atau dengan membuat stiker terlebih dahulu kemudian ditempelkan pada permukaan benda keramik. Teknik sablon langsung hanya dapat diterapkan pada benda-benda keramik yang mempunyai permukaan datar seperti pada tegel sebab alat yang digunakan berupa screen segi empat dengan permukaan mendatar dan langsung bersentuhan dengan permukaan benda keramik. Sedangkan teknik stiker dapat diterapkan pada semua jenis permukaan teknik sablon dan stiker sama halnya dengan teknik lukis dengan penyelesaian akhir dibakar pada temperatur $+ 800^{\circ}\text{C}$.