

Sifat Fisik Lempung Tanjung Morawa Dalam Transformasi Fasa Mineral Berdasarkan Investigasi Difraksi Sinar X

RIFKI SEPTAWENDAR^a, NURYANTO^a, SUHANDA^a, KRISTANTO WAHYUDI^a

^aBalai Besar Keramik Bandung, Jl. Akhmad Yani No. 392 Bandung

ABSTRAK Investigasi transformasi fasa mineral terhadap sifat fisik lempung Tanjung Morawa sebelum dan setelah proses pembakaran telah dilaksanakan dengan metode *Difraksi Sinar X*. Sebelum proses pembakaran, dilakukan uji pendahuluan terhadap lempung Tanjung Morawa seperti analisis kimia dan analisis keplastisan untuk mendukung hasil *XRD*; serta uji termal benda coba setelah dibakar pada suhu 1100⁰C dan 1200⁰C seperti susut bakar, kuat lentur bakar dan peresapan air. Adapun besar butir lempung yang digunakan dalam penelitian ini adalah lolos 80 mesh. Hasil uji pendahuluan menunjukkan; bahwa berdasarkan investigasi *XRD*, lempung Tanjung Morawa sebelum dibakar mengandung mineral felspar, haloysit, montmorillonit, kuarsa dan mika. Sedangkan pada pembakaran suhu 1100⁰C dan 1200⁰C, lempung Tanjung Morawa mengalami perubahan fasa mineral utama terhadap mullit, kristobalit dan α -kuarsa; dengan perbandingan intensitas *peak*/puncak yang berbeda. Perubahan ini pula akan mempengaruhi sifat fisis terhadap produk hasil bakar, antara lain: kuat lentur akan meningkat sebanding dengan peningkatan jumlah mullit dan kristobalit. Harga susut bakar akan meningkat disertai dengan penurunan peresapan air. Kuat lentur bakar, susut bakar dan peresapan air pada suhu bakar 1100⁰C secara berturut-turut 435,91 kg/cm²; 10,29 %; dan 2,12 %. Sedangkan kuat lentur bakar, susut bakar dan peresapan air pada suhu bakar 1200⁰C secara berturut-turut 635,92 kg/cm²; 10,80 %; dan 0,37 %

Kata kunci: Difraksi sinar X, transformasi fasa mineral, sifat fisis

ABSTRACT Investigation on the mineral phase transformation of Tanjung Morawa Clay physical properties before and after firing has been conducted by using X-Ray diffraction method. Firstly, the preliminary 0 test of Tanjung Morawa clay was taken place, namely: chemical analysis and plasticity test in order to aid XRD result; and thermal test of sample that fired at 1100⁰C and 1200⁰C, such as firing shrinkage, firing bending strength and water adsorption. The clay particle size that used in this research is 80 meshes.

The preliminary test had shown that on the basis of XRD investigation, Tanjung Morawa clay contains feldspar, halloysite, montmorillonit, quartz and mica. Firing Tanjung Morawa clay at 1100⁰C and 1200⁰C has changed mineral phase, mainly mullite, cristoballite and α -quartz with the variation ratio of peak intensity. The change has influenced the physical properties of fired product, like the rate of bending strength is equal with the increasing of mullite and cristoballite. The water adsorption was decreased as the firing shrinkage was increased. The value of bending strength, firing shrinkage and water adsorption at 1100⁰C are 435.91 kg/cm²; 10.29 % and 2.12 % respectively. The value of bending strength, firing shrinkage and water adsorption at 1200⁰C are 635.92 kg/cm²; 10.80 % and 0.37 % respectively

Key words: X-Ray diffraction, mineral phase transformation, physical properties

PENDAHULUAN

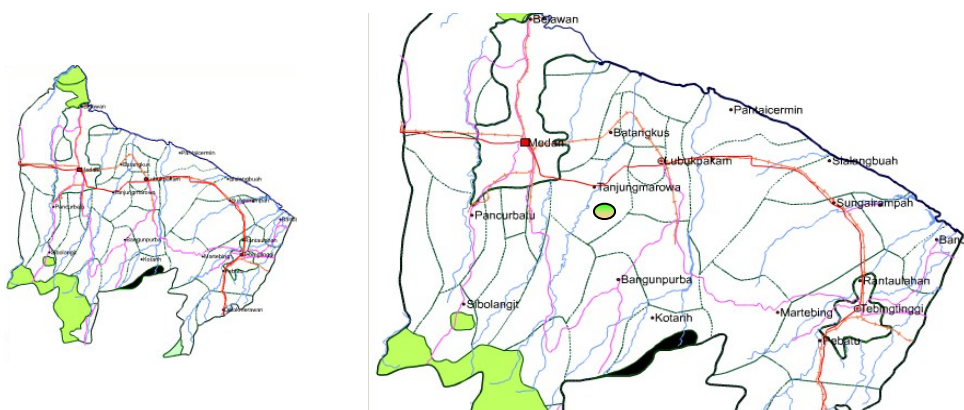
Lempung merupakan suatu bahan yang mengandung senyawa alumino silikat hidrat dengan ukuran butir kurang dari 2 mikron. Contoh mineral lempung adalah mineral kaolinit dan mineral halosit (Nuryanto, 1999). Mineral-mineral lempung merupakan material awal penghasil mineral mullit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) dengan melalui tahapan pembentukan secara termal. Namun demikian, mineral-mineral lempung di alam tidak selalu dalam keadaan murni, sering didampingi dengan zat pengotor (*impurities*), sehingga hal ini menjadi suatu kerugian untuk pembuatan badan keramik jenis tertentu seperti industri refraktori (Tezukaa, 2006).

Oleh karena itu, diperlukan analisis mineral yang bertujuan memberikan dasar dan evaluasi terhadap kemungkinan penggunaan suatu lempung untuk keramik tertentu. Karena setiap mineral yang terkandung di dalam lempung mempunyai peranan yang sangat penting di dalam mempengaruhi sifat fisis dan kimia keramik. Maka identifikasi transformasi mineral dengan menggunakan metode “Difraksi Sinar X” terhadap sifat fisis keramik yang mengalami proses pembakaran sangat perlu diketahui untuk mendapatkan informasi mengenai jenis mineral yang tumbuh dan berkembang selama proses pembakaran Nugroho et al., 2006).

Salah satu bahan lempung yang dianalisis di dalam penelitian ini adalah lempung Tanjung Morawa, Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kandungan mineral lempungnya, yang didukung dengan investigasi difraksi Sinar X untuk menelusuri pertumbuhan mineral yang terjadi di dalam lempung Tanjung Morawa selama proses pembakaran pada suhu 1100°C dan 1200°C . Sehingga hasil daripada penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi baik sifat dan karakteristik lempung Tanjung Morawa untuk dioptimalisasi pemanfaatannya sebagai bahan baku keramik.

DAERAH PENELITIAN

Lempung Tanjung Morawa terdapat di daerah Tanjung morawa, suatu daerah yang terletak di Kabupaten Deli Serdang, Medan Sumatera Utara, sebagaimana cuplikan peta Pulau Sumatera bagian utara pada Gambar 1. Sebaran lempung Tanjung Morawa di Propinsi Sumatera Utara, dapat dijelaskan pada Gambar 2., berdasarkan hasil riset para ahli geologi³⁾ bahwa di daerah Tanjung Morawa mengandung batuan sedimen atau metasedimen seperti bongkah-bongkah kerikil, pasir, lanau, dan lempung.



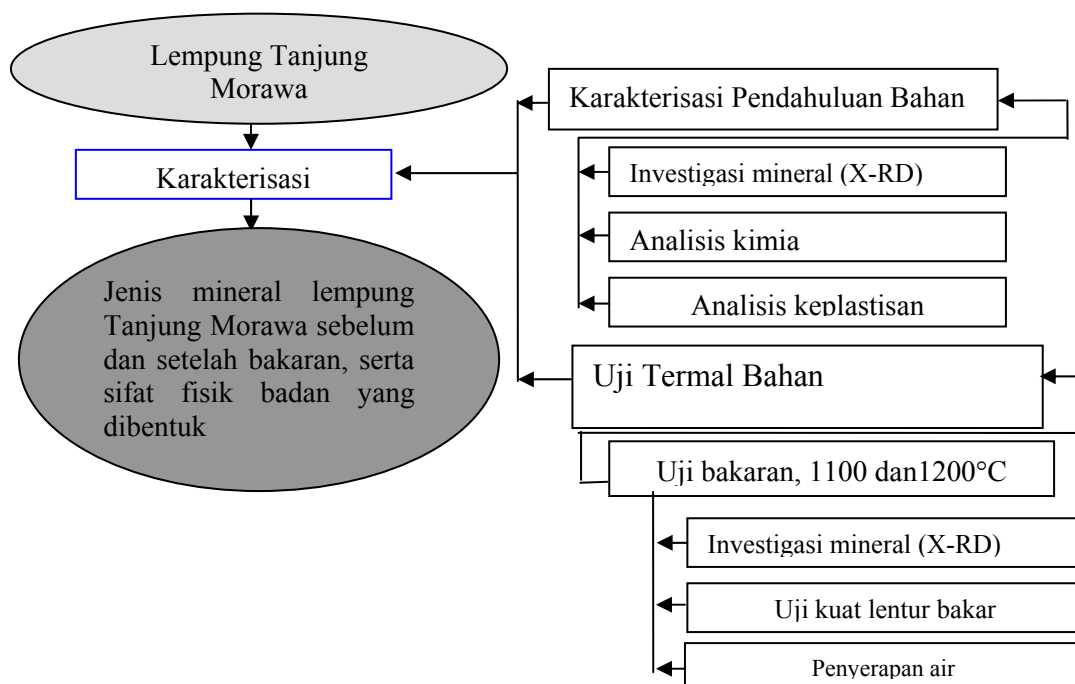
Gambar 1. Peta Tanjung Morawa & sebaran lempung Tanjung Morawa (warna hijau).

METODOLOGI

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah lempung Tanjung Morawa dengan ukuran butir lolos saringan ASTM 80 mesh. Sedangkan peralatan yang digunakan untuk menunjang pelaksanaan penelitian ini adalah saringan ASTM ukuran 80 mesh; alat *Atterberg*; alat *X-Ray Diffractometer* Merk Phillips PW 3710 mpd control; timbangan; oven pengering; cetakan benda coba berbentuk balok 15 x 2,5 x 1,5 cm; dan tungku gas.

Di dalam penelitian “**Sifat Fisik Lempung Tanjung Morawa Berdasarkan Investigasi Difraksi Sinar X Dalam Transformasi Fasa Mineral**” terdapat dua metode utama, yaitu Karakterisasi Pendahuluan Bahan lempung Tanjung Morawa dan Uji Termal Bahan lempung Tanjung Morawa. Karakterisasi pendahuluan bahan lempung Tanjung Morawa sebelum proses pembakaran, ditujukan untuk mengetahui karakteristik awal lempung seperti kandungan mineral lempung Tanjung Morawa, kandungan senyawa kimia lempung Tanjung Morawa, serta sifat fisik keplastisan dari lempung Tanjung Morawa. Karakterisasi pendahuluan bahan lempung Tanjung Morawa ini meliputi investigasi mineral lempung dengan metode difraksi sinar X, untuk mengetahui kandungan mineral yang terdapat dalam lempung tersebut, selanjutnya dilaksanakan analisis kimia dan analisis keplastisan dengan metode *Atterberg* untuk mendukung hasil analisis mineral *XRD*.

Sedangkan uji termal terhadap bahan lempung Tanjung Morawa, ditujukan untuk menelusuri pertumbuhan mineral yang terjadi di dalam lempung Tanjung Morawa setelah proses pembakaran pada temperatur 1100⁰C dan 1200⁰C, serta mengamati sifat fisik dari badan keramik yang dihasilkan. Uji termal ini meliputi investigasi mineral *XRD*, uji kuat lentur bakar dan penyerapan air. Tahapan-tahapan metode penelitian dapat dilihat dalam diagram alir Metode Penelitian, seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.

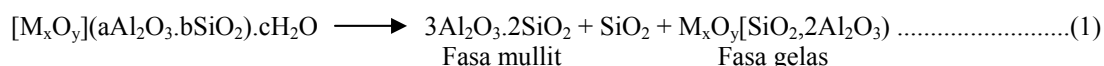


Gambar 3. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Bahan Lempung Tanjung Morawa

Pada Gambar 4 disajikan hasil difraktogram bahan baku lempung Tanjung Morawa sebelum dibentuk dan dibakar menjadi produk keramik. Berdasarkan hasil difraktogram pada Gambar 4, diketahui bahwa bahan baku lempung Tanjung Morawa mengandung mineral felspar, haloysit, montmorillonit, mika dan kuarsa. Komposisi mineral dalam lempung Tanjung Morawa sebelum pembakaran terdiri dari 5 komponen, sehingga pada proses pembakaran akan mengalami transformasi fasa membentuk mullit dan kristobalit (Worral, 1968), sesuai reaksi (1).



M_xO_y = alkali yang terkandung dalam lempung.

Sifat mineral tersebut akan sangat berhubungan dengan sifat fisis lainnya, apabila lempung dibakar pada suhu-suhu tertentu. Pada Tabel 1 disajikan hasil pengujian analisis kimia lempung Tanjung Morawa dengan menggunakan metoda konvensional, seperti titrasi dan didukung dengan metoda Spektrofotometri Serapan Atom/AAS untuk memberikan informasi tentang senyawa-senyawa oksida yang terkandung di lempung Tanjung Morawa. Pada Tabel 2 diberikan informasi mengenai daftar indeks keplastisan *Atterberg*. Analisis keplastisan metode *Atterberg* ialah metode untuk menentukan plastis tidaknya suatu lempung berdasarkan harga ***Indeks Keplastisan Atterberg***.

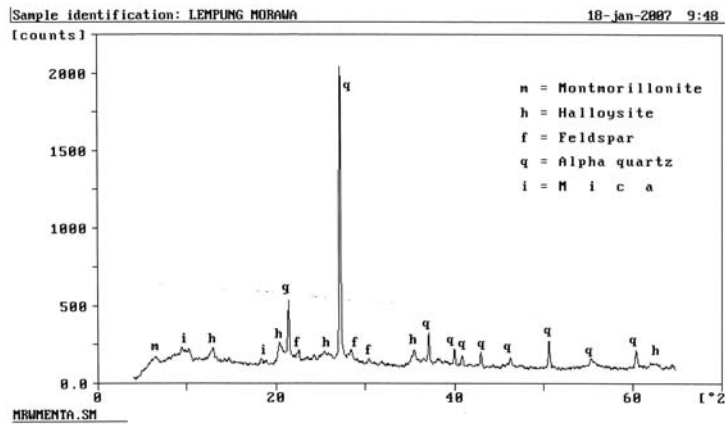
Indeks Keplastisan/Plasticity Index PI lempung Tanjung Morawa adalah 37,84 %, sehingga apabila dibandingkan terhadap harga indeks keplastisan *Atterberg* pada Tabel 2, lempung Tanjung Morawa bersifat sangat plastis dan mudah dibentuk menjadi massa plastis. Hal ini mendukung hasil analisis difraksi sinar X terhadap lempung Tanjung Morawa yang masih asli belum dibakar, menunjukkan adanya mineral montmorillonit yang memiliki sifat keplastisan yang paling tinggi di antara mineral lempung lainnya (Worral, 1968). tentunya akan menyebabkan sifat fisik lempung Tanjung Morawa menjadi lebih plastis.

Karakteristik Thermal Lempung Tanjung Morawa Setelah Dibakar Pada Suhu 1100⁰C dan 1200⁰C

Pada Gambar 5, difraktogram 1 tampak setelah lempung dibakar pada suhu 1100⁰C. Mineral yang dominan terbentuk adalah kristobalit dan mullit, ditunjukkan oleh banyaknya puncak-puncak dari mineral kristobalit dan mullit, pada intensitas puncak yang bervariasi.

Adapun difraktogram kedua pada Gambar 6, mineral yang dominan terbentuk adalah mullit, dengan intensitas puncak bertambah tinggi pada daerah antara 20 – 30 θ, begitu pula dengan puncak mineral kristobalit yang terbentuk memiliki intensitas puncak yang bertambah tinggi secara signifikan. Perubahan tersebut akan mempengaruhi terhadap sifat fisis yang dihasilkan.

Pada Tabel 3 ditampilkan hasil pengamatan perubahan termal dalam lempung Tanjung Morawa dan sifat fisik yang dihasilkan Tanjung Morawa 80 mesh setelah dibakar pada suhu 1100⁰C dan 1200⁰C yang meliputi susut bakar, kuat lentur bakar, peresapan air dan mineral yang tumbuh/terjadi selama proses pembakaran.



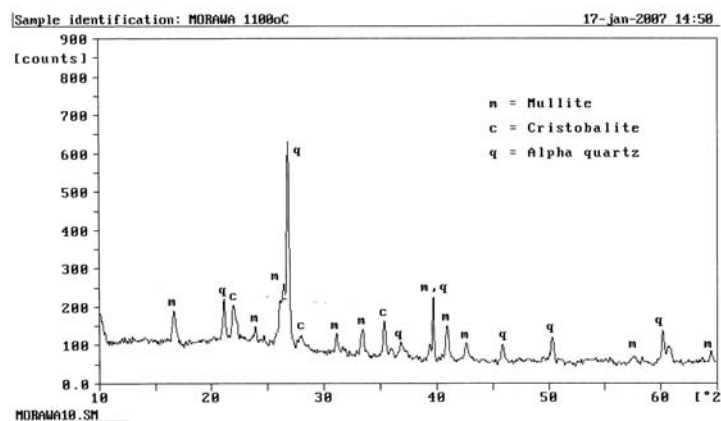
Gambar 4. Difraktogram Lempung Tanjung Morawa Sebelum dibakar

Tabel 1. Hasil Pengujian Analisis Kimia Lempung Tanjung Morawa

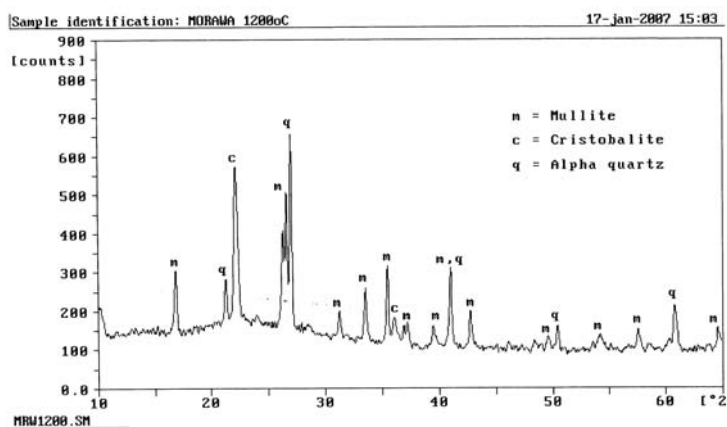
Komponen	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Hilang Pijar
Kadar% Berat	60,51	21,53	1,26	0,13	1,64	1,07	1,09	1,28	11,49

Tabel 2. Daftar Indeks Keplastisan Atterberg

Indeks Keplastisan Atterberg	Jumlah Air Pembentukan (%)	Sifat
> 30	> 28	Sangat plastis
20-30	20-28	Plastis
10-20	< 20	Kurang Plastis
< 10	-	Tidak Plastis



Gambar 5. Difraktogram Lempung Tanjung Morawa setelah dibakar pada suhu 1100°C.



Gambar 6 Difraktogram Lempung Tanjung Morawa setelah dibakar pada suhu 1200⁰C.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Perubahan Termal Terhadap Lempung Tanjung Morawa Setelah Proses Pembakaran Suhu 1100⁰C dan 1200⁰C.

Kode	Suhu (°C)	Susut Bakar (%)	Kuat Lentur Bakar (Kg/cm ²)	Peresapan Air (%)	Hasil Investigasi Difraksi Sinar X
(80 mesh)	1100	10,29	435,91	2,12	Mullite, Cristobalite dan α-Quartz
	1200	10,80	635,92	0,37	Mullite, Cristobalite dan α-Quartz

PEMBAHASAN

Mineral-mineral Potensial dalam Lempung Tanjung Morawa

Kandungan mineral dalam lempung Tanjung Morawa memiliki peranan yang penting dan berbeda dalam pembuatan badan keramik Adapun mineral haloysit, Al₂Si₂O₅(OH)₄.2-4H₂O dan mineral montmorillonit, (Na,Ca)_{0,33}(Al,Mg)₂Si₄O₁₀(OH)₂.nH₂O berfungsi sebagai bahan plastis/pengikat dalam proses pembentukan, kuarsa sebagai bahan pengisi/rangka untuk memberikan kekakuan dan felspar sebagai fluks/bahan pelebur untuk mengikat bahan pengisi/rangka pada temperatur tinggi lebih dari 700⁰C sampai menjadi produk keramik (Nuryanto, 2006). Sedangkan mineral mika yang terkandung dalam lempung Tanjung Morawa disebut sebagai pengotor (*impurities*) dan seringkali ditemukan dalam lempung alam.

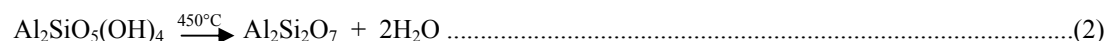
Peranan Senyawa-senyawa Oksida dalam Lempung Tanjung Morawa Sebagai Bahan Untuk Keramik

Berdasarkan data hasil pengujian analisis kimia yang tercantum dalam Tabel 1 bahwa lempung Tanjung Morawa, terdiri atas senyawa-senyawa oksida seperti: SiO₂ dan Al₂O₃, merupakan bahan

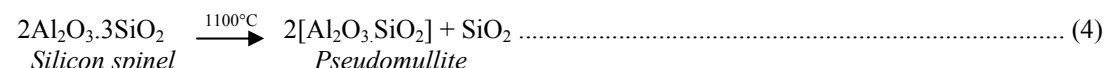
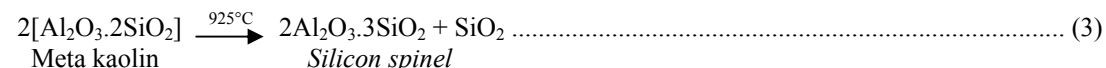
untuk kerangka dalam suatu badan keramik sedangkan komponen kimia lain; Fe₂O₃, TiO₂, senyawa-senyawa oksida yang dapat memberikan warna pada badan keramik; sedangkan senyawa-senyawa alkali oksida lain yang dapat dihasilkan dari mineral felspar, mika atau mineral lainnya menurut Worral (1968) berfungsi sebagai fluks yaitu senyawa yang dapat menurunkan titik lebur dalam proses pembakaran keramik; adapun kandungan senyawa organik dan air, merupakan komponen yang memberikan sifat lempung menjadi lebih plastis.

Pengaruh Panas Terhadap Mineral Lempung dan Material Terhidrat Lainnya

Pengaruh pemanasan terhadap mineral kaolinit (alumino silikat hidrat) yang murni, sangat penting untuk diperhatikan. Worral (1968) menjelaskan bahwa setelah kaolinit melepaskan air yang diserapnya di permukaan pada suhu 105⁰C, kaolinit selanjutnya akan terdekomposisi pada suhu 450⁰C, yang akan melepaskan gugus hidroksilnya (-OH) sebagai air dan berubah menjadi *meta kaolin*, seperti reaksi (2).



Tetapi apabila tidak terjadi kenaikan suhu yang signifikan, maka akan terjadi reaksi *reversible* (balik) yakni perubahan struktur kembali sebagaimana meta kaolin akan terhidrasi menjadi kaolinit. Pada suhu yang lebih tinggi lagi, meta kaolin akan bereaksi membentuk senyawa-senyawa kristal, yang pada hasil akhirnya terbentuk silika bebas (kristobalit) dan mullit, 3Al₂O₃.2SiO₂. Berdasarkan hasil analisis difraksi sinar X, diketahui bahwa pada suhu 1000⁰C, senyawa spinel terbentuk. Sedangkan mullit tidak akan terbentuk, sebelum suhu mencapai 1150-1300⁰C tercapai. Proses secara keseluruhan dapat digambarkan dalam reaksi (3, 4, 5). Hal yang perlu diketahui bahwa silika yang dibebaskan, tidak akan mengalami rekristalisasi menjadi kristobalit di bawah suhu 1350⁰C.⁶⁾



Penjelasan yang dikemukakan oleh Worral (1968) berbeda dengan apa yang dikatakan oleh Norton (1957), yaitu pada suhu 980⁰C, terjadi pertambahan panas yang signifikan (*sharp evolution of heat*) yang disebabkan kristalisasi yang tiba-tiba dari massa yang amorf menjadi mullit, meskipun γ-Al₂O₃ teridentifikasi sebagai fase transisi yaitu massa amorf dihasilkan dari dekomposisi kristal kaolinit setelah suhu 450⁰C. Sebagaimana bertambah tingginya suhu, kristal-kristal mullit tumbuh dan fasa gelas menarik partikel-partikel tersebut, menyebabkan penyusutan dan pada suhu 1200⁰C kristobalit terbentuk/terrekristalisasi dari massa gelas silika.

Seperti halnya kaolinit, dalam mineral montmorillonit air yang terdapat di permukaan lempung hilang pada suhu 105⁰C. Pada suhu 650⁰C, gugus hidroksil -OH dari dalam struktur montmorillonit dilepaskan sebagai molekul air, dengan diiringi perubahan dekomposisi mineral montmorillonit. Dalam hal ini, produk awal hasil dehidrasi tadi adalah kemungkinan terbentuknya massa amorf alumina dan silika (*amorphous alumina and silica*). Di dalam pemanasan dengan suhu yang lebih tinggi, fase spinel akan muncul dan produk akhir setelah pemanasan pada suhu 1400⁰C adalah mullit dan kristobalit (Worral, 1968).

Selain kaolinit, lempung alam secara umum mengandung mineral lain seperti kuarsa dan mika, meskipun sejumlah besar konstituen seperti pirit (FeS - senyawa oksida besi), kalsit (CaCO_3), dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan anatase, (TiO_2) sering ditemukan dalam mineral lempung. Salah satu pengaruh yang terpenting dengan adanya zat pengotor ini adalah adanya ion-ion pelebur (*fluxing ions*), seperti Na, K, Ca dan Mg yang dihasilkan dari mika dan senyawa lain. Kehadiran ion-ion ini akan menurunkan titik lebur suatu sistem (yang terdapat dalam mineral lempung) dan biasanya bereaksi dengan silika secara lambat pada suhu 1100°C untuk membentuk suatu cairan yang kental, yang setelah mengalami proses pendinginan tidak akan membentuk kristal tapi memadat membentuk gelas, yaitu ion-ion pelebur ini akan mengisi ruang kosong di dalam jaringan Si-O. Oleh karena itu, kompleks gelas ini yang menyebabkan terjadinya pengelasan (*vittrification*) dan kekuatan setelah proses pembakaran pada lempung (Worrall, 1968).

Berdasarkan dari penjelasan secara keseluruhan, maka dapat diketahui bahwa pada prinsipnya produk yang dihasilkan dari lempung yang telah dibakar adalah mullit, kompleks gelas, kristobalit jika tidak terlarut oleh cairan fasa gelas/*glassy liquid*, dan sebagian kuarsa yang tidak berubah struktur kristalnya.

Perbandingan Karakteristik Fisik Lempung Tanjung Morawa Setelah Dibakar Pada Suhu 1100°C dan 1200°C

Berdasarkan sistem yang terdapat pada lempung Tanjung Morawa, terjadi reaksi kimia pada suhu tinggi untuk suatu campuran yang terdiri dari mineral lempung, felspar dan kuarsa pada saat dipanaskan secara perlahan, maka perubahan-perubahan fasa mineral akan terjadi. Di bawah suhu 950°C , hanya terjadi perubahan inversi dari *low quartz* menjadi *high quartz* dan pemecahan mineral lempung disertai mulainya terjadi penyusutan. Pada suhu 1000°C , mineral mullit akan mulai terbentuk dari butiran lempung, dan gelas yang terbentuk mulai menarik massa yang terjadi tadi. Selain itu, kuarsa mulai berubah menjadi kristobalit. Pada suhu 1100°C , fasa gelas yang terbentuk lebih banyak yang dihasilkan oleh butiran felspar, dan pori-pori akan menurun/berkurang. Pada suhu 1150°C , pori-pori tetap sedikit; sebagian larutan dari butiran silika terjadi sehingga menyebabkan fasa gelas yang terbentuk lebih banyak. Pada suhu 1200°C , badan/bodi keramik matang dengan porositas hampir menuju nol. Di dalam bentuk *pseudomorph* dari butiran felspar dapat terlihat sejumlah besar jarum-jarum mullit terbentuk yang dihasilkan dari alumina yang berdifusi ke dalam lempung melalui fasa gelas (Norton, 1957).

Produk keramik dibuat dengan proses sinter yaitu proses yang dimulai dengan partikel-partikel halus beraglomerasi; disusul dengan pembakaran untuk mengikat partikel dan membentuk bahan padat. Sebelum sinter, setiap partikel mempunyai permukaan sendiri-sendiri sedangkan setelah sinter, partikel-partikel hanya mempunyai satu permukaan saja, proses ini lebih mudah terjadi pada suhu tinggi yang atom-atomnya dapat bergerak berdifusi untuk mencari titik kontak yang tepat antar partikel. Difusi secara keseluruhan menghasilkan perubahan dimensional benda keramik seperti penyusutan (*shrinkage*) yang diiringi pengurangan porositas (Van vlack, 1983; German, 1996), sebagaimana yang terjadi pada saat kenaikan suhu dari 1100°C ke 1200°C pada Tabel 3, yaitu susut bakar (jumlah) meningkat dan dengan diiringi turunnya daya peresapan air artinya terjadi pengurangan pori-pori. Hal tersebut dapat dijelaskan dengan membandingkan intensitas puncak mineral mullit, kristobalit serta α -*quartz* di daerah $20 - 30 \theta$ dalam setiap difraktogram Gambar 5, 6 pada skala yang sama, sehingga akan terlihat perbedaan tinggi puncak seperti pada yang tampak pada Gambar 7.

Puncak yang muncul dalam suatu difraktogram dapat dijadikan acuan untuk analisis kualitatif yang bersifat kuantitatif, bersifat kualitatif karena puncak yang terbentuk dari hasil perekaman terhadap sudut θ , khas/spesifik untuk mineral tertentu dan bersifat kuantitatif karena memiliki ukuran volume yaitu intensitas yang menunjukkan kuantitas terbentuknya mineral tertentu dalam suatu

sampel. Oleh karena itu, berdasarkan Tabel 4 dapat ditarik suatu informasi bahwa pembakaran lempung pada suhu 1100⁰C dan 1200⁰C, mineral mullit dan kristobalit tumbuh serta berkembang secara signifikan seiring dengan naiknya suhu. Seperti diketahui bahwa mineral kuarsa bebas memiliki sifat mekanik/kekuatan yang lebih rendah daripada mineral mullit dan kristobalit, sehingga kuat lentur bakar lempung Tanjung Morawa bakaran 1100⁰C lebih rendah dibandingkan bakaran 1200⁰C.

Berdasarkan hasil uji secara keseluruhan, lempung Tanjung Morawa dapat digunakan untuk produk-produk keramik seperti keramik hias, *sanitary ware*, *table ware* dan lain-lain. Hal ini karena keberadaan mineral mullit yang memiliki sifat keras dapat memberikan kekuatan mekanis yang besar.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan investigasi difraksi sinar X, lempung Tanjung Morawa sebelum dibakar mengandung mineral felspar, halloysit, montmorillonit, kuarsa dan mika. Pada pembakaran dengan suhu 1100⁰C dan 1200⁰C, mineral-mineral itu telah mengalami transformasi fasa yaitu mullit, kristobalit dan α -quartz sebagai komponen utama lempung. Pertumbuhan mineral mullit dan kristobalit meningkat dengan semakin tingginya suhu bakar. Sifat fisis seperti kuat lentur bakar akan meningkat sebanding dengan jumlah mullit dan kristobalit yang terbentuk, juga susut bakar akan meningkat disertai dengan penurunan peresapan air. Kuat lentur bakar, susut bakar dan peresapan air pada suhu bakar 1100⁰C secara berturut-turut 435,91 Kg/cm²; 10,29 %; dan 2,12 %. Sedangkan kuat lentur bakar, susut bakar dan peresapan air pada suhu bakar 1200⁰C secara berturut-turut 635,92 Kg/cm²; 10,80 %; dan 0,37 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Cameron, N.R., Aspden, J. A., Bridge, D. Mc.C., Djunuddin, A., Ghazali, S. A., Harahap, H., Hariwidjaja, Johari, S., Kartawa, W., Keats, W., Ngabito, H., Rock, N.M.S., Whandoyo, R. 1982. Geologi lembar Medan, Sumatera (The Geology of The Medan Quadrangle, Sumatera), Lembar (Quadrangle) 0619, Sekala (Scale) 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Departemen Pertambangan dan Energi.
- German, R.M. 1996. Sintering theory and practice. John Wiley and Sons.
- Norton, F.H. 1957. Elements of ceramics. Addison-Wesley Publishing Company.
- Nugroho, Totok, Subari. 2006. Analisis transformasi mineral lempung Desa Plambik, Lombok Tengah dengan metode difraksi sinar-X dan scanning electron microscope. Prosiding Seminar Nasional Keramik V "Hasil-Hasil Riset Teknologi Keramik Dalam Mendukung Perkembangan Industri". Bandung. Balai Besar Keramik.
- Nuryanto. 1999. Training on ceramic raw materials and their preparation process for pottery production; Bahan Mentah Keramik Non Plastis. Bandung. Balai Besar Keramik.
- Nuryanto. 2006. Pengetahuan bahan mentah keramik. Bandung. Balai Besar Keramik.
- Tezukaa, Nobuo, Lowa, I.M., Daviesb, I.J., Priorc, M., Studerc, A. 2006. In situ neutron diffraction investigation on the phase transformation sequence of kaolinite and halloysite to mullite. Physica B: 385-386.
- Van vlack, L.H. 1983. Ilmu dan teknologi bangunan (ilmu logam dan bukan logam). Edisi keempat. Jakarta, Erlangga.
- Worral, W.E. 1968. Clays, their nature origin and general properties. London, McLaren & Sons.

Naskah masuk: 3 Oktober 2006

Naskah diterima: 6 Februari 2007