

PENGARUH LAMA WAKTU PENUMBUKAN SECARA VIBRASI TERHADAP STRUKTUR, KAPASITAS TUKAR KATION DAN INDEKS SWELLING BENTONIT

Tasrif, Siti Isnijah, SP

Puslitbang Kimia Terapan - LIPI

Kawasan Puspipetek, Serpong Tangerang 15310

INTISARI

Bentonit merupakan jenis batuan yang mengandung mineral liat, dikenal sebagai montmorillonit yang mempunyai berbagai ragam sifat. Sebelum dipasarkan bentonit terlebih dahulu diolah, antara lain dihaluskan sebelum dikemas. Penghalusan dapat dilakukan secara tradisional, yaitu dengan cara penumbukan menggunakan lumpang (mortar) atau dengan cara yang lebih modern, yaitu penumbukan dengan menggunakan grinder dan vibrating disc mill. Dalam tulisan ini akan dikemukakan pengaruh cara dan lamanya waktu penghalusan bentonit terhadap beberapa sifat karakteristiknya seperti struktur, tekstur, kapasitas tukar kation serta indeks swelling.

Bentonit asal Boyolali-Jawa Tengah diambil sebagai contoh yang dihaluskan dengan menggunakan lumpang dan dengan menggunakan vibrating disc mill yang waktunya divariasi, yaitu; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; dan 12,5 menit. Pengamatan terhadap perubahan sifat bentonit yang sudah dihaluskan dilakukan dengan menganalisis kurva DTA-TGA, spektrum Infrared, difraktogram, kapasitas tukar kation dan indeks swelling.

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengamatan adalah penumbukan yang dilakukan dengan cara tradisional tidak merubah struktur bentonit. Sedangkan penghalusan yang dilakukan dengan menggunakan vibrating discs mill, menurunkan kandungan montmorillonit dalam bentonit, sehingga kapasitas tukar kation dan indeks swelling menurun, serta daya kohesi kristal dalam struktur menjadi lemah. Lama penumbukan dapat merubah montmorillonit dari sifat kristalin menjadi amorf.

ABSTRACT

Bentonite is a kind of mining products, which contains high level of clay mineral as montmorillonite which has several properties. Before marketed it should be pulverized and packed. Pulverizing can be done traditionally by mean of using mortar as well as by modernly used mechanical grinder and vibrating discs mill. Effect of methods and duration of mechanical grinding on the characteristics of product including its structure, cation exchange capacity and swelling index will be presented in this paper.

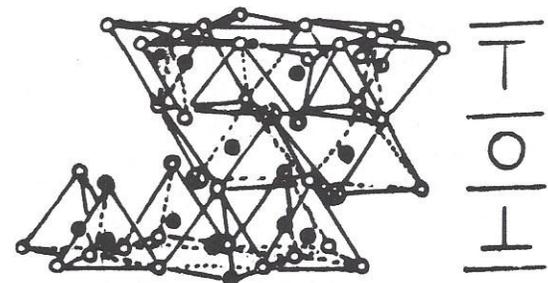
Bentonites was taken from Boyolaly-Central Java and pulverized traditionally as well as modernly in 2.5; 5.0; 7.5; 10 and 12.5 minutes. Alterations of its properties were analyzed by observing its DTA-TGA curve, infrared spectrum, difractogram, cation exchange capacity and swelling index.

Conclusion could be drawn that traditionally pulverizing did not affect on the structure of bentonite. However, the mechanical method using vibrating discs mill decreased montmorillonite content significantly and also decrease the cation exchange capacity, swelling index and cohesion forces hydxyll crystal in molecule structure. Longer grinding process might change the structure of montmorillonite from crystalline to amorf.

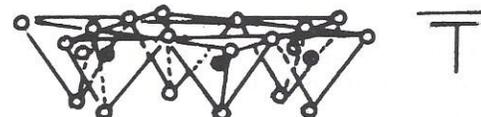
PENDAHULUAN

Bentonit adalah sejenis batuan yang mempunyai kandungan mineral liat golongan smektit yaitu montmorillonit dengan jumlah kandungan cukup tinggi. Montmorillonit menurut Grim (1978) merupakan mineral penyusun utama yang menyebabkan bentonit mempunyai sifat plastis, koloidal, swelling atau mengembang. Selain montmorillonit, mineral lain yang sering ditemukan didalam bentonit adalah kuarsa (quartz), feldspar, ilit, kaolinit dan kristobalit. Gillson (dalam Pusat Penelitian dan Teknologi Mineral, 1987) mendefinisikan bentonit sebagai mineral liat yang terdiri dari 85 % montmorillonit yang mempunyai rumus kimia $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot xH_2O$.

Unit kristal montmorillonit dicirikan oleh lempeng oktahedral alumina yang dijepit diantara dua lempeng silika. Lempeng-lempeng tersebut dihubungkan satu sama lain melalui atom oksigen. Karena terdiri dari 2 lempeng tetrahedral dan 1 lempeng oktahedral, maka mineral ini dikenal sebagai mineral liat tipe 2 : 1. Grim (1978) memberikan sketsa dari struktur montmorillonit, seperti Gambar 1 berikut:



Kation dapat dipertukarkan
 xH_2O



○ = Oksigen ⊕ = OH ● = Al, Fe, Mg ○/∅ = Si atau Al T = Tetrahedral
O = Otahedral

Gambar 1. Sketsa Struktur Montmorillonit

Dari data-data yang dikumpulkan Grim dan Guven (1978), kapasitas tukar kation (KTK) berbagai bentonit bervariasi dari 60–135 miliekivalen/100 g bentonit, dan bentonit mempunyai luas permukaan sekitar 600–800 m²/g. Besarnya KTK dan luas permukaan ini menjadikan bentonit memiliki sifat koloidal yang tinggi.

Tan (1982) juga menyatakan bahwa, ikatan oksigen antar unit kristal montmorillonit yang lemah mengakibatkan kontakannya dengan air menimbulkan terjadinya regangan antar lapisan, karena desakan air yang mengisi ruang antar lapisan kristal montmorillonit. Hal ini menjadikan volume bentonit menjadi mengembang (swelling) 15 hingga 25 kali bila dibasahi.

Didalam lempeng tetrahedral montmorillonit, sebagian ion Si⁴⁺ digantikan oleh Al³⁺ dan di dalam lempeng oktahedral, sebagian kation Al³⁺ digantikan oleh kation-kation Fe²⁺ atau Mg²⁺ (Clarke, 1985). Fenomena ini disebut substitusi isomorfik. Substitusi isomorfik menimbulkan muatan negatif yang dinetralkan oleh kation-kation seperti Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ dan K⁺. Kation-kation tersebut pada umumnya berada dalam ruang antar lapisan. Kristal liat silikat bermuatan negatif ini biasa disebut misel. Dengan berbagai ragamnya sifat-sifat bentonit ini, maka mempelajari sifat-sifat montmorillonit penting dalam studi mengenai bentonit.

Sebelum dipasarkan batuan bentonit terlebih dahulu diolah dengan berbagai tahapan, diantara tahapan tersebut adalah penghalusan sebelum dilakukan pengemasan. Penghalusan dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai cara dan berbagai alat, seperti penghalusan menggunakan penumbukan secara tradisional untuk skala kecil (skala rumah tangga) dalam rangka pelaksanaan padat karya, dan penghalusan menggunakan alat-alat besar dan modern, seperti grinder dan vibrating discs mill untuk skala industri.

Bentonit sebagai bahan baku suatu produk industri, dituntut mempunyai karakterisasi yang sesuai dengan kebutuhan akan mutu dari produk yang dihasilkan. Salah satu penggunaan bentonit yang sudah dikembangkan adalah untuk pembuatan bahan aditif cat dan bahan adsorben dalam penanganan limbah. Spesifikasi bentonit yang diminta untuk keperluan ini berkaitan dengan struktur, kapasitas tukar kation serta indeks swelling (pengembangan). Untuk itu dipandang perlu mengamati pengaruh pra-proses yang mungkin berpengaruh terhadap karakterisasi bentonit tersebut.

BAHAN DAN METODA

1. Bahan

Bentonit yang dipergunakan dalam penelitian ini berasal dari daerah Boyolali-Jawa Tengah. Penghalusan dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Penghalusan dengan menggunakan lumpang (mortar), kemudian dilakukan pengayakan dan diambil butiran yang lolos ayakan 200 mesh dan diberi kode BO.

2. Penghalusan dengan menggunakan vibrating discs mill (laboratory discs mill, LDM type T-100, merek Kawasaki-Sieb) dengan variasi waktu; 2,5 menit (B2,5); 5,0 menit (B5); 7,5 menit (B7,5); 10,0 menit (B10); dan 12,5 menit (B12,5).

Selanjutnya dilakukan analisis terhadap struktur, kapasitas tukar kation (KTK) dan indeks swelling.

2. Metoda Percobaan

Kurva DTA dan TGA

Differential thermal dan thermogravimetric analyzer (DTA/TGA) merek "Shimadzu", digunakan untuk mengamati puncak-puncak endotermis-eksotermis serta kehilangan berat karena pengaruh panas, yaitu untuk mengetahui kehilangan air dalam bentuk air teradsorpsi (H₂O bebas) dan dalam bentuk struktur hidroksil atau air kristal (H₂O terikat).

Sebanyak 15 mg serbuk bentonit ditempatkan masing-masing pada alat DTA dan TGA, kemudian dilakukan pemanasan hingga 950°C dengan kecepatan pemanasan 10°C/menit dan aliran gas nitrogen 30 ml/menit.

Spektrum Infrared (IR)

Spektrum IR diperoleh dengan membuat pellet tembus cahaya, yaitu dengan mencampurkan 1 mg bentonit dengan 99 mg KBr dan ditempatkan didalam die set dan ditekan dengan penekan hidrolik merek "Carver" dengan tampaan 9 ton, selanjutnya pellet dianalisis menggunakan spektrofotometer FT-IR merek "Perkin Elmer 16 PC". Spektrum IR diharapkan dapat memberikan informasi tentang perubahan vibrasi dari pita Si-O serta perubahan struktur yang terjadi didalam montmorillonit.

Difraktogram

Difraktogram diperoleh menggunakan alat difraktometer "Philips", dengan sumber sinar radiasi CuK α ($\lambda=0,154$ nm) dan filter Ni pada 40 KV dan 20 mA. Sejumlah serbuk bentonit ditempatkan pada tempat sampel, kemudian dibuat difraktogramnya.

Difraktogram yang dihasilkan digunakan untuk mengamati perubahan tinggi rendahnya intensitas puncak-puncak dari montmorillonit (M) serta perubahan tekstur dari bentonit tersebut.

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Uji kapasitas tukar kation dilakukan dengan cara, sejumlah bentonit (0,5 g) dimasukkan ke dalam tabung sentrifuse, ditambahkan 10 ml Na-Asetat 1M-pH 8,2, dikocok 15 menit dan selanjutnya dibiarkan semalam. Sentrifuse dilakukan selama 10 menit dan supernatannya dibuang. Proses diatas diulangi sebanyak 5 kali. Selanjutnya bentonit dicuci dengan isopropil alkohol dari sisa Na⁺ yang tidak bereaksi. Ion Na⁺ yang bereaksi dengan bentonit kemudian dilepaskan dengan pengocokan menggunakan amonium asetat 1 M dengan pH 7 dan larutan supernatan ditampung. Selanjutnya dilakukan pengeringan sisa amonium dengan cara pemanasan. Endapan yang tertinggal dilarutkan dengan aquabidest dan diencerkan hingga

volumenya tepat 100 ml dalam labu takar 100 ml. Ion Na^+ yang dilepaskan dianalisis menggunakan alat ion exchange chromatography merek "Hitachi" dengan conductivity detector L-3720 dan pompa L-6200 Intelligent pump. Eluen yang digunakan untuk mengelusi ion Na^+ adalah HNO_3 1,6 mM.

Indeks Swelling

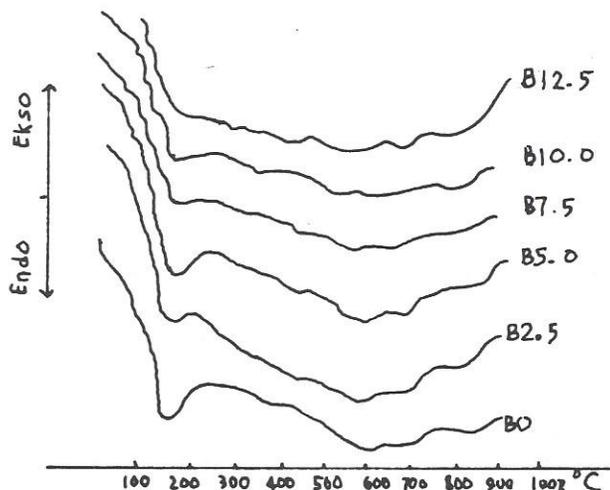
Indeks swelling ditentukan dengan cara; sebanyak 100 g serbuk bentonit hasil penumbukan dengan variasi waktu penumbukan, direaksikan masing-masing dengan larutan 2N; NaCl , CaCl_2 , dan HCl , selanjutnya bentonit dalam berbagai bentuk ionik dicuci dan dibebaskan dari ion Cl^- . Masing-masing hasil reaksi diberi kode BNa, BCa dan BH.

Sebanyak 2 g serbuk bentonit kering hasil reaksi, dimasukkan ke dalam gelas ukur 100 ml, kemudian ditambahkan air destilasi sebanyak 100 ml dan didiamkan semalam. Perbedaan volume padatan terdekantasi setelah dan sebelum ditambahkan air merupakan nilai indeks swelling relatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

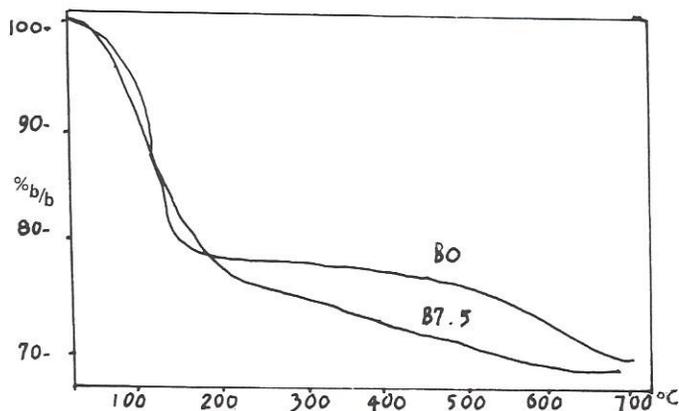
Analisis DTA menghasilkan termogram yang ditunjukkan pada Gambar 2. Bentonit hasil penumbukan secara tradisional (BO) dan hasil penumbukan menggunakan vibrating discs mill yang dilakukan selama 2,5 dan 5 menit memperlihatkan tiga puncak endotermik yang tajam, yaitu pada suhu antara 100-200°C, didaerah suhu 580°C dan 680°C. Didaerah antara 100-200°C terjadi pelepasan molekul air bebas (H_2O bebas) atau air teradsorpsi, sedangkan pada suhu 580°C dan 680°C terjadi pelepasan air kristal (H_2O terikat) yang berbentuk struktur hidroksil yang disebut dengan proses dehidroksilasi.

Lamanya waktu penumbukan terhadap bentonit menyebabkan pita-pita dehidroksilasi dan panas absorpsi akan semakin lebar, seperti yang ditunjukkan pada sampel B10,0 dan B12,5. Perubahan garis dasar (baseline) endotermis dari daerah 200-700°C menunjukkan telah terjadinya transformasi struktur bentonit.



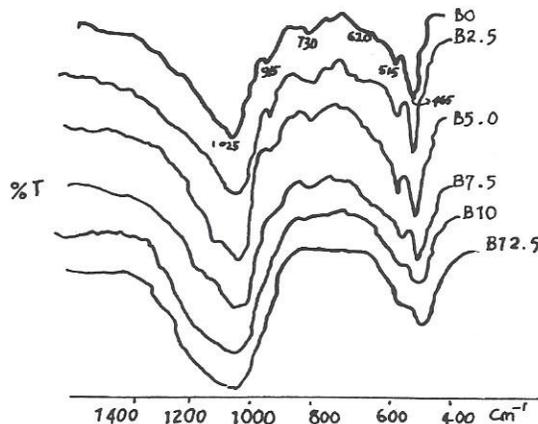
Gambar 2. Differential Thermogram BO hingga B12,5

Analisis TGA dari sampel bentonit BO dan B7,5 menghasilkan termogram seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Sampel bentonit BO memberikan termogram dimana pelepasan molekul air bebas secara keseluruhan terjadi pada suhu 200°C yang menunjukkan adanya penurunan berat yang tajam. Sedangkan dehidroksilasi terjadi pada suhu 500°C - 700°C yang berlangsung secara bertahap. Pada sampel bentonit B7,5 penurunan berat berlangsung secara terus menerus, berarti proses dehidroksilasi sudah dimulai lebih awal dibandingkan dengan BO. Hal ini menunjukkan bahwa, pada penumbukan mekanis dengan menggunakan vibrating discs mill menyebabkan ikatan air dalam bentuk hidroksil melemah.



Gambar 3. Termogram BO dan B7,5

Gambar 4 menunjukkan spektrum infra-red (IR) dari sampel bentonit yang dihaluskan secara tradisional (BO) dan bentonit yang dihaluskan menggunakan vibrating discs mill. Dengan semakin lama waktu penumbukan bentonit, mengakibatkan perubahan dan pelebaran pita vibrasi dari Si-O, hal ini membuktikan telah terjadinya perubahan struktur serta tekstur dari bentonit. Pita pusat Si-O pada 1025 cm^{-1} bergeser ke arah panjang gelombang yang lebih besar, hal yang sama dialami adalah pada struktur tetrahedral dan oktahedral pada daerah 915-15 cm^{-1} , yaitu semakin lama waktu penumbukan, maka struktur montmorillonit akan berubah dan gaya kohesi antara lapisan oktahedral dan lapisan tetrahedral silikat semakin mengecil dan spektrum sampel B12,5 semakin lama semakin melebar dan berpusat pada 1100 cm^{-1} .



Gambar 4. Spektrum Infrared BO hingga B12,5

DAFTAR BACAAN

1. Grim, R.E. and Guven Bentonites; Geology, Mineralogy, Properties and Uses, 2nd Ed., Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 217-232, (1978).
2. PPTM., Bahan Galian Industri Bentonit, Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung, (1987).
3. Clark, G.M; Special Clay. Industrial Mineral, September, New York, 25-51, (1985).
4. Tan, K.H.; Principles of Soil Chemistry, 1st Ed., Marcel Dekter, New York, 112 ñ 164, (1982).
5. Woral, W.E; Clays, Their Nature, Origin and General Properties, Maclaren and Sons, London, 46- 61, (1973).
6. Borchardt, G; Minerals in Soil Environment, 2nd Ed., J.B. Dixon and S.B. Weed (eds), Soil Sci. Soc. Am., Madison Wisconsin, 674-719, (1989).