



Karakterisasi fisik dan kimiawi bentonite untuk membedakan natural sodium bentonite dengan sodium bentonite hasil aktivasi

Cecep Ruskandi*, Ari Siswanto, R. Widodo

Jurusan Teknik Pengecoran Logam, Politeknik Manufaktur Bandung
Kota Bandung, 40135, Indonesia
Email: cecep@polman-bandung.ac.id

Manuscript Received: January 10, 2020; Accepted: February 26, 2020

Abstrak

Bentonit adalah mineral yang cukup luas penggunaannya baik dalam bidang pertambangan maupun sebagai pengikat pasir cetak dalam bidang pengecoran logam. Secara alami bentonite ada dua jenis yaitu Na bentonite (*swelling bentonite*) dan Ca bentonite (*non swelling bentonite*). Melalui aktivasi menggunakan Na_2CO_3 terjadi pertukaran kation Ca oleh Na sehingga dihasilkan Na bentonite hasil aktivasi (*activated Na bentonite*). Penelitian ini dilakukan untuk menemukan karakteristik pembeda antara Na bentonite yang alami terhadap Na bentonite hasil aktivasi menggunakan berbagai metode karakterisasi yaitu XRD, SEM/EDS, pengujian indeks *Swelling*, titrasi, serta uji reaksi identifikasi. Na bentonite alami diberi kode sampel A, sedangkan Na bentonite hasil aktivasi diberi kode sampel AC. Hasil pengujian XRD menunjukkan bahwa pada bentonite alami tersusun atas senyawa montmorillonit dan senyawa yang mengandung Al, Si dan O. Bentonite hasil aktivasi tersusun atas senyawa montmorillonit dan kwarsa. Hasil pengujian SEM/EDS menunjukkan bahwa Na bentonite hasil aktivasi memiliki morfologi permukaan butiran yang lebih halus daripada bentonite alami. Na bentonite alami ternyata memiliki nilai indeks swelling lebih besar daripada Na bentonite hasil aktivasi. Indeks swelling Na bentonite alami berkisar antara 29 – 35 ml, sedangkan indeks *swelling* bentonite hasil aktivasi berkisar antara 15 – 22 ml. Hasil pengujian titrasi mengindikasikan bahwa pada Na bentonite hasil aktivasi mengandung anion CO_3^{2-} lebih banyak berdasarkan volume asam HCl yang terpakai dalam titrasi yaitu 2-10 ml dibandingkan Na bentonite alami yaitu 0,5 – 1 ml. Reaksi identifikasi anion menunjukkan pada Na bentonite hasil aktivasi terjadi gelembung gas yang tidak ditemukan pada sampel Na bentonite alami.

Kata kunci : Na bentonite, alami, aktivasi, morfologi, indeks *swelling*, gelembung

Physical and chemical characterization of bentonite to distinguish natural sodium bentonite from activated sodium bentonite

Abstrack

Bentonite is a mineral that widely used both in the mining sector and in the foundry industry as a molding sand binder. Naturally, there are two types of bentonite namely Na bentonite (swelling bentonite) and Ca bentonite (non swelling bentonite). Through activation using Na_2CO_3 , Ca cation is exchanged by Na cation resulting in activated Na bentonite. The study was conducted to find the distinguishing characteristics between natural Na bentonite against activated Na bentonite using various characterization methods, namely XRD, SEM / EDS, Swelling index testing, titration, and identification reaction tests. Natural bentonite Na is designated as sample A, while activated bentonite Na is designated as AC. XRD test results showed that the natural bentonite is composed of montmorillonite compounds and other compounds containing Al, Si and O elements. while the activated bentonite is composed of montmorillonite and quartz. SEM / EDS test results that activated Na bentonite has a finer surface morphology than that of natural bentonite. Natural Na bentonite appears to have a swelling index value greater than that value of activated Na bentonite. The swelling index of natural Na bentonite ranges from 29 to 35 ml while it is of activated Na bentonite ranges from 15 to 22 ml. The result of titration test indicate that the activated Na bentonite contains more CO_3^{2-} anions based on the volume of HCl acid used in the titration which is 2-10 ml compared to natural Na bentonite which is 0.5-1 ml. Anion identification reaction shows that gas bubbles appear in activated Na bentonite while it did not in natural Na bentonite sampel.

Keywords: Na Bentonite, natural, activated, morphology, swelling index, gas bubbles.

1. Pendahuluan

Bentonit adalah koloid alam dari silikat aluminium terhidrasi. Bentonit memiliki kemampuan mengembang, sifat penukar ion, luas permukaan yang besar dan mudah menyerap air.

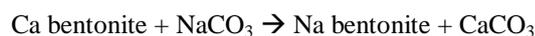
Selain itu, adanya keasaman permukaan bentonit terkait dengan asam Bronsted dan asam Lewis memungkinkan penggunaan bentonit sebagai katalis. Bentonit merupakan salah satu jenis mineral yang memiliki beragam manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Bentonite dapat digunakan sebagai bahan

pengikat pada pasir cetak pengecoran, bahan baku pembuatan semen, keramik, kosmetik, krayon serta sebagai adsorben, bidang farmasi, dan lain sebagainya [1]. Bentonit sendiri terdiri dari 2 kelompok, yaitu sodium bentonit (*swelling bentonite*) dan calcium bentonit (*nonswelling bentonite*) [2].

Sodium bentonit mengandung relatif lebih banyak ion Na^+ dibandingkan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Bentonit ini dapat mengembang hingga 8-15 kali apabila dicelupkan ke dalam air dan tetap terdispersi beberapa waktu di dalam air [3]. Posisi pertukaran ion terutama diduduki oleh ion natrium. Penggunaan utama bentonit adalah sebagai lumpur pembilas pada kegiatan pengeboran, pembuatan pelet biji besi, penyumbat kebocoran bendungan dan kolam. Selain itu, digunakan juga dalam industri minyak sawit, farmasi dan sebagai bahan pengikat pasir cetak pengecoran logam. Area penghasil utama sodium bentonit di dunia adalah dari negara bagian Wyoming, Montana, dan South Dakota USA [1].

Calcium bentonit mengandung lebih banyak ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dibandingkan dengan ion Na^+ . Calcium bentonit kurang menyerap air, tetapi secara alamiah ataupun setelah diaktifkan, mempunyai sifat menghisap yang baik dan tetap terdispersi dalam air [3]. Posisi pertukaran ion lebih banyak diduduki oleh ion calcium dan magnesium. Ca bentonit dipergunakan sebagai bahan pemucat warna pada proses pemurnian minyak goreng, katalis pada industri kimia, zat pemutih, zat penyerap dan sebagai filler pada industri kertas dan polimer. Ca bentonite dihasilkan dari berbagai wilayah pertambangan di hampir seluruh penjuru dunia, termasuk di Indonesia yang tersebar di P. Jawa, P. Sumatera, sebagian P. Kalimantan dan P. Sulawesi dengan cadangan diperkirakan lebih dari 380 juta ton [4].

Pada aplikasinya di industri, untuk mendapatkan karakteristik *swelling* yang baik calcium bentonite diaktifasi menjadi *activated* sodium bentonite melalui proses pertukaran ion dengan mencampurkan bahan kimia natriumcarbonat (Na_2CO_3) sehingga calcium bentonite tertransformasi menjadi sodium bentonite. Reaksi aktivasi Ca bentonite menjadi Na bentonite adalah sebagai berikut [5]:



Disebut dengan *activated* sodium bentonite [6][7]. Na bentonit yang diperoleh dari hasil aktivasi tidak sepenuhnya memiliki karakteristik sama dengan Na bentonit alami [6]. Na bentonit alami memiliki luas permukaan $< 100\text{m}^2/\text{g}$ sedangkan Na bentonit hasil aktivasi memiliki luas permukaan $>100\text{m}^2/\text{g}$ [8]. Dalam penggunaannya, untuk lebih mendekati sifat-sifat dari *activated* Na bentonite ke Na bentonite alami, khususnya sebagai binder pasir cetak di industri pengecoran logam, Na bentonite

alami dicampurkan ke dalam *activated* Na bentonite. Dalam aspek ekonomi khususnya di Indonesia, Na bentonit alami seharusnya memiliki harga yang relatif lebih murah. Akan tetapi, pada kenyataannya harga bentonit ini masih tetap tinggi karena dianggap sebagai bentonit hasil aktivasi. Hal tersebut terjadi karena sangat minimnya pengetahuan tentang karakteristik yang membedakan antara kedua jenis bentonit tersebut. Beberapa penelitian terhadap material bentonit yang sudah dilakukan di antaranya yaitu oleh Arief Rahman yang melakukan sintesis dan karakterisasi organolempung dari bentonite Indonesia dengan menggunakan peralatan FTIR, XRD dan SEM serta kuantifikasi kapasitas tuka kation (KTK) [9]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Buchari dan muji Harsini yang mengkarakterisasi bentonit Pacitan untuk mengetahui komposisi kimia, sifat fisik dan sifat kimia bentonit tersebut [10]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Abdullahi S.L dan Audu yang mengkarakterisasi bentonit yang berasal dari Ashaka dan Tango negara bagian Gombe, Nigeria menggunakan peralatan XRF, XRD, IR dan SEM [11].

Penelitian ini dilakukan untuk menemukan karakteristik pembeda antara Na bentonite alami terhadap Na bentonite hasil aktivasi yang berasal dari dua pemasok berbeda. Na bentonit alami menurut pemasoknya didapatkan dari daerah Wyoming, Amerika. Adapun beberapa karakteristik bentonit yang akan diteliti pada penelitian ini adalah indeks *swelling*, morfologi butiran, kandungan fasa atau senyawa penyusun bentonit dan keberadaan anion karbonat.

2. Metode Penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas dua jenis yaitu sampel Na bentonite alami yang diberikan kode sampel A dan satu lagi yaitu Na bentonit hasil aktivasi yang diberikan kode sampel AC. Sampel A keadaan awalnya berbentuk batuan kecil atau bongkahan. Sebelum dilakukan proses pengujian, dilakukan preparasi terhadap sampel ini secara mekanik hingga menjadi bentuk serbuk yaitu dengan cara peremukan, penggerusan menggunakan *ball mill* dari bahan logam serta pengayakan (*meshing*) hingga lolos saringan 200 mesh. Selama proses preparasi, temperatur sampel dijaga tetap pada temperatur ruang agar tidak terjadi panas berlebih sehingga akan mengubah sampel secara kimiawi. Sedangkan sampel AC sudah berbentuk serbuk dan tidak perlu persiapan penggerusan dan pengayakan, tetapi hanya penyimpanan untuk menghindari kelembaban.

Karakterisasi fisik bentonit yaitu analisis morfologi butiran. Setiap sampel bentonite dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM). *Scanning Electron Microscope* (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang digunakan untuk menyelidiki permukaan dari objek solid secara langsung. SEM

memiliki perbesaran 10 – 3000000x, *depth of field* 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm [12]. SEM banyak dipergunakan untuk keperluan penelitian dan industri karena memiliki keunggulan perbesaran yang tinggi, *depth of field* yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi, serta morfologi permukaan sampel [13]. Pada penelitian ini alat SEM yang dipergunakan adalah Hitachi seri SU 3500 yang ada di Jurusan Teknik Pengecoran Logam Polman Bandung. Pengamatan morfologi dilakukan pada rentang pembesaran 50 hingga 300 kali. Pengambilan gambar dilakukan pada pembesaran 3000 kali dan 50 kali serta tegangan 3 kV. Pengujian dan analisis SEM dilakukan untuk mendapatkan data kualitatif mengenai morfologi dan ukuran butiran bentonite yang alami dan yang telah diaktivasi.

Pengujian indeks *swelling* juga merupakan metoda karakterisasi fisik bentonit. Indeks *Swelling* menunjukkan kemampuan mengembang bentonite apabila kontak dengan air. Indeks *Swelling* dianggap sebagai indikator yang baik oleh para ahli untuk menilai kualitas bentonite. Semakin besar nilai indeks *swelling* maka kualitas bentonite semakin bagus. Pengujian ini dilakukan mengikuti standar ASTM D5890 yaitu tentang *Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners* [14]. Pengujian dilakukan dengan cara menimbang 2 gr sampel bentonite yang kering dan halus yang ditaburkan ke dalam aquades hingga 100 ml secara bertahap tiap 0,1 gr. Jeda waktu antar tiap penambahan bentonite minimal 10 menit untuk memberikan kesempatan kepada bentonite agar mengalami hidrasi sepenuhnya dan mengendap sempurna di dasar gelas ukur. Tahap tersebut dilakukan secara berulang sampai seluruh bentonite (2gr) masuk semuanya ke dalam gelas ukur. Sampel yang diuji kemudian ditutup dan dibiarkan selama 16 hingga 24 jam. Setelah waktu tersebut tercapai, catat volume pengembangan (*swelling*) bentonite dalam ml dengan toleransi hingga 0,5 ml. Data indeks *swelling* setiap sampel dianalisis berdasarkan referensi sehingga dengan cara tersebut Na bentonite yang alami dan Na bentonite hasil aktivasi dapat diverifikasi.

Metode karakterisasi kimiawi bentonit mencakup pengujian dengan XRD, titrasi dan reaksi identifikasi. Pengujian XRD dilakukan untuk mendapatkan pola difraksi setiap sampel yang diuji kemudian dianalisis sehingga akan diketahui jenis senyawa apa saja yang terdapat di dalam sampel. Pengujian dengan XRD ini selain untuk menemukan perbedaan pola difraksi antara natural sodium bentonite dengan *activated* bentonite juga untuk menelusuri keberadaan senyawa CaCO₃ yang bisa dijadikan sebagai bukti adanya proses aktivasi dengan menggunakan Na₂CO₃. Pengujian dilakukan pada rentang sudut 2θ antara 10° hingga 80°. Sumber radiasi yang digunakan yaitu Cu Kα (λ = 1,54060 Å), 40 kV dan 40 mA.

Pengujian lain yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian titrasi. Dalam konteks titrasi yang berhubungan dengan reaksi asam dan basa, ada jenis titrasi yang disebut dengan titrasi asidimetri [15]. Aplikasi titrasi asidimetri salah satunya digunakan untuk menentukan konsentrasi atau kadar Na₂CO₃ (soda abu) dengan menggunakan asam HCl yang telah ditentukan konsentrasinya. Sebagai indikator perubahan warna yang digunakan pada titrasi tersebut adalah Methyl Orange yang akan menunjukkan perubahan warna dari kuning menjadi jingga ketika titik akhir titrasi sudah tercapai [16].

Pengujian titrasi dalam penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menelusuri keberadaan ion CO₃²⁻ sebagai pelengkap terhadap hasil uji XRD yang mempertegas ada tidaknya proses aktivasi sebelumnya terhadap sampel bentonite yang diuji. Keberadaan ion CO₃²⁻ biasanya ditandai oleh munculnya gelembung atau buih pada sampel. Metode pengujian titrasi ini mengacu kepada metoda penentuan alkalinitas Na₂CO₃ atau penentuan kadar Na₂CO₃ yang merupakan bagian dari prosedur pengujian tepung bentonite [17]. Detail prosedur pengujian tersebut adalah sebagai berikut. Siapkan asam HCl 0,1N dengan cara menambahkan 8,6 ml HCl pekat ke dalam 1 liter aquades. Kemudian timbang sebanyak 2 gram sampel lalu masukkan ke dalam wadah. Selanjutnya, larutkan dalam 500 ml aquades. Ambil 50 ml larutan sampel tersebut kemudian masukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan tambahkan indikator methyl orange. Lalu larutan tersebut dititrasi dengan HCl 0,1N yang sudah disiapkan hingga mencapai perubahan warna. Untuk menghitung kadar Na₂CO₃ yang didapatkan dari proses titrasi dapat menggunakan rumus.

$$\%Na_2CO_3 = \frac{V_t \times N_{HCl} \times BE \times V_1 \times 100\%}{W \times V_2} \quad (1)$$

V_t Volume titrasi

N Normalitas HCl sebenarnya

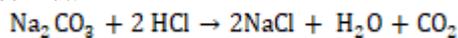
BE Berat ekivalen Na₂CO₃

V₁ Volume Na₂CO₃ yang dibuat

V₂ Volume Na₂CO₃ yang dipipet

Metode karakterisasi lain dalam penelitian ini adalah reaksi identifikasi. Reaksi identifikasi merupakan reaksi kimia yang bertujuan untuk mengetahui keberadaan suatu zat (ion/gugus) dalam suatu sampel tertentu [18]. Pada analisis kimia kualitatif ini salah satunya adalah metoda menentukan anion-anion tertentu yang terdapat di dalam sampel melalui uji golongan dan uji penegasan dengan menggunakan beberapa pereaksi-pereaksi tertentu yang disebut dengan pereaksi golongan dan pereaksi spesifik [19]. Di antara anion yang dapat diidentifikasi dengan cara ini adalah anion karbonat CO₃²⁻ dan hydrogen karbonat HCO₃⁻. Untuk penentuan CO₃²⁻ dan HCO₃⁻, bahan dalam

keadaan aslinya ditambahkan HCl encer kalau perlu disertai pemanasan. Akan terbentuk H_2CO_3 yang terurai karena pemanasan, menghasilkan gas CO_2 . Selanjutnya, dilakukan pengujian untuk mengetahui keberadaan CO_2 itu. Contoh reaksi senyawa karbonat dengan asam HCl yang menghasilkan senyawa karbonat adalah reaksi batu kapur ($CaCO_3$) dengan HCl [20]. Pada pengujian reaksi identifikasi, setiap sampel (bentonite A dan bentonite AC) dilarutkan dalam air *aquades* yang sebelumnya telah dididihkan kemudian disimpan dalam wadah tertutup untuk menghilangkan kemungkinan adanya gas CO_2 di dalamnya. Selanjutnya, sebanyak ± 2 ml dari setiap sampel diambil kemudian dimasukkan ke dalam tabung uji yang terpisah. Ke dalam masing-masing tabung uji kemudian ditambahkan asam HCl. Pengamatan dilakukan untuk melihat apakah terjadi gelembung-gelembung gas sebagai hasil reaksi antara larutan dengan HCl. Jika terjadi gelembung gas menandakan bahwa larutan tersebut mengandung anion karbonat. Anion karbonat ini ketika bereaksi dengan HCl akan menghasilkan gas CO_2 sebagaimana dijelaskan melalui persamaan reaksi berikut.



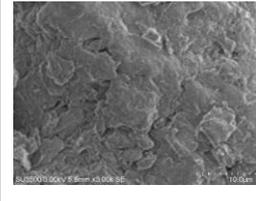
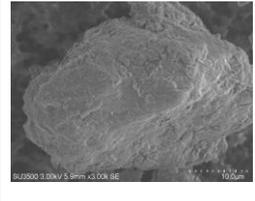
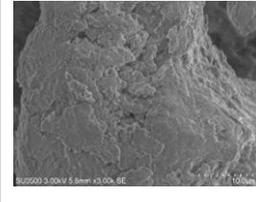
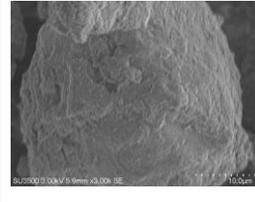
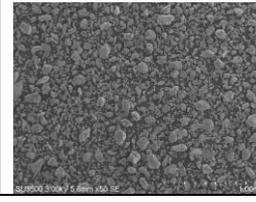
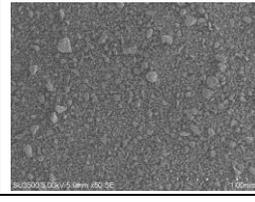
Untuk menangkap dan memastikan gas CO_2 ini gas yang timbul dilewatkan ke dalam larutan $Ba(OH)_2$. Apabila gas yang lewat tersebut adalah gas CO_2 , maka akan terbentuk endapan $BaCO_3$ (Barium Carbonat) berwarna putih [21][22].

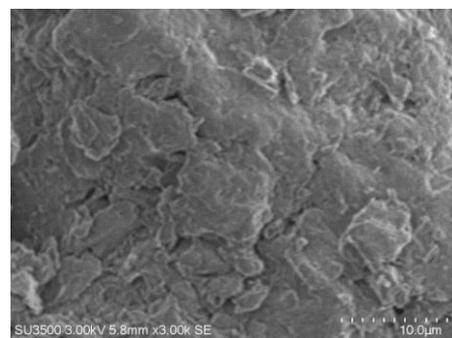
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil pengujian SEM

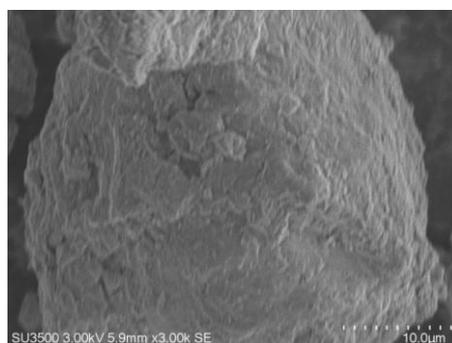
Morfologi butiran yang diperoleh melalui pengujian SEM terhadap masing-masing sampel bentonit diperlihatkan pada tabel 1. Baris pertama dan kedua pada tabel tersebut memperlihatkan perbandingan tingkat kekasaran permukaan kedua jenis bentonit, sedangkan baris ketiga memperlihatkan perbandingan besar ukuran butir bentonit. Ukuran butiran bentonit alami (sampel B) lebih besar dibandingkan ukuran butiran bentonit hasil aktivasi (sampel AC). Kemudian permukaan butir bentonit alami (natural sodium bentonit) tampak lebih kasar daripada permukaan bentonit hasil aktivasi. Gambar 1 memperlihatkan bahwa butiran bentonit alami memiliki relief atau perbedaan bagian permukaan tinggi terhadap permukaan rendah yang lebih kontras dibanding permukaan bentonit hasil aktivasi. Relief atau perbedaan tinggi rendahnya permukaan butiran bentonit menjadi ukuran untuk menilai tingkat kekasaran permukaan. Pemrosesan yang dialami bentonit ketika proses aktivasi bisa menjadi penyebab perubahan morfologi butiran bentonit dari permukaan kasar menjadi permukaan yang lebih halus.

Tabel 1. morfologi permukaan bentonit

| Bentonit A | Bentonit AC |
|--|---|
|  |  |
|  |  |
|  |  |



(a)

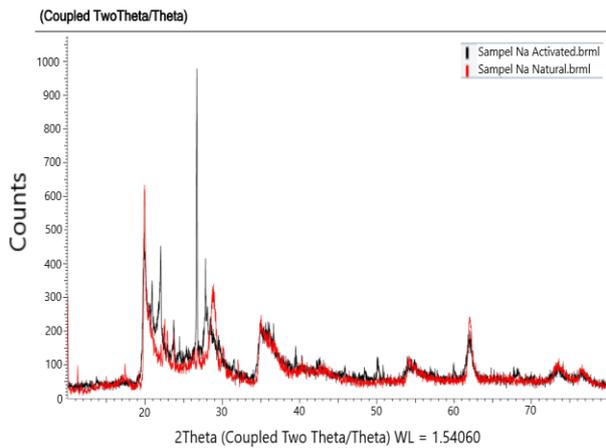


(b)

Gambar 1. Perbedaan morfologi kekasaran permukaan bentonit. (a) Natural Sodium Bentonit, (b) *activated* Bentonit.

3.2. Hasil pengujian XRD

Pengambilan data dilakukan pada rentang sudut 2θ antara 10° hingga 80° . Grafik hasil pengujian XRD bentonite diperlihatkan pada gambar 2 berikut.

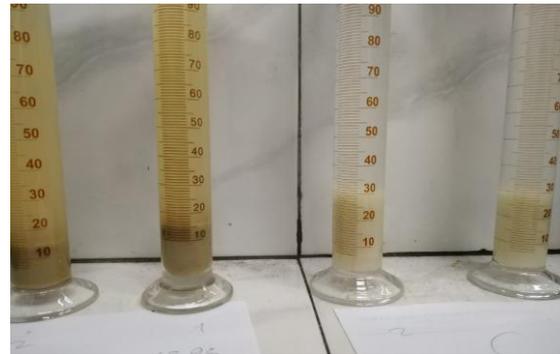


Gambar 2. Hasil XRD natural bentonite dan activated bentonite

Berdasarkan gambar tersebut tampak bahwa sepertinya tidak ada perbedaan antara pola difraksi natural bentonite dengan *activated* bentonite. Pola difraksi natural bentonite dapat dikatakan terletak pada 2θ yang hampir berhimpitan dengan pola difraksi *activated* bentonite. Pola difraksi (*x-ray diffractogram*) Na bentonit menurut data JCPDS menunjukkan bahwa pada 2θ sekitar 20° , 35° , 55° dan 63° adalah senyawa montmorillonite. Pada 2θ sekitar 26° adalah senyawa kwarsa dan pada 2θ sekitar 28° adalah senyawa yang tersusun atas Al, Si dan O [23]. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa natural bentonite (bentonite A) terdiri dari senyawa montmorillonit dan senyawa yang mengandung Al, Si dan O, sedangkan bentonite hasil aktivasi terdiri atas senyawa montmorillonit dan kwarsa. Jejak keberadaan senyawa CaCO_3 ternyata tidak dapat terdeteksi baik pada jenis natural bentonite maupun *activated* bentonite. Hal ini karena senyawa CaCO_3 yang ada di dalam sampel kadarnya bisa kurang dari 4%. Sehingga pengujian melalui XRD tidak dapat membedakan karakteristik antara natural bentonite dan *activated* bentonite dengan baik.

3.3. Hasil pengujian indeks swelling

Pengujian indeks *swelling* dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D5890 yaitu *standard test method for swell index of clay mineral component of Geosynthetic clay liners*. Proses pengujian indeks *swelling* diilustrasikan dengan gambar 3.

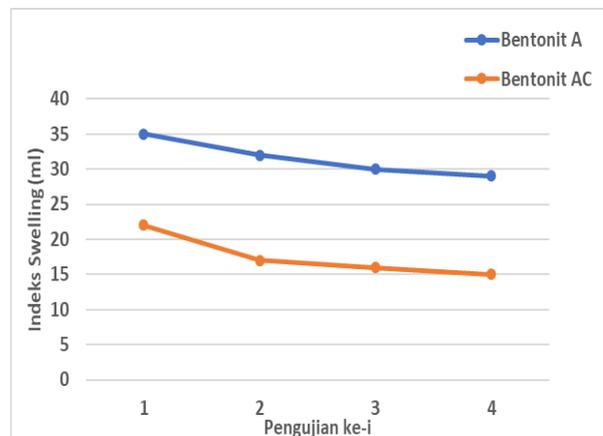


Gambar 3. Proses pengujian indeks swelling

Hasil pengujian indeks *swelling* ditampilkan pada tabel 2 dan gambar 4 berikut:

Tabel 2. Nilai indeks swelling sampel bentonite

| Pengujian Ke-i | Nilai <i>swelling</i> bentonit dalam ml | |
|----------------|---|-------------|
| | Bentonit A | Bentonit AC |
| 1 | 35 | 22 |
| 2 | 32 | 17 |
| 3 | 30 | 16 |
| 4 | 29 | 15 |



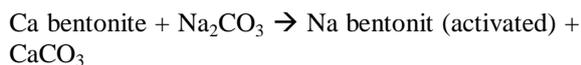
Gambar 4. Grafik indeks *swelling* sampel bentonit

Berdasarkan data pada tabel dan grafik di atas, jelas terlihat bahwa Na bentonite yang alami memiliki nilai pengembangan yang lebih besar dibandingkan dengan nilai pengembangan bentonite hasil aktivasi. Hal tersebut berarti bahwa Na bentonite hasil aktivasi tidak sepenuhnya memiliki karakteristik yang sama dengan Na bentonite alami. Bentonit hasil aktivasi berasal dari Calcium Bentonite (Ca-Bentonite) yang diaktivasi dengan Na_2CO_3 sehingga terjadi pertukaran kation. Indeks *swelling* atau nilai pengembangan Ca Bentonit sangat rendah jika dibandingkan dengan indeks *swelling* Na Bentonit [2]. Pengembangan pada bentonit dapat terjadi akibat adanya pertukaran kation pada bentonit. Namun demikian, tetap terjadinya perbedaan nilai pengembangan pada bentonit alami dengan bentonit hasil aktivasi adalah

karena adanya perbedaan kandungan unsur pada kedua bentonit selain unsur Na dan Ca. Proses aktivasi memang meningkatkan kadar unsur Na (merekasikan Na dan Ca) pada bentonit akan tetapi tidak merekasikan unsur yang lain sehingga karakteristik awal bentonit masih dipertahankan [24].

3.4. Hasil pengujian titrasi

Activated sodium bentonite pada awalnya adalah calcium bentonite yang diaktivasi dengan menggunakan senyawa sodium carbonate (Na_2CO_3) serta pemanasan pada suhu $450\text{ }^\circ\text{C} - 600\text{ }^\circ\text{C}$. Akibat dari calcium bentonite yang aktivasi dengan bahan Na_2CO_3 untuk menjadi *activated* sodium bentonite akan terjadi reaksi sebagai berikut:

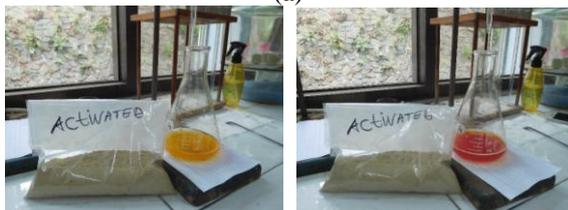


Metode titrasi didasarkan pada hipotesa bahwa senyawa CaCO_3 yang terdapat di dalam bentonite aktivasi akan terurai dan menghasilkan ion CO_3^{2-} apabila dilarutkan dalam larutan HCl dalam aquades.

Metode ini diadopsi dari metoda titrasi untuk menentukan kadar Na_2CO_3 menggunakan titran asam HCl dan indikator Methyl orange sehingga terjadi perubahan warna. Perubahan warna larutan sampel bentonit pada proses pengujian titrasi diperlihatkan pada gambar 5 berikut. Gambar sebelah kiri menunjukkan larutan sampel sebelum dititrasi (warna larutan kuning), sedangkan gambar sebelah kanan menunjukkan larutan sampel setelah titik akhir titrasi tercapai (terjadi perubahan warna dari kuning menjadi jingga kemerahan).



(a)



(b)

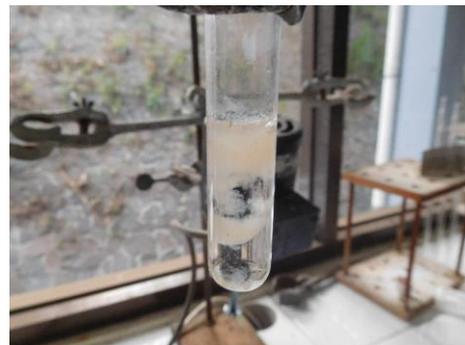
Gambar 5. Perubahan warna larutan sampel bentonit (a) natural bentonit dan (b) *activated* bentonit pada pengujian titrasi menggunakan asam HCL dan indikator methylorange.

Kadar Na_2CO_3 berbanding lurus dengan volume asam HCl yang terpakai dalam proses titrasi sebagaimana terlihat pada rumus (1) di atas.

Proses pengujian titrasi diulang sebanyak tiga kali untuk masing-masing sampel bentonit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa volume asam HCl yang terpakai untuk mentitrasi natural bentonit adalah $0,5 - 1\text{ ml}$, sedangkan volume asam yang terpakai untuk mentitrasi *activated* bentonit adalah $2 - 10\text{ ml}$. Berdasarkan rumus perhitungan kadar Na_2CO_3 di atas jelas bahwa kadar ion CO_3^{2-} pada sampel *activated* bentonit lebih banyak dari pada natural bentonit. Hal ini bisa terjadi karena proses aktivasi Ca bentonit oleh Na_2CO_3 untuk menjadi *activated* bentonit menyisakan ion CO_3^{2-} yang apabila bereaksi dengan unsur Ca berubah menjadi senyawa CaCO_3 .

3.5. Hasil uji reaksi identifikasi

Pengujian reaksi identifikasi untuk mendeteksi keberadaan anion CO_3^{2-} ini dilakukan mengikuti prosedur sebagaimana yang telah dijelaskan pada metodologi penelitian. Dokumentasi hasil pengamatan terhadap sampel yang telah diuji ditunjukkan pada gambar berikut ini.

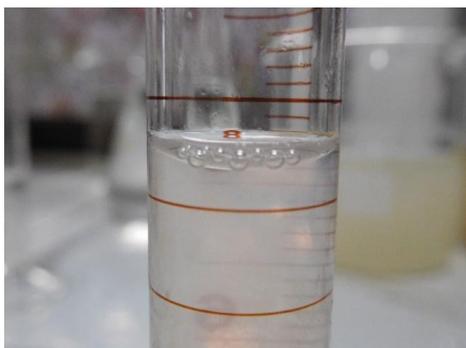
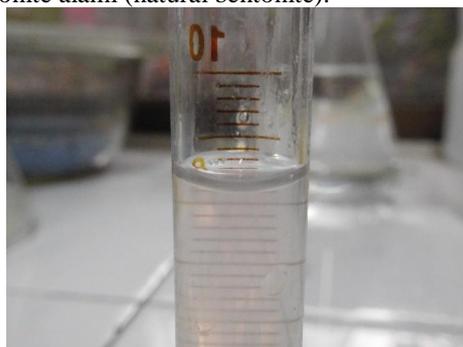


Gambar 6. hasil reaksi identifikasi menggunakan HCl dan $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Bentonite alami (atas), bentonite hasil aktivasi (bawah)

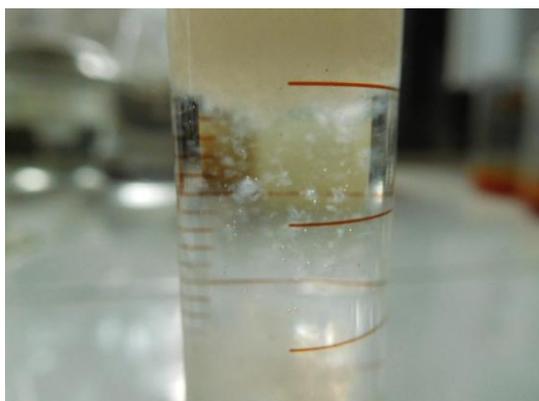
Pada gambar 6 di atas, tampak adanya perbedaan pada hasil percobaan reaksi identifikasi antara bentonite alami dengan bentonite hasil aktivasi. Gambar sebelah atas (bentonite alami) memperlihatkan bahwa setelah reaksi warna larutan menjadi putih dengan warna cairan yang bening di atasnya. Sedangkan pada gambar di sebelah bawah (bentonite hasil aktivasi) memperlihatkan gumpalan berwarna kuning kecoklatan melayang di dalam cairan. Selama pengamatan terjadi gelembung pada

sampel bentonite tipe AC ketika ditambahkan asam HCl sedangkan pada sampel bentonite tipe A tidak muncul gelembung seperti diperlihatkan pada gambar 7. Jumlah gelembung yang muncul memang tidak terlalu banyak atau signifikan. Hal ini mungkin karena jumlah anion CO_3^{2-} yang terdapat pada sampel jumlahnya sangat sedikit.

Kendati demikian keberadaan gelembung yang sedikit ini cukup untuk dijadikan sebagai pembeda. Pada sampel bentonite tipe AC (*activated bentonite*) juga terjadi pergerakan gumpalan dari bawah menuju ke atas. Setelah diamati lebih seksama ternyata pergerakan gumpalan tersebut diiringi/disertai adanya gelembung-gelembung halus yang diduga merupakan gas CO_2 yang belum bereaksi seluruhnya dengan Ba(OH)_2 seperti diperlihatkan pada gambar 8. Fenomena serupa tidak dijumpai pada sampel (a) yang merupakan sampel bentonite alami (*natural bentonite*).



Gambar 7. Pengamatan gelembung gas pada sampel uji bentonite alami (atas), bentonite hasil aktivasi (bawah)



Gambar 8. kemunculan gelembung halus (terang) yang menyertai pergerakan gumpalan pada sampel bentonite hasil aktivasi (tipe AC).

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan ini didapatkan beberapa data karakteristik yang dapat membedakan antara bentonite alami dengan bentonite hasil aktivasi. Bentonite alami memiliki permukaan butiran yang relatif lebih kasar dibandingkan bentonite hasil aktivasi, indeks *swelling* bentonite alami berkisar antara 29-35 ml yang mana nilai tersebut lebih besar dari indeks *swelling* bentonite hasil aktivasi yang berkisar antara 15-22 ml. Hasil uji titrasi memberikan fakta bahwa di dalam bentonite hasil aktivasi menunjukkan indikasi adanya anion karbonat CO_3^{2-} yang relatif lebih banyak. Kemunculan gelembung gas pada pengujian reaksi identifikasi sampel bentonite alami makin memperkuat fakta bahwa di dalam sampel tersebut mengandung ion karbonat yang terjadi sebagai produk sampingan dari reaksi aktivasi. Namun, kadar ion karbonat tersebut sangat rendah sehingga tidak dapat terdeteksi oleh XRD.

Referensi

- [1] H. H. Murray, *Applied Clay Mineralogy. Occurrences, processing and application of kaolins, bentonite, palygorskite-sepiolite, and common clays*, vol. 55, no. 6. 2007.
- [2] J. Moreno and R. Peinado, Eds., *Enological Chemistry, Chapter 19 "Wine Colloids."* Elsevier, 2012.
- [3] Syuhada, R. Wijaya, Jayatin, and S. Rohman, "Modifikasi Bentonit (Clay) Menjadi Organoclay dengan Penambahan Surfaktan," *J. Nano Saintek*, vol. 2, no. 1, pp. 48–51, 2009.
- [4] Anonim, "PENTINGNYA BENTONITE - Indonesia Bentonite." <http://indonesiabentonite.blogspot.com/2013/10/pentingnya-bentonite.html>. [Diakses: 08 November 2019].
- [5] I. Bindernagel, *Formstoffe und Formverfahren in der Giessereitechnik*. Düsseldorf: Giesserei-Verlag, 1983.
- [6] Anonim, "Bentonit - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas." <https://id.wikipedia.org/wiki/Bentonit>. [Diakses: 03 Desember 2019].
- [7] S. K. Saleh and M. A. Mahasneh, "Activation of Jordanian Ore Bentonite by Sodium Carbonates," *J. Miner. Mater. Charact. Eng.*, vol. 03, no. 06, pp. 477–487, 2015.
- [8] J. D. Lopezgonzalez and V. R. Deitz, "Surface changes in an original and activated bentonite," *J. Res. Natl. Bur. Stand. (1934)*, vol. 48, no. 4, p. 325, 1952.
- [9] A. Rahman, Y. Arryanto, A. L. Juwono, and

- S. Roseno, "Sintesis dan Karakterisasi Organolempung dari Bentonit Indonesia," *Spektra J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, pp. 42–47, 2015.
- [10] Buchari and M. Harsini, "Karakterisasi bentonit Pacitan," *Jkti*, vol. 6, no. 1, pp. 43–48, 1996.
- [11] S. L. Abdullahi and A. A. Audu, "Comparative analysis on chemical composition of bentonite clays obtained from Ashaka and tango deposits in Gombe State, Nigeria," *ChemSearch J.*, vol. 8, no. 2, pp. 35–40–40, 2017.
- [12] S. K. Sharma, D.S. Verma, L.U. Khan, S. Kumar, and S.B. Khan, *Handbook of Materials Characterization*. Springer, 1st edition.2018, 2018.
- [13] H. Exner and S. Weinbruch, *ASM Handbook: Metallography and Microstructures 2004*, 9th ed., vol. 9. ASM International, 2004.
- [14] ASTM D5890 - 02, "Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners," vol. 11, p. 3, 2002.
- [15] R. T. Padmaningrum, "Titrasi Asidimetri," *J. Kim.*, no. November 2007, pp. 1–7, 2012.
- [16] A. Sutono and M. Makhbub., "PRAKTIKUM KIMIA ANALITIK."
- [17] Unknown, "TESTING PROCEDURE OF BENTONITE POWDER Followed by majority Coimbatore foundries." Foundry Gate.
- [18] W. R. Amalia, "Analisis Anion." Universitas Muslim Indonesia, Makassar. 2015
- https://www.academia.edu/19171098/analisis_anion [diakses : 15 November 2019]
- [19] G. Svehla, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, 5th ed. Media Pusaka, 1990.
- [20] WikiHow, "3 Cara untuk Menguji CO₂ - wikiHow." <https://id.wikihow.com/Menguji-CO2>. [Diakses: 08 November 2019].
- [21] Novie, "Penentuan CO₂ dengan Ba(OH)₂ – Kimia Lingkungan." <https://environmentalchemistry.wordpress.com/2013/01/14/penentuan-karbon-dioksida-co2-dengan-baoh2/>. [Diakses: 15 November 2019].
- [22] P. Michal, "Chemical Equation 'Ba(OH)₂ + CO₂ → BaCO₃ + H₂O.'" <https://chemequations.com/en/?s=Ba%28OH%292+%2B+CO2+%3D+BaCO3+%2B+H2O>. [Diakses : 05 Desember 2019].
- [23] E. Manríquez Reza *et al.*, "Organobentonites with crystalline layer separation used for adsorption in water treatment," *Handb. Res. Divers. Appl. Nanotechnol. Biomed. Chem. Eng.*, no. June 2016, pp. 496–517, 2014.
- [24] K. P. von Maubeuge, "Investigation of bentonite requirements for geosynthetic clay barriers," *Int. Symp. Clay Geosynth. Barriers*, pp. 155–164, 2002.