

UNIVERSITAS INDONESIA

**SINTESA ORGANO CLAY DARI MONTMORILLONITE  
MELALUI METODE SOL GEL DENGAN MENGGUNAKAN  
ALKYL BENZYL DIMETHYL AMMONIUM, SODIUM  
DODECYL SULFATE DAN AMMONIUM LAURYL SULFATE  
SEBAGAI SURFACE ACTIVE AGENT**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister dalam bidang Ilmu Material**

**JULIUS PURNAMA EKA  
0606000964**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
ILMU MATERIAL  
PROGRAM STUDI ILMU MATERIAL  
JAKARTA  
DESEMBER 2008**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Julius Purnama Eka**  
**NPM : 0606000964**  
**Tanda Tangan :**  
**Tanggal :**



## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Julius Purnama Eka Kartika  
NPM : 0606000964  
Program Studi : Ilmu Material  
Judul Tesis : **Sintesa Organo Clay Dari Montmorillonite Melalui Metode Sol Gel Dengan Menggunakan Alkyl Dimethyl Ammonium, Sodium Dodecyl Sulfate Dan Ammonium Lauryl Sulfate Sebagai Surface Active Agent**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister dalam bidang Ilmu Material, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing – Penguji : Dr. Bambang Soegijono (.....)  
Penguji : Dr. M. Hikam (.....)  
Penguji : Dr. Azwar Manaf M. Met (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 20 Desember 2009

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan karya akhir ini. Penulisan karya akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Ilmu Bahan – Bahan Magister Sains, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alami Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan karya akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan karya akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr Bambang Soegijono MSi selaku Ketua Program Studi Ilmu Bahan – Bahan, FMIPA UI.
2. Bapak Dr Bambang Soegijono MSi selaku pembimbing karya akhir yang telah memberikan banyak masukan dalam penulisan karya akhir ini.
3. Orang tua dan istri atas dukungan, semangat dan doanya.
4. Staf pengajar, administrasi, serta perpustakaan Program Studi Ilmu Bahan – Bahan ,FMIPA UI atas bantuannya.
5. Teman-teman PT.Wika-NGK Insulators: ‘Pak Asep’, Fahmi, Dini, Rina, Deni, Lia, Wahyu atas bantuannya selama ini.
6. Teman-teman Material Science 06 atas kerjasama dan kenang-kenangan selama masa perkuliahan.
7. Mas Jelli yang sedang belajar di Korea yang membantu memberikan ide – ide.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga karya akhir ini membawa manfaat bagi pembaca.

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Julius Purnama Eka Kartika  
NPM : 0606000964  
Program Studi : Ilmu Material  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Sintesa Organo Clay Dari Montmorillonite Melalui Metode Sol Gel Dengan Menggunakan Alkyl Dimethyl Ammonium, Sodium Dodecyl Sulfate Dan Ammonium Lauryl Sulfate Sebagai Surface Active Agent**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :  
Pada tanggal :  
Yang Menyatakan

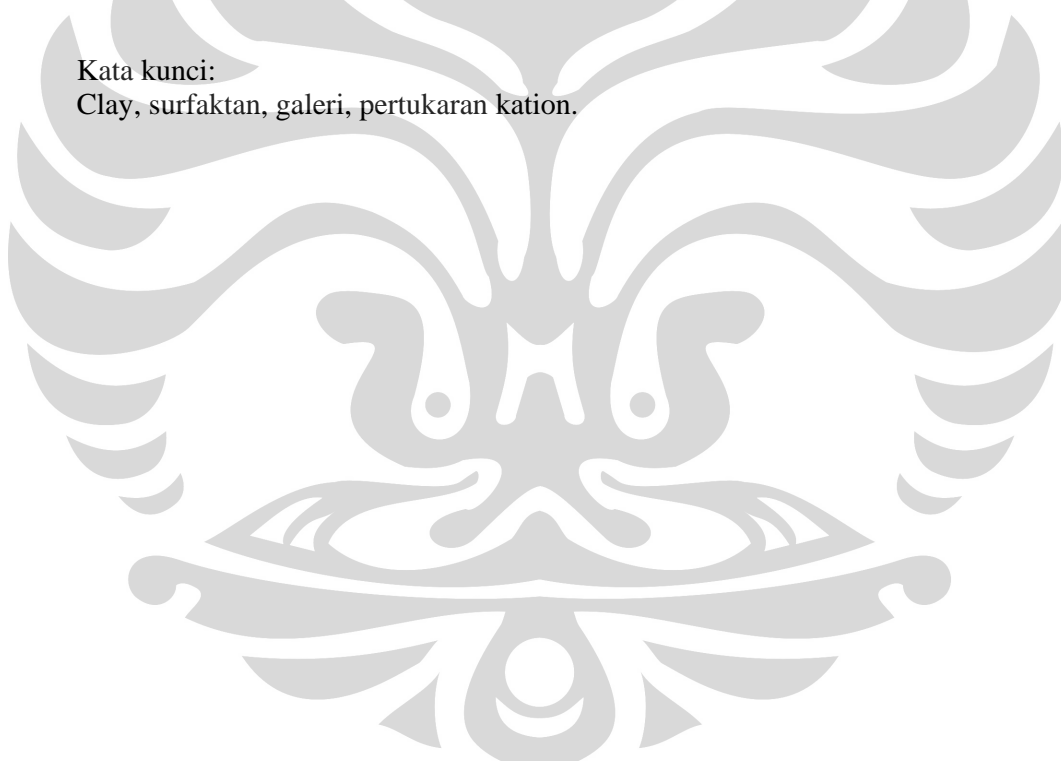
(Julius Purnama Eka Kartika)

## ABSTRAK

Nama : Julius Purnama Eka Kartika  
Program Studi : Ilmu Material  
Judul : **Sintesa Organo Clay Dari Montmorillonite Melalui Metode Sol Gel Dengan Menggunakan Alkyl Dimethyl Ammonium, Sodium Dodecyl Sulfate Dan Ammonium Lauryl Sulfate Sebagai Surface Active Agent**

Tesis ini meneliti sintesa organoclay dengan menggunakan berbagai surfaktan, Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride, Ammonium Lauryl Sulfate, Sodium Dodecyl Sulfate. Clay atau yang lebih dikenal dengan lempung yang berasal dari Garut, Tasikmalaya, Cibadak, Jawa Timur, Kalimantan dan Cina. Sifatnya yang khas seperti mampu mengembang diantara ruang galerinya, mampu mengalami pertukaran kation dan bersifat hydrophilic sangat menarik untuk diteliti. Perubahan dari hydrophilic menjadi hydrophobic akan sangat berguna didalam penelitian bahan – bahan baru pada jenis bahan – bahan masa depan.

Kata kunci:  
Clay, surfaktan, galeri, pertukaran kation.

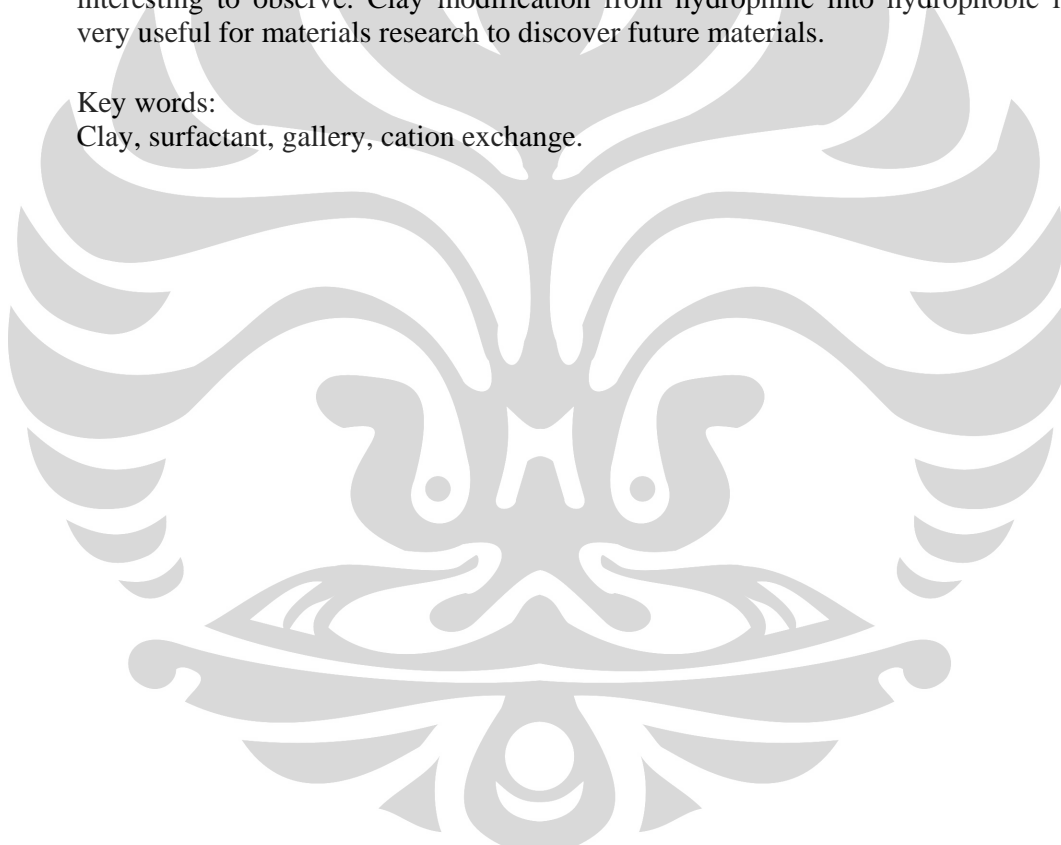


## ABSTRACT

Name : Julius Purnama Eka Kartika  
Study Program : Materials Science  
Title : **Organo Clay Synthesized From Montmorillonite With Sol Gel Method Using Alkyl Dimethyl Ammonium, Sodium Dodecyl Sulfate and Ammonium Lauryl Sulfate as Surface Active Agent**

This thesis studies organoclay synthesized using various surfactant, Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride, Ammonium Lauryl Sulfate, Sodium Dodecyl Sulfate. Clay which is being known as “lempung” from Garut, Tasikmalaya, Cibadak, Jawa Timur, Kalimantan and China. Clay has swelling capability at inter gallery space, cation exchange ability and hydrophilic properties is very interesting to observe. Clay modification from hydrophilic into hydrophobic is very useful for materials research to discover future materials.

Key words:  
Clay, surfactant, gallery, cation exchange.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.1 Clay dan Mineral Clay.....	1
1.1.2 Organoclay.....	2
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Aspek Umum dari Struktur Silika</i> .....	5
2.1.1 Struktur Tanah.....	5
2.1.2 Struktur Grup.....	6
2.1.3 Struktur Rantai.....	6
2.1.4 Struktur Lembaran.....	7
2.2 <i>Mineral-Mineral dari Clay</i> .....	7
2.2.1 Jenis Kaolin.....	7
2.2.2 Tumpukan Lapisan.....	9
2.2.3 Grup Montmorillonite.....	11
2.3 <i>Sistem-Sistem Clay Air</i> .....	13
2.3.1 Colloids.....	13
2.3.2 Sifat-sifat Umum dari Koloid.....	14
2.3.3 Sifat-sifat Listrik dari Koloid-koloid.....	15
2.3.4 Stabilitas Koloid-koloid.....	17
2.3.5 Micelle Koloid.....	17
2.4 <i>Penentuan dari Potensial Zeta</i> .....	20
2.5 <i>Reaksi Pergantian Kation</i> .....	22
2.6 <i>Penyebab dari Bertukarnya Kation</i> .....	23
2.7 <i>Kapasitas Pertukaran Kation</i> .....	24
2.8 <i>Pertukaran Anion</i> .....	25
2.9 <i>Pertukaran Kation dengan Ion-ion Organik</i> .....	26
2.10 <i>Deflokulasi dan Flokuasi</i> .....	26
2.11 <i>Efek dari Muatan-muatan yang Berada Diujung</i> .....	27
2.12 <i>Penyerapan oleh Clay</i> .....	29
2.13 <i>Struktur Kristal</i> .....	29



2.13.1	Struktur Kristal dari Mineral-mineral Clay.....	29
2.13.1.1	Lapisan: Dimensi dan Simetri.....	29
2.13.1.2	Ukuran dari Atom-atom dan Ion-ion.....	31
2.13.1.3	Lapisan Tetrahedra.....	31
2.13.1.4	Lapisan Oktahedra.....	33
2.13.2	Lapisan dari Jenis 2:1.....	35
2.13.3	Lapisan Interlayer.....	37
2.14	<i>Surfaktan</i> .....	39
2.14.1	Surfaktan Anionik.....	41
2.14.2	Surfaktan Kation.....	41
2.14.3	Nonionik Surfaktan.....	44
2.14.4	Amphoterik Surfaktan.....	44
<b>3.</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>46</b>
3.1	Peralatan yang Digunakan dalam Penelitian.....	46
3.2	Peralatan Karakteristik dan Pengujian.....	47
3.3	Bahan yang Digunakan dalam Penelitian.....	47
3.4	Sintesa Clay.....	50
3.4.1	Persiapan Sample.....	50
3.4.2	Preparasi Clay Na-Montmorillonite.....	50
3.4.3	Surface Treatment.....	50
<b>4.</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>52</b>
4.1	Pemilihan Jenis Clay yang Akan Digunakan dalam Penelitian.....	52
4.2	Analisa Preparasi Na-Montmorillonite.....	63
4.2.1	Analisa Na-Montmorillonite dengan SEM.....	65
4.3	Sintesa Organoclay.....	67
4.3.1	Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride.....	67
4.3.2	Ammonium Lauryl Sulfate.....	71
4.3.3	Sodium Dodecyl Sulfate.....	74
<b>5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>78</b>
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	79
	<b>DAFTAR REFERENSI.....</b>	<b>80</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Analisa mineral clay Garut .....	53
Tabel 4.2	Analisa mineral clay Tasikmalaya .....	54
Tabel 4.3	Analisa mineral clay Garut (glaze).....	55
Tabel 4.4	Analisa mineral clay Cibadak .....	56
Tabel 4.5	Analisa mineral clay Cina (ball clay).....	57
Tabel 4.6	Analisa mineral clay Kalimantan .....	58
Tabel 4.7	Analisa mineral clay Bentonite Drilling .....	59
Tabel 4.8	Analisa mineral clay Bentonite Foundry .....	60
Tabel 4.9	Analisa mineral clay Cina .....	61
Tabel 4.10	Jenis clay .....	61
Tabel 4.11	Peak List Analisa mineral clay Bentonite Foundry .....	63
Tabel 4.12	Identified Patterns List (Analisa mineral clay Bentonite Foundry).	63
Tabel 4.13	Komposisi kimia XRF.....	64
Tabel 4.14	Bentonite (montmorillonite).....	64
Tabel 4.15	Na-Montmorillonite .....	65
Tabel 4.16	Identified Patterns List: (Na-Montmorillonite).....	65
Tabel 4.17	Peak List ABDAC .....	70
Tabel 4.18	Identified Patterns List ABDAC.....	70
Tabel 4.19	Peak List: (Ammonium Lauryl Sulfate).....	74
Tabel 4.20	Identified Patterns List: (Ammonium Lauryl Sulfate).....	74
Tabel 4.21	Pemeriksaan dengan SEM (wt%).....	77
Tabel 5.1	Posisi $2\theta$ dan basal spacing.....	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur tetrahedra .....	5
Gambar 2.2	Rantai amphibolic .....	6
Gambar 2.3	Lembar Si-O.....	7
Gambar 2.4	Lapisan Gibbsite (a).....	8
Gambar 2.5	Lapisan Gibbsite(b).....	8
Gambar 2.6	Struktur kaolin .....	9
Gambar 2.7	Elektroforesis.....	15
Gambar 2.8	Distribusi muatan ion pada partikel .....	18
Gambar 2.9	Migrasi dari suatu partikel yang bermuatan .....	20
Gambar 2.10	Tabung Burton .....	21
Gambar 2.11	Dimensi a,b dan c dari unit cell .....	30
Gambar 2.12	Ketebalan tetrahedron .....	31
Gambar 2.13	Dimensi a dan b .....	32
Gambar 2.14	Unit cell Bravais .....	32
Gambar 2.15	Struktur oktahedra.....	34
Gambar 2.16	Dimensi trioktahedra dan trioktahedra .....	34
Gambar 2.17	Struktur kristal dioktahedral 1:1 phyllosilicate .....	35
Gambar 2.18	Struktur kristal dioktahedral 2:1 phyllosilicate .....	36
Gambar 2.19	Struktur daerah interlayer .....	37
Gambar 2.20	Adsorpsi molekul polar .....	38
Gambar 2.21	Grup Alkyl .....	43
Gambar 3.1	Clay treatment .....	48
Gambar 3.2	Perlakuan permukaan .....	49
Gambar 4.1	Diffraktogram clay Garut.....	53
Gambar 4.2	Diffraktogram clay Tasikmalaya .....	54
Gambar 4.3	Diffraktogram clay Garut (glaze).....	55
Gambar 4.4	Diffraktogram clay Cibadak .....	56
Gambar 4.5	Diffraktogram clay Cina (ball clay).....	57
Gambar 4.6	Diffraktogram clay Kalimantan .....	58
Gambar 4.7	Diffraktogram clay Bentonite Drilling .....	59
Gambar 4.8	Diffraktogram clay Bentonite Foundry.....	60
Gambar 4.9	Diffraktogram clay Cina .....	61
Gambar 4.10	Diffraktogram fasa clay Bentonite Foundry .....	63
Gambar 4.11	Diffraktogram Na-Montmorillonite .....	66
Gambar 4.12	SEM dari Montmorillonite .....	67
Gambar 4.13	SEM Na-Montmorillonite .....	67
Gambar 4.14	Diffraktogram ABDAC .....	70
Gambar 4.15	Diffraktogram fasa ABDAC .....	71
Gambar 4.16	SEM dari ABDAC .....	72
Gambar 4.17	Diffraktogram Ammonium Lauryl Sulfat .....	73
Gambar 4.18	SEM dari ALS .....	75
Gambar 4.19	Diffraktogram SDS .....	76
Gambar 4.20	SEM dari SDS.....	77

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data XRD – Clay Garut.....	L-1
Lampiran 2	Data XRD – Clay Tasik.....	L-3
Lampiran 3	Data XRD – Clay Garut Untuk Glazur.....	L-5
Lampiran 4	Data XRD – Clay Cibadak -53 Micron .....	L-7
Lampiran 5	Data XRD – Ball Clay Ref CPK 10.....	L-9
Lampiran 6	Data XRD – Clay Kalimantan -53 Micron.....	L-11
Lampiran 7	Data XRD – Bentonite Drilling Spec API 13 A.....	L-13
Lampiran 8	Data XRD – Bentonite Foundary.....	L-15
Lampiran 9	Data XRD – China Clay.....	L-17
Lampiran 10	Data XRD – Sample E (Montmorilonite – NaCl 1 m).....	L-19
Lampiran 11	Data XRD – Sample A (Montmorilonite 6 M).....	L-21
Lampiran 12	Data XRD – Sample B (Sodium Dodecyl Sulfat) .....	L-23
Lampiran 13	Data XRD – Sample C (ALS).....	L-25
Lampiran 14	Data XRD – Sample D (Alkyl Ammonium Sulfat) .....	L-27
Lampiran 15	Data XRF – Bentonit .....	L-29
Lampiran 16	Data XRF – Montmorilonite .....	L-30
Lampiran 17	Data XRF – Montmorilonite 6 M .....	L-31
Lampiran 18	Data XRF – SDS .....	L-32
Lampiran 19	Data XRF – ALS .....	L-33
Lampiran 20	Data XRF – ABC .....	L-34

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

#### 1.1.1 Clay dan Mineral Clay

Clay dan mineral clay sangat penting bagi industri. Ada lebih ratusan aplikasi industri yang terdokumentasi yang menggunakan bahan dari clay. Clay – clay ini digunakan di berbagai proses industri cat, plastic, karet, aplikasi pertanian, teknik konstruksi, masalah lingkungan, geologi dan masih banyak lagi [1,2,3,4,5,6,7,8].

Clay adalah material yang sangat mudah ditemui dan sangat banyak sekali jumlahnya, sangat mengagumkan dalam hal berbagai penggunaan dan sifat – sifatnya, tergantung dari struktur mineral dan komposisinya. Selain dari struktur dan komposisinya ada lagi beberapa factor tambahan didalam penentuan sifat – sifat da aplikasi clay tersebut. Clay –clay ini termasuk dalam kategori komposisi non-clay mineral, kehadiran material organic, jumlah dan jenis dari ion yang dapat ditukar dan kelarutannya dalam garam serta texturnya.

Pertama, istilah dasar yang berkenaan dengan clay dan mineral clay harus ditentukan terlebih dahulu. Suatu clay adalah setiap butiran – butiran halus, alami, berasal dari bumi, bahan argillaceous (seperti tanah atau mengandung tanah). Clay adalah suatu istilah batuan juga dipakai sebagai suatu ukuran dari besaran partikel tertentu. Istilah clay tidak memiliki nama genetik tertentu karena clay dipakai produk residu dari pelapukan akibat cuaca, deposit sedimen serta akibat - akibat sampingan dari aktivitas hydrothermal. Sebagai istilah suatu ukuran partikel tertentu, ukuran pecahan terdiri dari ukuran partikel terkecil dinamakan clay fraction. Ukuran Wentworth menyatakan ukuran clay lebih halus dari  $4\mu\text{m}$  dimana banyak dipakai para engineer dan soil scientist, soil scientist pada umumnya mempertkirakan  $2\mu\text{m}$  sebagai batas atas dari ukuran clay.

Menurut Grim 1968 istilah konsep dari clay mineral adalah clay terdiri dari susunan komponen utama berasal dari grup kecil dari partikel kristal yang sangat kecil sekali yang mana merupakan bagian dari grup mineral umumnya dikenal sebagai mineral – mineral clay. Mineral clay seperti hydrous aluminum

silikat, besi, magnesium, unsur alkali dan beberapa unsur tanah jarang. Kelompok – kelompok mineral clay adalah kaolin, smectite, polygorskite-sepiolite, illite, chlorite. Sifat – sifat dari clay – clay ini sangat berbeda sekali dimana sangat terkait sekali dengan struktur dan komposisinya.

Komposisi dari clay mineral mengacu pada banyaknya dan identitas dari mineral clay yang ada didalam clay tersebut. Dalam beberapa contoh, didalam jumlah yang sangat kecil dari mineral clay tertentu memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap sifat fisiknya. Sebagai contoh suatu kaolin yang memiliki persentase yang kecil didalamnya terkandung smectite. Ini akan menyebabkan terganggunya penentuan rendah dan tingginya viskositasnya. Juga derajat kesempurnaan kristal pada suatu kaolin akan berpengaruh terhadap sifat fisiknya.

### 1.1.2 Organoclay

Mineral – mineral clay termasuk dalam golongan phyllosilikate yang dalam bahasa Romawinya “phylon” yang berarti daun dan “silic” berarti batu. Struktur kristalnya terdiri dari lapisan – lapisan yang terbentuk dari dua tetrahedral atom silika dimana saling terikat pada ujung – ujungnya berbagi dengan lembaran octahedral dari aluminum atau magnesium hidroksida. Tebal lapisan ini berkisar 1 nm, dan dimensi lateralnya beragam mulai dari 30nm sampai dengan beberapa micron, tergantung pada lapisan silicate tertentu. Lapisan – lapisan ini bertumpuk mengikuti aturan yang teratur dimana memiliki rongga diantaranya yang disebut interlayer atau galeri mematuhi aturan van der Waals [9,10].

Ada dua karakteristik tertentu yang dimiliki oleh phyllosilikate ini, pertama kemampuan dari partikel – partikel silikat untuk tersebar kedalam lapisan individu. Kedua adalah kemampuannya dalam mengatur permukaan kimianya melalui pertukaran reaksi ion antara kation organik dan bukan organik. Lapisan silikat yang masih murni ini biasanya terdiri dari hidrat ion  $\text{Na}^+$  atau  $\text{K}^+$ . Sudah tentu dalam kondisi ini lapisan silikat hanya dapat bercampur dengan polymer hydrophilic [1,11]. Supaya phyllosilikate ini dapat bercampur dengan polymer lainnya tentu harus diubah dari kondisi normalnya yaitu hydrophilic menjadi

organophylic melalui reaksi pertukaran kation dengan menggunakan surfaktan kation .

## **1.2 Rumusan masalah.**

Sintesa organoclay ini dilakukan dengan mengekstraksi Bentonite terlebih dahulu untuk mendapatkan Montmorillonite dengan cara mencuci bentonite tersebut. Setelah itu dibuat suatu Na-Montmorillonite dengan cara menjenuhkannya menggunakan larutan NaCl, diharapkan jumlah Na menjadi maksimal dimana kation – kation selain Na akan tergantikan oleh Na [12].

Untuk mengubah menjadi organoclay, Na-Montmorillonite direaksikan dengan surfaktan, Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride, Ammonium Lauryl Sulfate dan Sodium Dodecyl Sulfate .

Untuk mengetahui struktur organoclay tersebut digunakan analisa dengan menggunakan XRD, XRF, SEM.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mensintesa clay menjadi organoclay dengan bahan clay yang berasal dari berbagai sumber berikut : clay Garut, clay Tasikmalaya, clay Garut untuk Glasur, clay Cibadak, clay Cina (Ball clay), clay Kalimantan, Bentonite Drilling spec api 13 dan Bentonite Foundry. Dengan menggunakan surfaktan, Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride, Ammonium Lauryl Sulfate dan Sodium Dodecyl Sulfate terhadap perubahan basal spasing  $d_{001}$  didalam pembuatan organoclay.

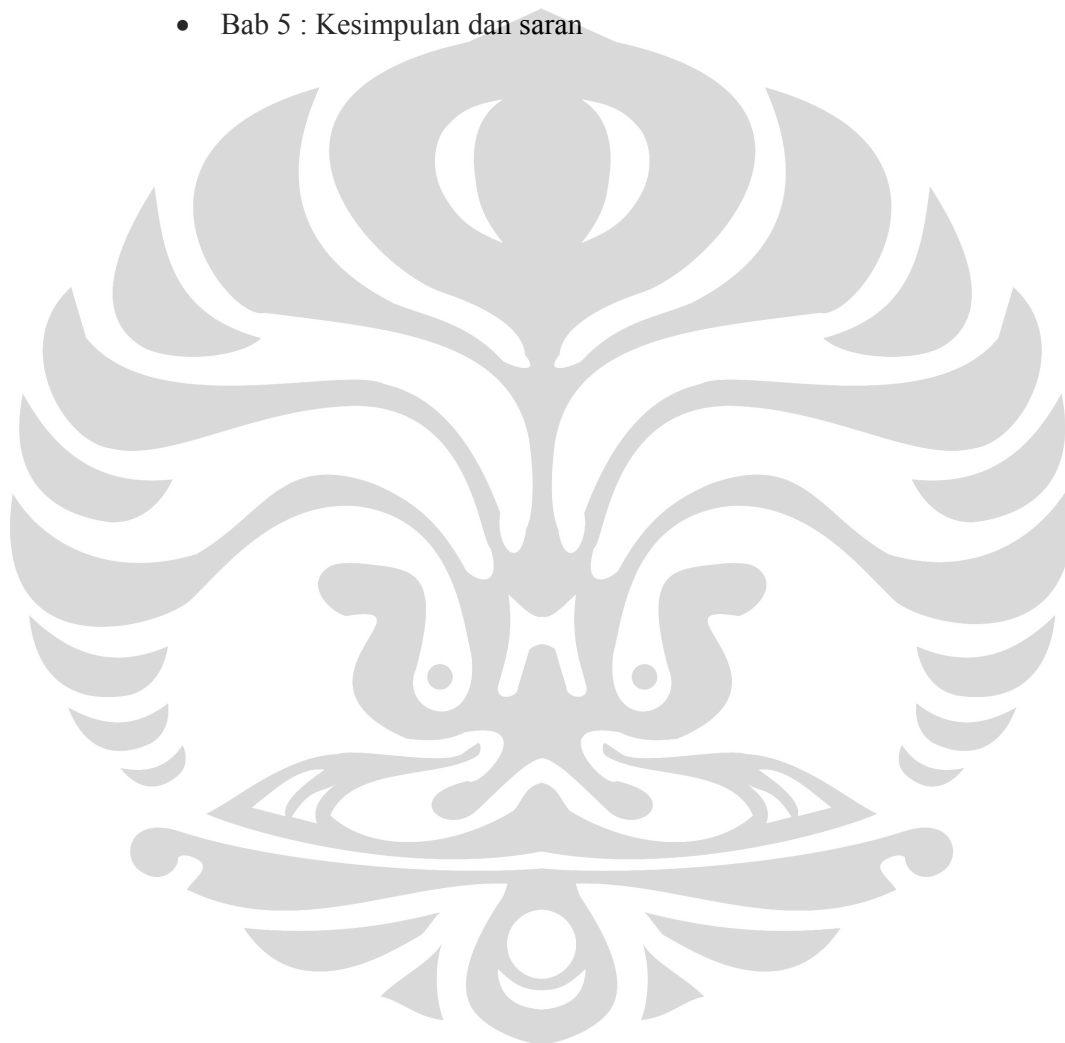
## **1.4 Pembatasan Masalah**

Penelitian ini dilakukan dengan pembatasan organoclay yang dibuat melalui clay jenis montmorillonite. Adapun organoclay yang disintesa melalui proses tunggu selama dua belas jam saat pengadukan dengan surfaktan, Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride, Ammonium Lauryl Sulfate dan Sodium Dodecyl [13,14].

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tesis ini adalah sebagai berikut :

- Bab 1 : Pendahuluan
- Bab 2 : Tinjauan pustaka
- Bab 3 : Metodologi penelitian
- Bab 4 : Analisis dan pembahasan
- Bab 5 : Kesimpulan dan saran



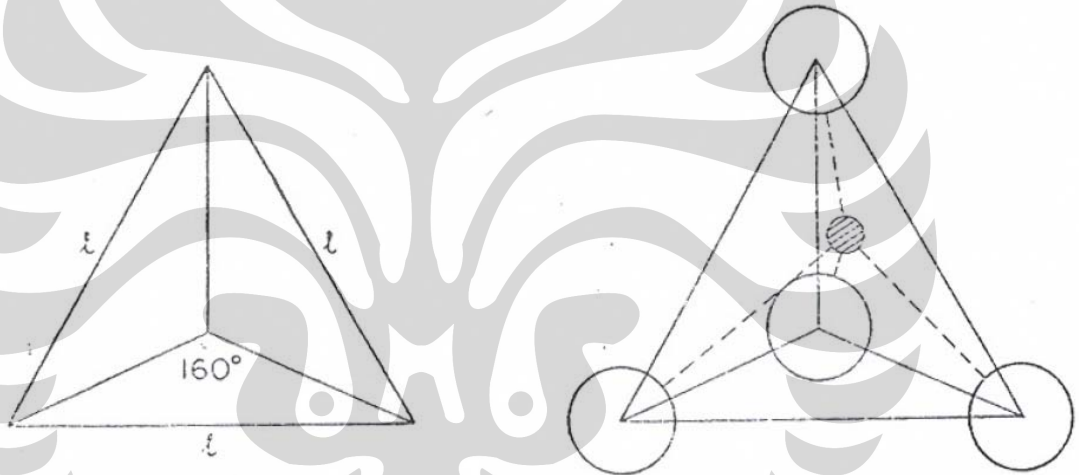


## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Aspek Umum dari Struktur Silika

Semua silika berdasarkan satu grup sederhana yaitu  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ . Grup ini tidak bisa berdiri sendiri didalam keberadaannya dan membutuhkan empat muatan ion positif atau grup lain untuk menetralkan kelebihan muatan negatifnya [15].

Ruang dari atom oksigen kira-kira berada ditengah atom silikon, dapat diposisikan dengan mempertimbangkan letak oksigen berada di empat sudut dari suatu bangun tetra hedron yang dengan atom Si memiliki 4 koordinasi dengan oksigen yaitu dengan dikelilingi oleh empat atom oksigen seperti gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur tetrahedra [16]

Tidak ada atom oksigen tunggal dapat diasumsikan dimiliki oleh atom silikon tertentu, setiap atom oksigen berbagi diantara dua atau lebih atom-atom lainnya, sehingga membentuk suatu struktur yang kontinyu.

#### 2.1.1 Struktur Tanah

Didalam struktur – struktur ini, netralitas ditentukan oleh ion – ion logam seperti (Fe, Mg) melekat pada empat atom – atom oksigen dari grup  $\text{SiO}_4^{4-}$ . Olivine memiliki rumus umum  $(\text{Mg,Fe})_2 \text{SiO}_4$  adalah bagian dari kelompok ini. Sebuah Kristal Olivine terdiri dari sejumlah besar dari unit-unit  $\text{SiO}_4$  dengan kation – kation yang sesuai, mereka membentuk

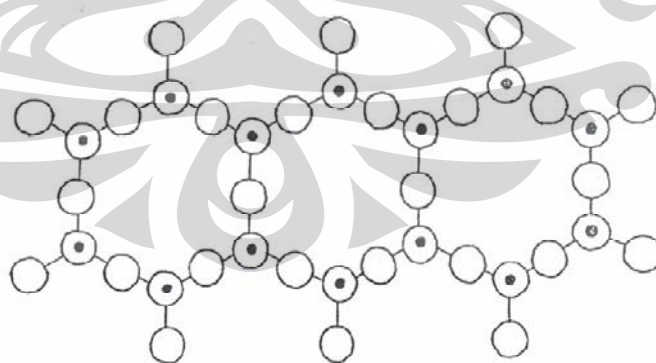
keseluruhan yang kontinyu karena setiap atom berbagi oleh dua atau lebih atom –atom lainnya.

### 2.1.2 Struktur Grup

Sebagai ganti dalam memenuhi semua valensi oksigen oleh kation, kita dapat menghubungkan dua atau lebih tetrahedral silika bersama untuk membentuk suatu struktur grup. Gabungan dua grup – grup bersama seperti grup memberikan grup  $\text{Si}_2\text{O}_7$ , dengan sebuah jembatan oksigen yang menghubungkan dua unit grup. Sehingga enam unit dapat disambungkan untuk membentuk struktur lingkaran. Mineral dari jenis  $\text{Si}_2\text{O}_7$  merupakan jenis langka, terdiri dari mineral beryl dan emerald, dimana tidak dipenuhinya atom-atom oksigen lalu dihubungkan dengan Al dan Be, sehingga memenuhi rumus  $(\text{Be}_3\text{Al}_2)\text{Si}_6\text{O}_{18}$ , tidak lain adalah Cordiete.

### 2.1.3 Struktur Rantai

Dengan menggabungkan sejumlah besaran yang tidak tertentu dari tetrahedral silika bersama-sama, kita dapat memperoleh struktur rantai, dimana dapat terbentuk dua kelas dari mineral yaitu pyroxenes dan amphiboles gambar 2.2 rantai amphibolic.



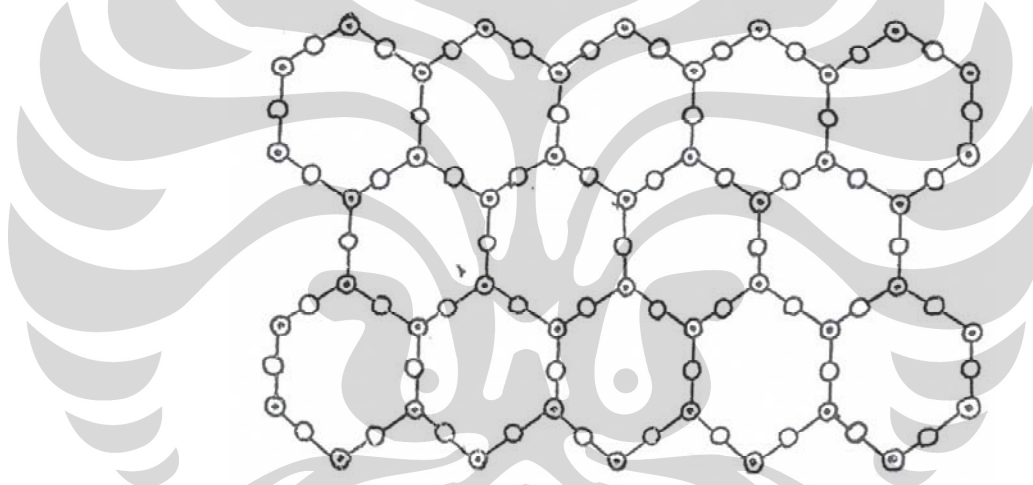
Gambar 2.2 Rantai amphibolic [17]

Karena merupakan struktur rantai, pyroxene dan amphiboles merupakan jaringan berongga seperti mineral asbestos. Disemua struktur -struktur ini kita dapat melihat struktur yang berulang-ulang yaitu suatu grup terkecil yang diperlukan untuk ditambahkan yang dapat membentuk

memperbanyak suatu struktur yang seragam. Seperti pyroxene unit yang berulang adalah  $[\text{SiO}_3]^{2-}$  dan amphiboles adalah  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ .

#### 2.1.4 Struktur Lembaran

Dengan adanya ide tentang langkah rantai  $\text{SiO}_4$  lebih lanjut, tidak sulit untuk menggabungkan lebih banyak lagi pyroxene atau amphiboles bersamaan secara lateral, kita dapat membentuk suatu lembaran atau lapisan dari atom - atom Si -O- yang diperluas dengan lebar tidak terhingga didalam bidang dua dimensi. Lapisan seperti itu disebut bangun dari unit dari suatu mineral - mineral. Gambar 2.3 lembaran Si-O Sebagai catatan semua atom - atom oksigen



Gambar 2.3 Lembaran Si-O [17]

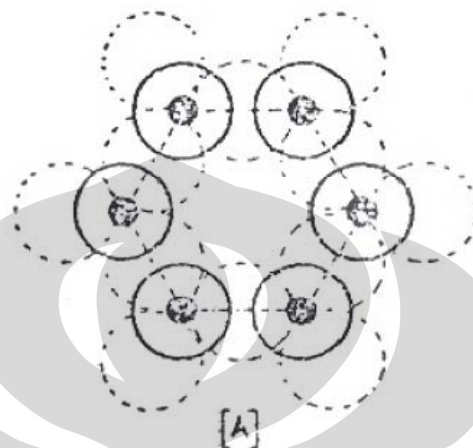
membentuk bagian dari lapisan dengan bentuk tetrahedron dengan arah planar terpenuhi, sedangkan atom - atom oksigen yang berada pada posisi berdiri vertical diatas bidang tidak terpenuhi dan dapat membentuk suatu jaringan dengan atom - atom lain. Unit lapisan - lapisan yang berulang seperti itu tadi adalah  $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$ .

## 2.2 Mineral – Mineral dari Clay

### 2.2.1 Jenis Kaolin

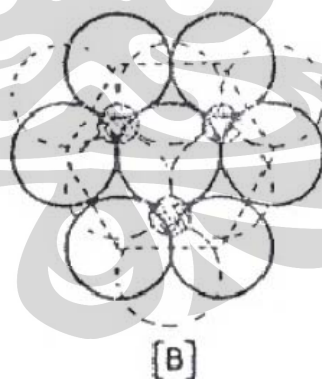
Ada beberapa jenis – jenis struktur yang lain, tentunya sebagai tambahan dari jenis yang terdiri dari atom Si dan oksigen. Yang terpenting

adalah Gibbsite  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dan Brucite  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Keduanya terdiri dari lapisan dengan atom – atom Al atau Mg dengan grup OH, yang nantinya menggantikan posisi dari atom – atom Oksigen pada lapisan – lapisan Silika gambar 2.4 [14].



Gambar 2.4 Lapisan Gibbsite (a) [17]

Jenis Kaolin ini terbentuk dari lapisan Silika dan gibbsite yang telah termodifikasi. Bayangkan suatu lapisan gibbsite gambar 2.5 terletak diatas lapisan silika gambar 2.4, dalam cara seperti itu satu diantara tiga dari grup OH dipindahkan dan digantikan oleh atom – atom oksigen yang berada pada posisi vertical dari lapisan silika.



Gambar 2.5 Lapisan Gibbsite (b) [17]

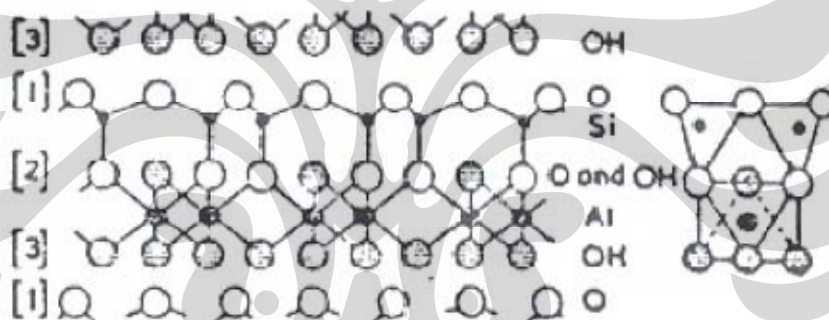
Atom –atom oksigen yang tidak terpenuhi valensinya sekarang membentuk jembatan antara dua lapisan – lapisan, membentuk suatu lapisan unit komposit dari jenis kaolin. Gabungan satu unit yang berulang dari lapisan silika yaitu  $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2-}$  dan dua unit yang berulang (untuk

memenuhi kebutuhan valensi) dari lapisan gibbsite, dengan satu didalam tiga gugus hydroxyl – hydroxyl yang hilang, kita bisa mendapatkan rumusan komposit:

$[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-} \cdot [\text{Al}_2(\text{OH})_4]^{2+}$  atau  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  yang merupakan rumus unit untuk jenis grup kaolin.

### 2.2.2 Tumpukan Lapisan

Sebuah Kristal dari suatu mineral kaolin terdiri, tidak hanya satu jenis lapisan komposit tetapi terdiri dari jumlah yang sangat besar lapisan –lapisan, dimana bisa diandaikan seperti sebuah buku, dimana setiap halamannya melambangkan suatu lapisan tunggal gambar 2.6 Struktur kaolin.



Gambar 2.6 Struktur kaolin [17]

Seluruh Kristal terikat bersama dengan ikatan hydroxyl, diantara grup OH dari lapisan gibbsite dan atom – atom oksigen dari lapisan silika yang berhadapan. Untuk dapat berikatan dengan efektif, ikatan sekunder yang lemah ini, atom – atom oksigen yang sesuai dan grup OH harus berdekatan, ada beberapa cara dimana satu unit dapat bertumpuk diantara yang lainnya untuk mencapai suatu ikatan dan oleh karena itu terdapat empat mineral yang berbeda dari jenis kaolin seperti berikut ini, nacrite, dickite, kaolinite dan halloysite.

Nacrite, lapisan – lapisan tersusun secara tertumpuk sedemikian rupa sehingga atom – atom di satu lapisan silika berhubungan langsung diatasnya disetiap lapisan silika lainnya.

Sehingga sudut  $\alpha$ , dan  $\beta$  dan sudut  $\gamma$  sebesar  $90^\circ$  dan ukuran unit cell sebesar  $a=5.15 \text{ \AA}$   $b=8.96 \text{ \AA}$  dan  $c=43 \text{ \AA}$ . Struktur yang terbentuk adalah monoclinic.

Dickite, unit cellnya adalah tetap monoclinic, dengan  $\alpha=\gamma=90^\circ$  dan  $\beta=96.0^\circ$  sedangkan  $a=5.15 \text{ \AA}$   $b=8.96 \text{ \AA}$  dan  $c=14.45 \text{ \AA}$ .

Kaolinite, unit cellnya adalah triclinic, dengan  $\alpha=91.8^\circ$ ;  $\beta=104.5^\circ$  dan  $\gamma=90^\circ$  sedangkan  $a=5.16 \text{ \AA}$   $b=8.94 \text{ \AA}$  dan  $c=7.38 \text{ \AA}$ .

Halloysite, tidak seperti jenis diatas, memiliki sifat pergerakan antar layer yang acak ditambah lagi adanya molekul air yang dapat terpenetrasi didalam struktur yang agak renggang memiliki rumus  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dua molekul air per unit lapisan berada diantara lapisan unit. Dua molekul – molekul air ini telah memaksa pergeseran sebesar  $50^\circ$  untuk membentuk meta – halloysite, tetapi reaksi balik seperti kondisi awal jika ada suhu dehidrasi tidak selalu terjadi.

Suatu bentuk struktur kristal kaolin yang tidak sempurna banyak dijumpai pada ball clay dan fire clay. Seperti struktur yang tidak teratur pada kaolin, studi dengan X-Ray mengindikasikan beberapa ketidakteraturan terjadi disepanjang sumbu b, kemungkinan sehubungan dengan kondisi acak didalam penumpukan. Lebih jauh lagi, komposisi ion sedikit berbeda dari kondisi ideal, telah terjadi pergantian kemungkinan dari Mg dan kemungkinan dari Fe untuk Al didalam bidang lapisan octahedral, sehingga jenis formula untuk kaolin acak adalah



Perubahan dari trivalent Al oleh Mg menghasailkan suatu kekurangan muatan positif secara keseluruhan, dimana struktur tersebut diseimbangkan dengan ion dari luar pada umumnya  $\text{Ca}^{2+}$ , dimana selanjutnya dapat ditukarkan untuk ion – ion lain. Kemungkinan ini menjelaskan untuk kapasitas pertukaran ion dengan kemampuan besar yang dimiliki oleh kaolin disordered. Pertukaran ini disebut juga pertukaran isomorphus, disebut demikian, adalah umum dijumpai pada silika, pada posisi – posisi secara struktur katakanlah ditempati oleh Al

dapat diisi sebagian oleh kation – kation lain jika ukurannya mirip (misalnya dapat memiliki bilangan koordinasi yang sama) seperti Al.

Suatu struktur mineral yang mirip dengan kaolin tetapi memiliki kelebihan  $\text{SiO}_2$  dikenal sebagai anauxite. Selanjutnya, perbandingan dari  $\text{SiO}_2$  terhadap  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bisa jadi sebesar 3:1. Sangat sulit membayangkan struktur tersebut yang mirip seperti kaolin, bagaimana kelebihan  $\text{SiO}_2$  dapat diakomodir, tapi dapat digambarkan bahwa lapisan silika tetrahedral berlapis – lapis, dapat diasumsikan memiliki kemungkinan terikat secara van der Waals, tersisip diantara lapisan – lapisan secara acak diantara unit – unit kaolin. Walaupun demikian, masih dalam penantian konfirmasi, dapat dikatakan itu merupakan kemungkinan juga semata – mata kontaminasi kaolin dengan silika bebas yang terbagi dengan sangat halus, kemungkinan amorphous, demikian karena sulit sekali terpisahkan.

### 2.2.3 Grup Montmorillonite

Kita dapat membawa kembali proses – proses dari kondensasi lapisan selangkah lebih jauh dengan cara memadatkan dua lapisan – lapisan silika (masing – masing satu tiap lapisan) dengan sebuah gibbsite atau sebuah brucite, memberikan kita suatu struktur mineral - mineral pyrophyllite  $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  dan talc  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ . Walaupun demikian kedua zat tersebut bukan merupakan mineral – mineral clay, montmorillonite dapat digolongkan sebagai turunan dari mereka oleh proses substitusi. Di dalam mineral – mineral ini, suatu kristal tunggal adalah sudah tentu merupakan gabungan dari suatu jumlah besar dari unit – unit dengan perkiraan yang mengacu satu atau lainnya dari formula – formula diatas tetapi sejak lapisan – lapisan yang berhadapan didalam unit – unit ini adalah hanya lapisan silika, tidak mungkin dijumpai ikatan hydroxyl dan unit – unitnya terikat bersama oleh ikatan van der Waals. Ikatan seperti tersebut mudah terbelah oleh shear dan oleh karena itu montmorillonite sangat mudah terbelah dan bersabun ketika digosok dengan jari – jari.

Walaupun diffraksi sinar X dapat mengenali jenis suatu montmorillonite, adalah tidak selalu dapat membedakan anggota – anggota dari grup yang sama. Perbedaan tampilan lebih jelas dalam hal sifat alamiahnya dalam proses substitusi dan lebih lanjut ditentukan saat pemurnian mineral dengan analisa kimia. Menurut Ross dan Hendricks, atom – atom Al didalam pyrophyllite adalah sebagian merupakan substitusi oleh Mg, Fe atau Li; serupa atom – atom silikon bisa jadi sebagian digantikan oleh Al, hanya kation yang ukurannya cocok. Mirip dengan pertimbangan diatas untuk talc dimana Mg bisa jadi keseluruhannya digantikan oleh Al atau Fe [1,9,16].

Karena pergantian dari trivalent Al oleh divalent Mg, atom – atom untuk pembuat netral, didalam struktur harus menghasilkan muatan negative, netralitas listrik telah dijaga oleh kation – kation eksternal terhadap lattice, kation – kation ini kemudian dapat ditukar alihkan. Mampu tukar kation dengan kapasitas tinggi yang dimiliki oleh montmorillonite telah dijelaskan oleh derajat kemampuan dari substitusi kationnya.

Harus dicatat bahwa unit – unit struktur utama selalu membawa sebuah muatan negatif. Walaupun dimana terjadi sesuatu kelebihan muatan positif terjadi didalam lapisan octahedral (yaitu pada enam posisi koordinat) ini kemudian lebih dari kompensasi oleh kekurangan didalam lapisan tetrahedral (posisi empat koordinat).

Walaupun didalam semua kasus pertukaran kation ditunjukkan oleh Na, paling umum didalam kasus grup ini, Ca montmorillonite juga terjadi. Pertukaran ion – ion dianggap sebagai situasi diantara lapisan – lapisan silika dan karena ikatan yang lemah adalah dapat berdifusi kearah luar ketika clay kontak dengan air. Sebagai tambahan terhadap ini, terjadi molekul – molekul air didalam posisi antar muka, sebagian diserap oleh muatan permukaan dan sebagian ditahan oleh kation – kation sebagai air hydrasi. Air ini, seperti ditunjukkan nanti, dihilangkan pada suhu rendah (diatas  $150^{\circ}$  –  $300^{\circ}$  C).



Dinyatakan oleh Edelman dan Favejee, telah menyarankan struktur yang agak berbeda dari diatas. Mereka menyatakan bahwa beberapa grup OH adalah menempel pada silikon, strukturnya diseimbangkan oleh membalikan beberapa tetrahedral dan menggantikan beberapa OH oleh oksigen didalam lapisan octahedral. Formula yang diberikan menjadi :



Dimana tidak ada substitusi, kapasitas pergantian kation seperti yang diduga sehubungan dengan pergantian dari H didalam grup – grup OH dari lapisan – lapisan silika. Kejadian yang jarang terjadi dari Si – OH didalam mineral – mineral dan variable alamiah dari OH ionisasi membuat hipotesis yang tidak mungkin.

## 2.3 Sistem – Sistem Clay Air

### 2.3.1 Colloids

Merupakan pengalaman sehari – hari bahwa ketika clay dikocok atau digoncangkan dan dilarutkan didalam air yang berlebih, menghasilkan suspensi yang tetap bertahan keruh dan sering sampai beberapa hari ataupun berminggu – minggu. Ini dikarenakan suatu larutan koloid dari clay didalam air telah terbentuk, partikel – partikel dari clay sangat sedemikian kecilnya sehingga diperlukan waktu yang lama untuk mengendap. Banyak contoh – contoh lainnya dari system larutan koloid seperti pada larutan oksidasi yang dilewati, sulfur sering mempercepat pembentukan koloid.

Hal yang tidak diperlukan dimana, untuk memiliki sebuah koloid dan liquid untuk suatu bentuk larutan koloid, yang diperlukan adalah suatu substansi yang terbagi sangat halus (dinamakan fasa dispers) terdispersi didalam suatu media (dinamakan fasa kontinu). Sehingga emulsi paraffin didalam air adalah suatu contoh liquid – liquid suspensi koloid, asap adalah suspensi koloid dari partikel – partikel karbon didalam udara.

Suspensi – suspensi koloid adalah sangat menarik sekali dikarenakan sifat – sifat tertentu yang tidak menunjukkan apakah juga merupakan benar – benar larutan atau oleh suspensi – suspensi kasar. Sifat

– sifat ini adalah sehubungan keadaan dari partikel – partikel dari fasa yang terdispersi. Unit yang sering dipakai untuk ukuran partikel – partikel kecil adalah micron ( $\mu$ ) dimana sama dengan sepersejuta meter atau  $10^{-4}$  cm. Partikel – partikel koloid ukurannya beragam dari  $0.2 \mu$ , kebawah mencapai  $0.005\mu$ . Sangat menarik sekali bahwa  $0.2 \mu$  adalah kira - kira dari diameter dari partikel – partikel kecil yang dapat dilihat dibawah sebuah mikroskop biasa, sementara batas limit terbawah  $0.005 \mu$ , adalah mendekati ukuran dimensi - dimensi molekul. Daerah permukaan yang efektif dari partikel – partikel koloid adalah sangat besar. Dengan mudah dimengerti oleh membayangkan sebuah unit kubik dari substansi padat kemudian dibagi berulang – ulang untuk membentuk kubik – kubik yang lebih kecil. Setiap kali kubik dibedah, permukaan yang segar atau baru muncul kembali, oleh karena itu total permukaan area – area bertambah, walaupun jumlah massa selalu sama. Jelasnya, luas efektif area kemudian area permukaan perunit massa.

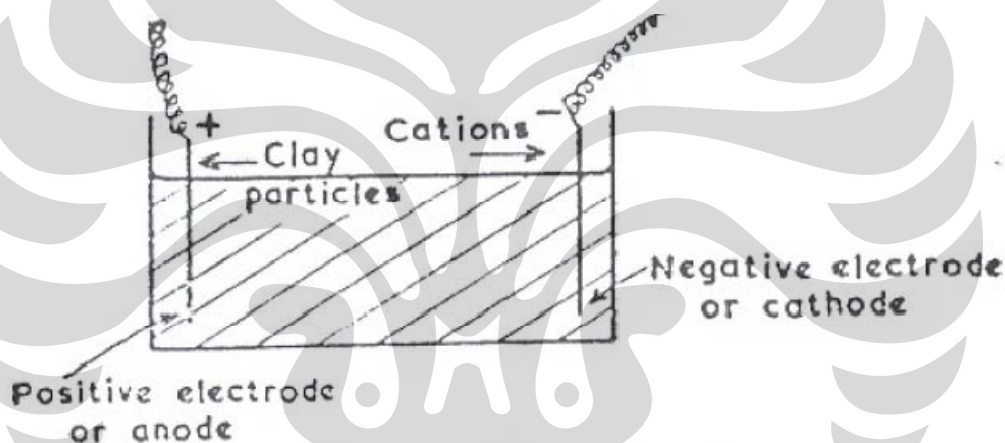
### 2.3.2 Sifat – Sifat Umum dari Koloid

Ada dua jenis koloid, lyophilic dan lyophobic. Koloid - koloid Lyophilic sangat stabil, menyerap dan terdispersi pada media, dan memiliki kekenatalan yang tinggi. Lebih lagi, biasanya mereka memiliki sifat mampu balik, dalam arti mereka dapat diuapkan sampai kering dan dilarutkan ulang dengan menambah media pendispersi. Contoh – contoh koloid – koloid lyophilic yang umum dijumpai adalah lem, kanji dan agar – agar. Koloid – koloid lyophobic disisi lain, mereka tidak begitu stabil, tidak menyerap media dan tidak dengan mudah dapat balik. Contoh – contoh koloid – koloid lyophobic adalah Prussian blue dan arsenic sulfide. Clay – clay secara keseluruhan adalah lyophobic, tetapi (khususnya grup montmorillonite) memiliki sedikit sifat lyophilic. (Bila air adalah sebagai solvent, dipakai pengertian “hydrophilic dan hydrophobic”). Dengan memiliki ukuran yang kecil, semua partikel – partikel koloid akan dapat melalui kertas penyaring yang umum, kalau tidak nanti dapat diperlakukan secara khusus. Sudah umum diketahui suspensi – suspensi dari clay sangat

sulit untuk disaring. Membran – membran tertentu yang berasal dari hewan, walaupun demikian dapat dengan mudah menahan partikel – partikel dari ukuran koloid dan substansi – substansi lainnya, seperti halnya bejana porous keramik, dapat juga dipakai untuk menyaring koloid – koloid.

### 2.3.3 Sifat – Sifat Listrik dari Koloid – Koloid

Jika dua electrode platinum, dihubungkan pada suatu sumber dengan tegangan tinggi (200 volt atau lebih), direndam didalam suatu suspensi koloid, dengan aliran arus listrik yang kecil dan partikel – partikel koloid akan berpindah menuju satu atau lainnya dari electrode – elektroda tersebut pada gambar 2.7 elektrophoresis.



Gambar 2.7 Elektrophoresis [17]

Gejala ini disebut electrophoresis, dan dapat dilihat bahwa semua partikel – partikel koloid – koloid membawa muatan listrik. Karena suspensi secara keseluruhan bermuatan listrik netral, harus ada suatu penyeimbang dan berlawanan muatan disuatu tempat didalam suspensi, penyeimbang – penyeimbang ini dan dengan muatan yang berlawanan diusahakan oleh ion – ion (positif atau negative), kehadiran dari ion – ion ini dapat dideteksi secara kimia pada electrode yang berlawanan. Sebagai contoh yang khusus yang dapat memperjelas. Jika suatu suspensi dari clay didalam air diperlakukan seperti cara diatas, partikel – partikel dari clay akan berpindah ke anoda, menunjukkan bahwa mereka memiliki muatan negative. Pada elektroda yang berlawanan, katoda, tampak ion – ion

penyeimbang atau counter ion, dimana sudah tentu memiliki muatan positif. Clay yang berasal dari alam akan memiliki ion – ion ini, ion – ion ini berupa H, Ca, Mg, Na dan K, ion – ion logam bereaksi dengan air akan membentuk hidroksida, hydrogen akan muncul sebagai gas H<sub>2</sub>. Selanjutnya proses akan tampak mirip dengan elektrolisis. Ion – ion penyeimbang adalah ion – ion yang memiliki sifat mampu tukar seperti merujuk didalam bahasan pada clay mineral.

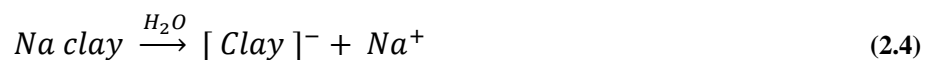
Tingkah laku didalam sesuatu yang dibentuk oleh muatan listrik pada partikel – partikel koloid tidak dimengerti sepenuhnya. Dimana suatu koloid dibentuk oleh pengendapan (seperti misalnya As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, oleh lewatnya H<sub>2</sub>S didalam larutan As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) muatan listrik akan terbentuk seperti berikut. Saat kita berbicara soal Kristal, sangat jelas bahwa mereka bisa berkembang tidak tertentu didalam satu atau lebih dimensi – dimensi yaitu kecenderungan berkembangnya ukuran lattice – lattice mereka. Suatu Kristal kecil dari As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, oleh karena sebab itu dapat mengembang dengan sendirinya oleh penyerapan secara istimewa ion – ion As<sup>3+</sup> atau S<sup>2-</sup>, tergantung dari yang mana yang berlebih. Seperti kasus pada umumnya yang terjadi adalah ion – ion S<sup>2-</sup> ini biasanya berlebih, ion – ion ini akan diserap, menimbulkan partikel koloid As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> memiliki muatan negatif. Muatan ini tentunya akan diseimbangkan oleh ion – ion H<sub>2</sub>S, sehingga muatan – muatan partikel bisa digambarkan secara sistematis sebagai berikut:



Harus disadari bahwa ion – ion hydrogen tidak dapat secara sederhana dinetralkan oleh muatan – muatan negatif, karena ion – ion H<sup>+</sup> tidak dapat masuk dalam lattice dan memperbesar jaraknya seperti yang dilakukan oleh ion – ion S<sup>2-</sup>.

Dengan mineral – mineral clay, suspensi – suspensi koloid yang mana dibentuk oleh disperse dan tidak oleh percipasi, ion – ion penyeimbang sudah tersedia sebagai ion – ion yang dapat tergantung, dimana juga dapat memenuhi valensi bebas pada ujung – ujung Kristal atau muatan – muatan yang tidak terpisahkan sehubungan substitusinya.

Oleh karena itu muatan – muatan pada partikel clay dapat dibangun jika beberapa pemisahan dari ion – ion penyeimbang terjadi seperti

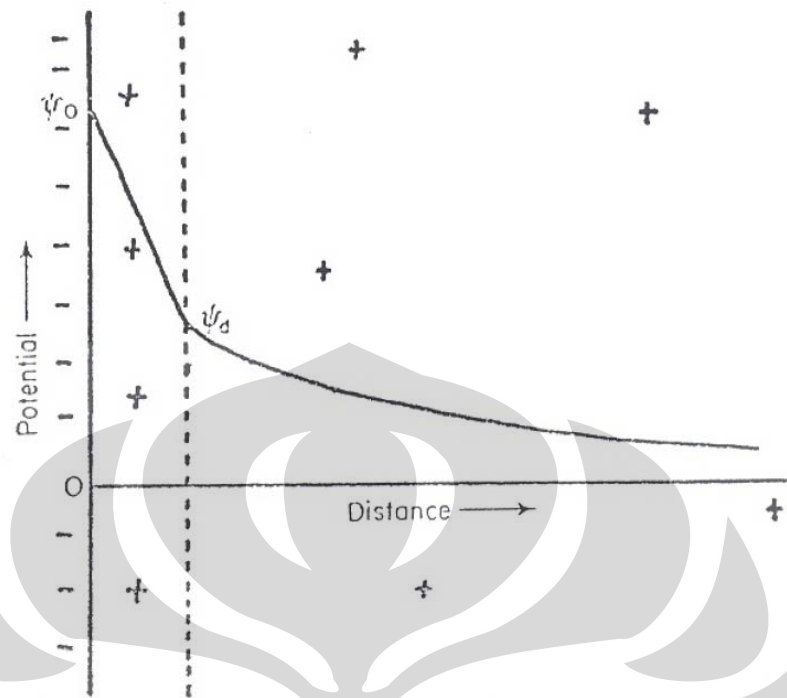


#### 2.3.4 Stabilitas Koloid – Koloid

Sepanjang partikel – partikel dari suspensi koloid saling terpisah dan partikel – partikel tersebut berdiri sendiri, pengendapan akan berlangsung pada kondisi minimum dan semua sifat - sifat karakteristiknya akan selalu terjaga, yaitu stabil. Jika untuk suatu alasan partikel – partikel dibuat menjadi bersatu dan berkumpul membentuk kumpulan – kumpulan atau agregat – agregat, kemudian menjadi sangat besar, cenderung akan menjadi endapan dan tentunya akan terbentuk suatu luas permukaan tertentu. Pada saat ini terjadi, suspensi menjadi tidak stabil dan bisa dikatakan menjadi penggumpalan. Partikel – partikel koloid, memiliki pergerakan Brownian, dan akan pasti bertabrakan dengan yang lainnya secara terus menerus. Jika mereka berdekatan dan cukup dekat, jarak yang pendek dari gaya – gaya van der Waals bisa memainkan peran terbentuknya suatu agregat. Mendekatnya dengan jarak yang sangat dekat dari partikel – partikel ini dapat dicegah oleh muatan – muatan listrik yang dimiliki oleh partikel – partikel tersebut. Selanjutnya kita akan membahas sifat alamiah dari muatan – muatan ini.

#### 2.3.5 Micelle Koloid

Dari gaya – gaya electrostatic kita tahu bahwa kerja yang dilakukan dapat menyebabkan dua partikel – partikel koloid yang bermuatan bergabung tergantung pada gaya potensial efektif yang dimilikinya. Makin besar gaya potensialnya, makin besar kerja yang diperlukan dan oleh karena itu semakin kecil kemungkinannya untuk terjadinya agregasi. Sehingga stabilitas koloid (khususnya lyophobic koloid) tergantung pada potensial efektifnya, dimana ditentukan seperti berikut ini;



Gambar 2.8 Distribusi muatan ion pada partikel [17]

Gambar 2.8 menggambarkan, muatan negatif didalam air, dikelilingi oleh muatan – muatannya yang berlawanan sebagai ion – ion penyeimbang. Pada teori Stern yang dapat diterima saat ini, sebagian dari ion – ion penyeimbang positif adalah sangat kuat menyerap dan membentuk suatu lapisan tunggal dekat dengan permukaan yang disebut sebagai lapisan stern. Sehingga ada suatu nilai perbedaan yang tinggi dari potensial didalam lapisan ini, ditunjukkan secara grafis di gambar 2.8, potensial pada daerah batas lapisan terluar dinamakan stern potensial dinyatakan dengan notasi  $\psi_d$ . Sedangkan potensial pada permukaan padat, dikenal sebagai potensial Nerst,  $\psi_0$  dimana potensial tersebut kurang begitu penting didalam system – system koloid. Mengingat kembali bahwa ion – ion penyeimbang membentuk suatu atmosfer mengelilingi partikel, konsentrasinya menurun drastis dengan eksponensial jarak dari partikel ke dinding.

Sebagai tambahan ion – ion penyeimbang, molekul – molekul air (dipole) adalah juga tertarik dan terserap air memiliki masalah yang diperdebatkan tetapi sekarang tampaknya bahwa molekul – molekul yang

berikatan kuat tidak melebihi lapisan stern. Saat partikel berpindah, lapisan dari air yang disebut lyospher, bersama dengan ion – ion didalam lapisan stern bergerak bersamaan. Oleh karena itu interaksi listrik diantara partikel – partikel tergantung pada gaya potensial pada bidang batas dari lapisan air yang tidak bergerak, biasanya dikenal dengan potensial zeta atau elektrokinetik potensial  $\zeta$ . Seluruh system, termasuk lapisan stern dan lapisan air, dirujuk sebagai micelle.

Didalam praktek, oleh karena itu, telah ditemukan bahwa, potensial zeta adalah menjadi faktor yang utama didalam pembentukan koloid – koloid yang stabil. Untuk bermacam – macam dengan sifat alamiah dan konsentrasi dari ion – ion pengimbang. Untuk konsentrasi - konsentrasi yang rendah, ion – ion alkali dan ion – ion ammonium menghasilkan nilai potensial zeta yang tinggi, sementara itu ion – ion divalent dan ion – ion polyvalent menghasilkan nilai potensial zeta yang rendah. Konsentrasi – konsentrasi yang tinggi dari sembarang ion, walaupun demikian, dikarenakan lapisan stern menjadi sangat acak dan dengan demikian lebih rendahnya kedua harga stern dan potensial – potensial zeta .

Tidak ada satu penjelasan pun yang terperinci dan memuaskan untuk perilaku dari berbagai macam kation – kation yang berbeda yang telah dibuat dan yang masih diteliti saat ini. Pada umumnya dapat diterima bahwa ion – ion didalam larutan yang terhydrasi, yaitu mereka membawa bersamaan suatu kantung dari air yang terserap. Dengan dasar ini, disarankan bahwa jumlah dari ion – ion dapat diakomodir didalam lapisan stern telah dibentuk oleh ukuran dari ion yang terhydrasi, sehingga semakin besar ukuran ion, semakin kecil jumlahnya yang dapat diakomodir dan semakin besar harga potensialnya. Penjelasan ini dihitung untuk perbedaan – perbedaan diantara ion – ion dari grup yang sama  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ , dan  $\text{Cs}^+$ , tetapi, perincian bersama jika ion – ion dari valensi yang berbeda dibandingkan, sebagai contohnya  $\text{Na}^+$  menghasilkan suatu harga potensial stern yang dari pada  $\text{Ca}^{2+}$ , padahal yang terakhir adalah efektif lebih besar dan lebih terhydrasi, walaupun memperbolehkan untuk

kenyataan bahwa ion – ion divalent lebih efektif didalam merendahkan nilai potensial stern.

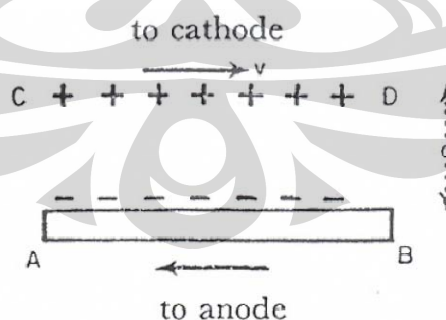
Beberapa peneliti telah mengabaikan hydrasi dan telah menyarankan sebagai ganti bahwa ion – ion yang lebih elektropositif, akan lebih cenderung untuk terionisasi dari muatan permukaan, sehingga



Mengosongkan lapisan stern dan meninggalkan permukaan dengan suatu muatan sisa. Hypothesis ini menjelaskan perbedaan katakanlah  $Na^{+}$  dan  $Ca^{2+}$ , tetapi tidak memperhitungkan untuk perbedaan – perbedaan antara ion – ion dari grup yang sama. Untuk contoh,  $Na^{+}$  lebih elektropositif daripada  $Li^{+}$ , sampai sekarang akhirnya memberikan nilai potensial zeta yang lebih besar. Tidak ada alasan, walaupun demikian, mengapa kedua pengaruh hydrasi dan pengaruh elektropositif tidak bertindak berbarengan secara simultan.

#### 2.4 Penentuan dari Potensial ZETA

Karena potensial zeta telah didefinisikan, seperti yang telah dijelaskan didepan, adalah potensial di batas permukaan diantara lapisan air yang tidak bergerak dan dengan media suspensi dalam jumlah banyak, potensial ini hanyalah jumlah yang dapat ditentukan secara langsung didalam system koloid.



Gambar 2.9 Migrasi dari suatu partikel yang bermuatan [17]

Misalkan suatu partikel bermuatan, gambar 2.9, dipisahkan oleh lapisan muatan yang sama dan lapisan muatan yang berlawanan oleh suatu jarak  $d$ , membentuk suatu kondensor listrik. Ini adalah suatu model yang telah disederhanakan, menurut Helmholtz, dengan pertimbangan ion – ion pengimbang



yang jatuh didalam satu bidang datar, dimana dikarenakan hanya kebenarannya dikira-kira. Jika kerapatan muatan pada setiap lapisan adalah  $\sigma$  dan konstanta dielektrik dari media D, lalu dari hubungan elektrostatik, kapasitas dari pelat parallel condenser adalah

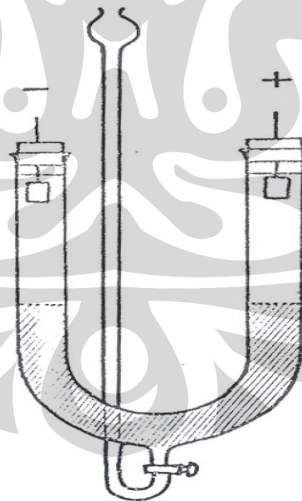
$$\frac{D X (\text{area of plate})}{4\pi d} \quad (2.6)$$

Total muatan pada condenser =  $\sigma X$  (luas dari plat). Tetapi potensial :

$$\zeta = \text{total muatan/kapasitas} = \frac{\sigma \times \text{luas}}{D \times \text{luas} / 4\pi d} \quad (2.7)$$

$$\text{Yaitu } \zeta = 4\pi d \sigma / D \quad (2.8)$$

Berbagai macam – macam metode dari penentuan  $\zeta$  adalah berdasarkan hubungan ini. Mereka tergantung juga pada penyebab sebuah partikel koloid bergerak dibawah pengaruh dari suatu medan elektrostatik dan mengukur laju perpindahan, atau oleh mengukur sehingga dinamakan arus potensial dimana menghasilkan jika media cair dibuat supaya mengalir dibawah tekanan melalui sebuah sumbatan dari material padat. Metode pertama adalah yang termudah untuk dipahami dan seperti berikut:



Gambar 2.10 Tabung Burton [17]

Didalam metode tube Burton gambar 2.10, sebuah tube U dengan inlet tube dipres ditengah – tengahnya. Dua electrode platinum juga disegel didalamnya. Air dituangkan dikedalamnya cabang yang tertutup dibawah kemudian dibuka pelan – pelan. Suspensi kemudian akan mendorong air keatas, membentuk suatu lapisan yang terpisah dibawah dari tabung U. Jika langkah – langkah ini

dijalankan dengan secara berhati – hati, daerah batas antara suspensi dan air akan terlihat dengan jelas sekali terlihat. Kemudian suatu perbedaan tegangan sebesar 400 volt diberikan di kedua elektroda dan laju pergerakan dari daerah batas diukur juga dengan suatu skala millimeter atau travelling microscope. Dengan mengetahui panjang elektrik dari tube dan viskositas dari media suspensi, potensial zeta  $\zeta$  dapat dihitung sebagai berikut:

Perhatikan gambar 2.9 AB sebagai partikel bermuatan didalam suspensi, CD adalah lapisan dari ion- ion pengimbang, dipisahkan dari lapisan yang berhadapan dengan jarak  $d$ . Ketika suatu medan listrik diberikan, Lapisan AB dan CD akan terpisah, satu bergerak kearah katode dan yang lainnya ke anode. Diketahui medan listrik dengan elektroda – elektroda adalah  $E$ , kepadatan muatan  $\sigma$ , viskositas dari media adalah  $\eta$  dan laju dari perpindahan adalah  $v$ . Kemudian diketahui dari persamaan Newton untuk viskositas untuk gradient kecepatan adalah  $v/d$  dan gaya gesek per unit luas adalah  $\eta \cdot \frac{v}{d}$ . Tetapi pada saat bergerak dengan kecepatan konstan, gesekan dan gaya listrik menjadi seimbang. Gaya listrik per unit luasan menjadi seimbang. Gaya listrik per unit luasan adalah  $\sigma \cdot E$  dari hubungan elektrostatik

$$\sigma \cdot E = \eta \cdot \frac{v}{d} \quad (2.9)$$

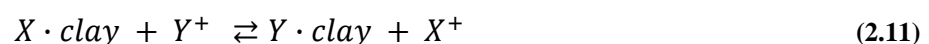
Substitusi untuk  $d$  dari persamaannya, diperoleh

$$\zeta = \frac{4\pi\eta v}{D \cdot E} \quad (2.10)$$

Persamaan diatas dikenal sebagai persamaan Helmholtz-Smoluchowski. Karena  $E$ , medan listrik yang digunakan merupakan perbedaan potensial dibagi oleh panjang listrik dari tube dan  $\eta$ ,  $v$ , dan  $D$  diketahui, maka  $\zeta$  dapat dihitung. Nilai dari  $\zeta$  diketahui berkisar diantara -0.05 dan +0.05 volt.

## 2.5 Reaksi Pergantian Kation

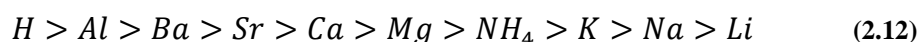
Jika suatu clay diletakan didalam suatu larutan dari suatu elektrolit, suatu pertukaran terjadi diantara ion –ion dari clay dan ion – ion elektrolit itu.



Seperti yang terlihat, reaksi ini adalah suatu satu keseimbangan dan diperluas dimana reaksi berlangsung dari kiri ke kanan tergantung dari sifat alamiah dari ion

$X^+$  dan  $Y^+$ , relative terhadap konsentrasi – konsentrasinya, dan sering pada reaksi keduanya bisa juga terjadi.

Walaupun untuk konsentrasi – konsentrasi yang sama, beberapa kation – kation diserap lebih banyak dari lainnya, jika kation – kation ditulis secara urut dari kesiapannya dimana mereka diambil, satu ketentuan dinamakan lyotropic atau Deret Hofmeister



Suatu deret yang analog dapat ditulis untuk anion - anion, tetapi nanti akan lebih berguna untuk koloid – koloid positif.

Walaupun hukum untuk aksi massa tidak berlaku secara kuantitatif, pada persamaan diatas, reaksi berlangsung dari kiri ke kanan, dengan konsentrasi yang lebih besar dari tambahan ion  $Y^+$ . Sejumlah persamaan – persamaan lain telah dilakukan terus menerus untuk mengetahui hubungan konsentrasi dari penambahan ion  $Y^+$  ke jumlah dari pergantian yang terjadi, tetapi tidak ada satupun yang dapat memenuhi dengan memuaskan.

Jika ion dipindahkan,  $X^+$ , dihilangkan dari larutan segera setelah terbentuk (sebagai contoh dengan precipitasi) reaksinya sudah tentu bergerak ke arah penuntasan. Ini terjadi, sebagai contoh jika suatu clay terdiri dari ion ion calcium (yaitu Ca clay) diperlakukan dengan sodium carbonate, ion – ion calcium akan di precipitate seperti relative carbonat tidak dapat larut.



Disini, walaupun anion tidak diserap oleh clay, anion membantu secara tidak langsung, pergantian dari Ca oleh Na oleh karena itu dinamakan precipitatisasi dan mekanisme pergantian.

## 2.6 Penyebab dari Bertukarnya Kation

Didalam lattice dari mineral – mineral kaolin, valensi – valensi oksigen dan hydroxyl pada permukaan – permukaan yang rata secara keseluruhannya terpenuhi. Pada ujung – ujungnya, walaupun demikian, terdapat ion – ion Al, Si, Oksigen dan Hydroxyl dimana tidak terpenuhi valensinya, karena lattice dapat mengembang dengan tidak tertentu di dalam bidang ab. Valensi – valensi yang tidak terpenuhi ini atau yang merupakan ikatan yang terputus seperti yang sering

disebut, pada kenyataannya dipenuhi oleh ion – ion eksternal yang bukan merupakan bagian dari struktur tetapi seolah – olah bertingkah sebagai ion - ion pengimbang, yang merupakan penetral muatan listrik. Ion –ion pengimbang ini, khususnya kation – kation adalah dapat memiliki kemampuan digantikan oleh kation – kation lainnya dan salah satu penyebab kemungkinan dari pertukaran kation didalam mineral – mineral clay.

Ikatan yang terputus, walaupun demikian, adalah bukan satu –satunya penyebab dari pergantian kation. Didalam kaolinite – kaolinite yang tidak teratur, seperti yang sudah dikemukakan, tambahan kation – kation pengimbang tersedia karena substitusi – substitusi lattice. Penambahan – penambahan kation – kation ini memungkinkan perhitungan untuk bagian yang lebih besar dari pertukaran kation yang terjadi didalam kaolinite – kaolinite yang tidak teratur.

## **2.7 Kapasitas Pertukaran Kation**

Untuk suatu clay, ada jumlah maximum dari suatu kation apapun juga yang dapat diambil yang konstan dan dikenal sebagai kapasitas pertukaran kation (c.e.c) biasanya ditunjukkan dalam milli – equivalents per 100 gr dari clay [1,9,18]. Untuk suatu struktur Kristal kaolin yang sempurna (sebagai contoh clay Cina) jumlahnya sangat kecil kira-kira 2 ~ 5 m.e per 100 gr. Jumlah dari kontribusi c.e.c oleh ikatan yang terputus mungkin hanya kecil saja, karena Kristal relatif besar, dan derajat substitusi yang kecil. Disisi lain seperti kaolin yang tidak teratur, c.e.c memiliki nilai yang besar 30 - 40 m.e per 100 gr. Pada semua kemungkinannya terjadi pada substitusi. Tidak seperti yang disebabkan oleh karena ikatan yang terputus pada ujung – ujung Kristal, karena c.e.c tidak tergantung dari ukuran partikel dan luas permukaan.

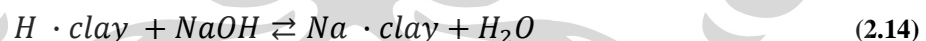
Tentunya beberapa peneliti telah menerangkan bahwa didalam kaolin dengan struktur Kristal yang sempurnapun, c.e.c secara keseluruhan sepadan dengan derajat sustitusi yang kecil. Jika ini benar, c.e.c dari clay – clay ini akan tidak tergantung dari ukuran partikel tapi secara nyata disini saling bertolak belakang.

Sedikit diketahui c. e.c dari mineral – mineral kaolin yang lain, walaupun beberapa percobaan oleh beberapa peneliti menyarankan bahwa halloysite mungkin memiliki nilai c.e.c yang agak tinggi; nacrite dan dickite tampak

memberikan nilai yang rendah. Didalam penelitian ini setiap clay telah dibagi menjadi sejumlah bagian, setiap bagian mengandung bagian – bagian dari ukuran yang spesifik. Kira – kira diatas  $0.3 \mu$  bagian – bagian ini dikontaminasi oleh ukuran quartz yang kasar, dimana c.e.c sangat tidak berarti. Saat ukuran partikel bertambah kecil, jumlah dari quartz juga menurun, sehingga nilai c.e.c juga bertambah tinggi. Walaupun demikian, dibawah kira – kira  $0.3 \mu$ , quartz akan tidak ada, dan ukuran partikel lebih kecil dari pada  $0.3 \mu$ , adalah merupakan kaolinite yang murni. Secara nyata, dibawah ini batasan ukuran, nilai c.e.c mencapai maximum dan nilai yang konstan, menunjukkan bahwa untuk mineral – mineral murni, nilai c.e.c tidak tergantung oleh ukuran dari partikel.

## 2.8 Pertukaran Anion

Pada penelitian – penelitian yang sebelumnya pada pertukaran ion – ion dari clay didalam tanah dilaporkan bahwa nilai alkalinity dari NaOH dan basa-basa lainnya menurun pada saat diletakan bersama clay, ini disebabkan perilaku adsorpsi dari ion – ion OH<sup>-</sup> oleh clay, dan karenanya diperkirakan anion –anion lainnya juga diserap dan dapat ditukar. Saat ini diketahui hal tersebut adalah salah, dan semua clay – clay yang berasal dari alam mengndung sebanding dengan hydrogen yang dapat ditukar dan nantinya mereka bertanggung jawab atas penurunan alkalinity, secara langsung oleh pertukaran kation dan pembentukan air.



Reaksi ini adalah reversible dan oleh karena itu suatu sodium clay adalah sedikit dapat terhidrolisa oleh air.

Walaupun demikian, sekarang umumnya diketahui bahwa ujung – ujung dari kristal – kristal clay adalah amphoteric, memiliki tempat untuk anion dan kation, penyerapannya tergantung dari pada pH. Ini tampaknya tidak masuk akal, sejak orang dapat mengharapkan ikatan terbelah dua Sehingga pada nilai pH yang rendah, beberapa ion – ion OH<sup>-</sup> terionisasi dan pergi dari permukaan, meninggalkan muatan positif ditempatnya. Ion – ion OH<sup>-</sup> ini selanjutnya dalam kondisi – kondisi tertentu, bisa digantikan oleh anion –anion. Pada kondisi netral atau nilai pH yang tinggi, grup – grup OH tetap menempel dengan baik pada permukaan dan hanya kation – kation pergi terionisasi dari permukaan to expose

tempat – tempat negatif. Menurut Schofield bagian yang lebih besar dari c.e.c dari kaolin adalah disegala kejadian dimana substitusi isomorphus didalam lattice, sehingga tidak tergantung dari apa yang terjadi pada ujung – ujungnya, kristal tetap pada kondisi bermuatan negatif seperti keseluruhannya.

Suatu derajat pergantian anion yang kecil, walaupun pada pH yang netral atau lebih, tampaknya terjadi dengan orthophospat, metaphospat, floride dan sejumlah polyanion – polyanion. Didalam beberapa penelitian yang dilakukan terlebih dahulu, tampaknya semata-mata seperti suatu pengendapan atau penggabungan antara dari phospat dengan ion – ion calcium atau ion-ion magnesium.

## 2.9 Pertukaran Kation dengan Ion-Ion Organik

Seperti yang telah diharapkan, campuran organoik dasar yang terionisasi didalam larutan air bisa juga bertukar ion -ion dengan yang lainnya pada permukaan clay dan pada umumnya terjadi penyerapan yang kuat. Amin sebagai contohnya bisa beraksi dengan clay kalsium :



Pada persamaan diatas, R adalah symbol untuk semua grup – grup organik. Grup  $R.NH_3$  bisa dipikirkan sebagai ammonium  $NH_4$ , dimana satu atom hydrogen telah digantikan oleh suatu grup organic R [9,16,19,20].

Adalah sangat mungkin untuk melapisi suatu clay dengan organic dari grup amine dan dalam melakukan hal itu mengakibatkan perubahan sifat – sifat fisik clay. Muatan positif dari  $NH_3^+$  akan melekat pada permukaan clay, bagian organik dari molekulnya akan mengarah kebagian luar, akibatnya akan menyebabkan clay bersifat hydrophobic (menolak air) tetapi hal itu akan membuat kompatibel dengan berbagai jenis solven – solven organic.

## 2.10 Deflokulasi dan Flokulasi

Jika parikel – partikel dalam suatu system suspensi koloid membawa secara keseluruhan potensial zeta yang tinggi, secara efektif akan saling menjauh satu dengan lainnya dan cenderung akan selalu terpisah, suspensi yang demikian ini cenderung selalu dalam kondisi stabil dan dikatakan dalam kondisi terdispersi.

Sebaliknya, jika suatu partikel – partikel secara keseluruhan membawa nilai potensial zeta yang rendah, mereka akan saling mendekat satu dengan lainnya dan tercapailah suatu jarak dimana gaya van der Waals bereaksi dan menyebabkan partikel – partikel bergabung satu dengan yang lainnya menyebabkan menggumpal atau membentuk suatu agregat. Suspensi seperti ini dikatakan tidak stabil, karena semakin besarnya penggumpalan akan menyebabkan terjadinya endapan dan kemudian disebut sebagai flokulasi.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa untuk meningkatkan nilai dari potensial zeta adalah salah satu caranya dengan mengubah ion-ion yang sudah ada yaitu kalsium digantikan dengan sodium, sebagai contoh dengan penambahan sodium karbonat. Dengan cara ini, dikenal sebagai deflokulasi yang dipakai sebagai basis dari agent deflokulasi yang dipakai dibidang industry contohnya sodium hexaphospate dan sodiumpolyacrylate. Indikasi perilaku ini yang menandakan anion memainkan peran yang sangat besar didalam proses deflokulasi.

Didalam penelitian saat ini diketahui silikat, polyphosphate dan polyacrylate diserap oleh clay, sebagai tambahan kepada sodium dan dapat menaikkan zeta potensial pada system dengan sangat tinggi.

Sodium silicate adalah merupakan deflokulasi yang sangat baik, hanya dengan penambahan sedikit saja kedalam suatu koloid akan meningkatkan nilai potensial zeta.

Adalah sangat mungkin oleh karena itu, ketika polyanion-polyanion diserap pada permukaan clay oleh partikel – partikel clay, akan menambah pertukaran tempat kedudukannya dan karenanya menambah kerapatan muatan. Dari hasil yang telah ditentukan, kelihatannya bahwa polyanion – polyanion akan tertahan di permukaan dan bukannya oleh pertukaran anion, tetapi oleh penyerapan fisik.

## **2.11 Efek dari Muatan-Muatan Yang berada Diujung**

Partikel – partikel clay dapat dianggap sebagai colloid, membawa muatan yang simetris. Telah ditunjukkan bahwa ujung – ujung dari kristal – kristal clay berperilaku berbeda bila dibandingkan dengan permukaan – permukaan planar

dan memiliki karakter amphoteric. Adalah mungkin untuk ujung – ujungnya pada keadaan tertentu membawa suatu muatan positif, walaupun dipermukaan planar (karena substitusi lattice) masih bisa membawa suatu muatan negatif yang besar. Pada kondisi seperti ini akan terjadi permukaan – permukaan dan ujung – ujungnya akan saling tarik menarik yang menyebabkan “ujung kearah permukaan” penggumpalan, walaupun pada saat pengukuran potensial zeta masih bernilai tinggi.

Sifat alamiah amphoteric dari suatu ujung – ujung dijelaskan oleh kehadiran posisi valensi positif dan negatif dikarenakan putusnya ikatan. Didalam larutan asam, grup OH dapat terionisasi :



Meninggalkan suatu muatan positif pada ujungnya. Jika asamnya adalah HCl, adalah mungkin anion yang tertukar terjadi adalah  $OH^-$  ditukar oleh  $Cl^-$ , walaupun jumlah tertukar yang seperti diatas jumlahnya hanya sebagian dari kapasitas pertukaran kation keseluruhan. Didalam larutan alkali, hanya ion – ion H yang dapat terionisasi dan ujung – ujungnya adalah negatif seluruhnya.

Dari hasil observasi bahwa hydrogen kaolinite pertama kali menggumpal saat diberi sedikit sekali tambahan NaOH, sebagai tandanya adalah penambahan kekentalan. Ini disebabkan karena pertama kali  $Na^+$  digantikan oleh  $H^+$  pada permukaannya, menambah potensial negatifnya tanpa terlebih dahulu memberikan efek positif pada ujung – ujungnya, sehingga akan mempengaruhi gaya tarik menarik antara ujung dan permukaan. Tambahan lagi saat penambahan NaOH, pH akan naik, membalik muatan pada ujung dan akhirnya clay akan terdeflokulasi.

Telah disarankan bahwa polyanion – polyanion bisa diserap pada ujung tempat kedudukannya, melapisinya dengan muatan positif disana, dan mengakibatkan deflokulasi. Ini tidak seperti semua mekanisme keseluruhannya, walaupun demikian seperti penyerapan yang demikian tidak akan dihitung untuk potensial zeta yang tinggi telah diobservasi.

## 2.12 Penyerapan oleh Clay

Atom – atom atau ion – ion pada permukaan dari suatu padatan adalah terlihat sedikit berbeda dalam hal gaya – gayanya dengan yang berada didalam



suatu padatan, dikarenakan atom – atom atau ion – ion hanya ada pada satu sisi. Sebagai akibatnya, pada permukaan secara umum memiliki aktivitas yang lebih besar daripada yang berada didalam dan kerataan untuk menarik molekul – molekul atau ion – ion lain. Fenomena ini disebut sebagai penyerapan. Dikenal dua macam penyerapan:

1. Chemisorption, dimana ion-ion dari satu jenis yang khusus diambil oleh suatu permukaan misalnya penyerapan oksigen oleh permukaan logam.
2. Physicaladsorption dimana substansi yang diserap bukan hanya berupa ion saja. Permukaan mampu menyerap berbagai jenis molekul – molekul non ionic. Gaya ikat molekul – molekul kepermukaan oleh gaya van der Waals sebagai contohnya. Akan selalu terjadi keseimbangan diantara penyerap dan yang terserap karena dengan pertukaran ion sangat mungkin untuk suatu reaksi berlangsung sampai dengan sempurna dan tidak mampu balik kembali.

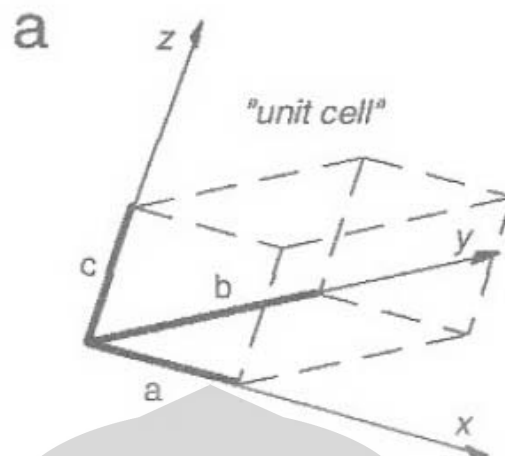
## 2.13 Struktur Kristal

### 2.13.1 Struktur Kristal dari Mineral – Mineral Clay

Clay mineral yang merupakan bagian dari kelompok phyllosilikate memiliki keistimewaan khusus. Mereka memiliki ukuran yang sangat kecil dan tersusun dengan orientasi tertentu. XRD adalah salah satu alat yang sangat dibutuhkan untuk menganalisa clay selain mikroskop electron baik yang berupa scanning ataupun transmission. Ini disebabkan karena pembentukan clay yang berada di permukaan ataupun yang berada dilapisan dalam bumi.

#### 2.13.1.1 Lapisan : Dimensi dan Simetri

Seperti pada grup phyllosilikate lainnya kehadirannya ditandai dengan unit cell. Langkah pertama, unit cell ini akan dipertimbangkan sebagai ukuran lapisan tunggal dan memiliki arah didalam ruang tiga dimensi gambar 2.11 dimensi unit cell.



Gambar 2.11 Dimensi a,b dan c dari unit cell [21]

Dimensi a dan b berada di bidang x-y, bidang ini merupakan bidang orientasi permukaan terbesar. c dimana berada di sumbu z berhubungan dengan ketebalan dari lapisan. Suatu perhitungan geometri sederhana dapat menghitung ukuran dimensi – dimensi dari a, b dan c, yang merupakan dasar perhitungan lapisan tetrahedral dan octahedral.

Kerangka lapisan – lapisan dibentuk oleh ikatan kation – anion (ikatan intermediate antara ikatan ionic dan ikatan kovalen) dimana panjangnya akan dipakai sebagai referensi didalam perhitungan dari dimensi – dimensi cell. Diameter – diameter ionic akan dipakai untuk penentuan dari koordinasi kation.

Dengan pertimbangan perbedaan pada diameter ionik, tiga jenis dari koordinasi menentukan polyhedral elementer yang membentuk bermacam – macam lapisan dari struktur kristal:

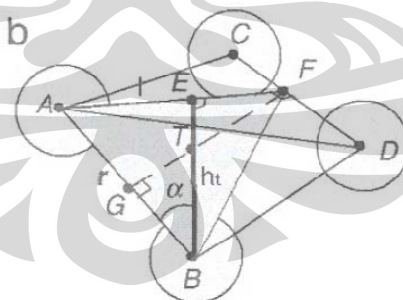
- Koordinasi 4-fold ( $SiO_4^{4-}$  atau  $AlO_4^{5-}$  tetrahedron)
- Koordinasi 6-fold ( octahedron dimana pusatnya diduduki oleh suatu kation  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  untuk keseluruhan bagian puncak – puncaknya dibentuk oleh anion  $O^{2-}$  atau  $OH^-$  )
- Koordinasi 12-fold ( dodecahedron dimana pusatnya ditempati oleh suatu kation dengan diameter lebar :  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ , dan puncaknya dibentuk oleh anion – anion  $O^{2-}$  dari lapisan – lapisan tetrahedral yang berlawanan).

### 2.13.1.2 Ukuran dari Atom – atom dan Ion – ion

Karena atom – atom dan ion – ion memiliki batas – batas yang tidak jelas, pengukuran dari radius - radiusnya menjadi sangat sulit. Walaupun demikian, akan lebih mudah bila atom – atom atau ion-ion terikat karena dengan adanya ikatan panjang ikatan dengan pasti dapat diukur dengan tepat pada saat kondisi keseimbangan. Konsekuensinya, beberapa nilai – nilai radius tersedia dalam bentuk elemen tunggal, tergantung pada kondisi ikatan kimianya terbentuk seperti ionic, kovalen atau van der Waals. Ikatan – ikatan kerangka dari Kristal silika adalah berjenis diantara ionic dan kovalen. Ini memberi konsekuensi, setiap ikatan adalah polar dan karakteristiknya ditandai adanya momen dipole listrik. Ini merupakan hal yang sangat penting untuk distribusi muatan listrik pada permukaan luar dari setiap lapisan didalam struktur phyllosilikate.

### 2.13.1.3 Lapisan Tetrahedra

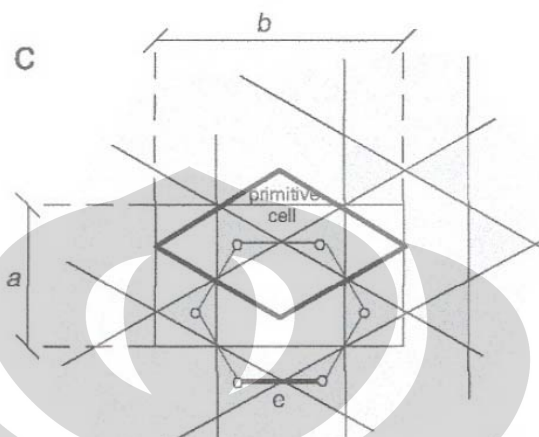
$SiO_4^{4-}$  atau  $AlO_4^{5-}$  tetrahedra pada gambar 2.12 dihubungkan bersama oleh pemakaian bersama tiga dari empat puncak – puncak (tiga oksigen – oksigen bagian dasar, yang keempat menyentuh bagian atas oksigen).



Gambar 2.12 Ketebalan tetrahedron [21]

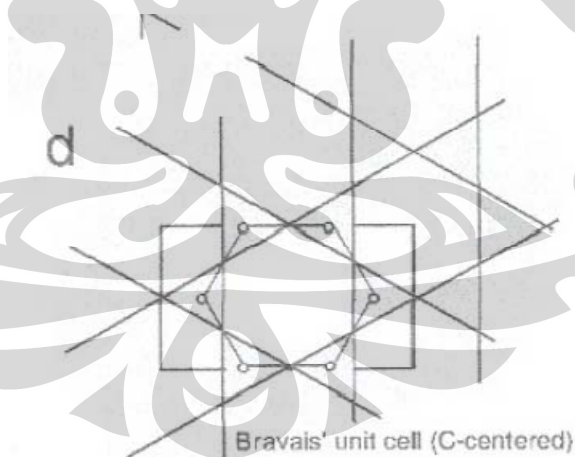
Ini berarti bahwa satu anion  $O^{2-}$  berikatan dengan sebuah pasangan kation  $Si^{4+} - Si^{4+}$  atau sebuah pasangan kation  $Si^{4+} - Al^{3+}$ . Ikatan – ikatan ini membentuk sebuah lattice dua dimensi (lapisan tetrahedral) menetapkan rongga – rongga hexagonal. Semua oksigen – oksigen bebas berada pada sisi yang sama dari bidang yang ditentukan oleh ikatan

oksigen [16]. Lapisan tetrahedral sangat terangkat dapat diratakan oleh translasi juga (tanpa perputaran) oleh sebuah unit 2-tetrahedra atau sebuah 4-tetrahedra.



Gambar 2.13 Dimensi a dan b [21]

Yang pertama dinamakan cell primitive gambar 2.13, yang kedua adalah cell unit Bravais gambar 2.14 dimana dimensi – dimensi a dan b juga ketebalannya sangat mudah untuk dihitung (pusat C).



Gambar 2.14 Unit cell Bravais [21]

Perhitungan – perhitungan dimensi – dimensi dari sebuah tetrahedral dimana diameter – diameter ion diketahui adalah sangat mudah. Ujung dari r dari tetrahedron adalah sama seperti diameter ionic dari anion  $O^{2-}$ . Yang paling menarik pertama – tama adalah dimensi dari  $h_t$ , tinggi dari tetrahedron. Gambar 2.13 menunjukkan aturan pada segitiga AFB dimana

AF dan BF adalah median dari segitiga – segitiga sama kaki ACD dan BCD berikut :

$$AE = 2/3AF = 1 \quad (2.17)$$

$$\Rightarrow AF^2 + FD^2 = AD^2 \quad l = \frac{r}{\sqrt{3}} \quad (2.18)$$

Didalam segitiga AEB,  $EB = h_t$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$h_t = \sqrt{r^2 + l^2} \text{ atau } h_t = r \sqrt{\frac{2}{3}} \quad (2.19)$$

Didalam kasus dari suatu  $\text{SiO}^{4-}$  tetrahedron,  $r = 2.60 \text{ \AA}$  sehingga  $h_t = 2.12 \text{ \AA}$ .

Hubungan antara dimensi unit cell a dan b didalam tetrahedral adalah sederhana. Jarak antara satu titik puncak dan pusat dari tetrahedral (ikatan Si – O) ditentukan oleh perpotongan T diantara EB dan FG diberikan oleh hubungan berikut:

$$TB = \frac{r}{2 \cos \alpha} \text{ atau } \cos \alpha = \frac{h_t}{r} \text{ sehingga, } TB = r \sqrt{\frac{3}{8}} \quad (2.20)$$

Dimensi a gambar 2.14 ditentukan sebagai berikut:

$$a = 2r = \frac{4}{3} \sqrt{6} TB \quad (2.21)$$

Gambar 2.13 menunjukkan bahwa dimensi b tiga kali sisi hexagon c.

$$b = 3c \text{ dan } e = 2l \text{ sehingga } e = 2 \frac{r}{\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}} \text{ menyebabkan:} \quad (2.22)$$

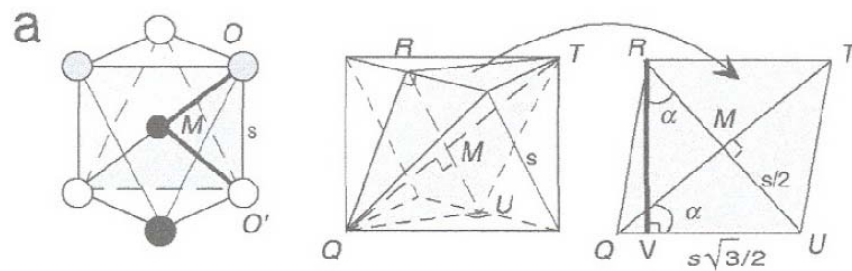
$$b = 3c = a\sqrt{3} = 4\sqrt{2} TB \quad (2.23)$$

Konsekuensinya secara teori, nilai dari dimensi b adalah  $9.7 \text{ \AA}$ . Pada kenyataannya, panjang ikatan Si-O adalah  $1.68 \pm 0.01 \text{ \AA}$ , sehingga  $b = 9.15 \pm 0.6 \text{ \AA}$ . Diameter ion dari koordinasi 4-fold kation  $\text{Al}^{3+}$  lebih besar dari pada  $\text{Si}^{4+}$ . Menurut harga teori dari panjang ikatan Si-O memiliki panjang  $1.77 \text{ \AA}$ , pada kenyataannya bernilai  $1.748 \pm 0.01 \text{ \AA}$ . Oleh karena itu, dimensi b akan bertambah secara langsung proporsional dengan kandungan  $\text{Al}^{3+}$  untuk  $\text{Si}^{4+}$ . Diperkirakan penambahan secara langsung yang proporsional ini membawa hubungan berikut:

$$b_{(\text{Si}_{4-x}\text{Al}_x)} = 9.15 + 0.74 \times \text{\AA} \quad (2.24)$$

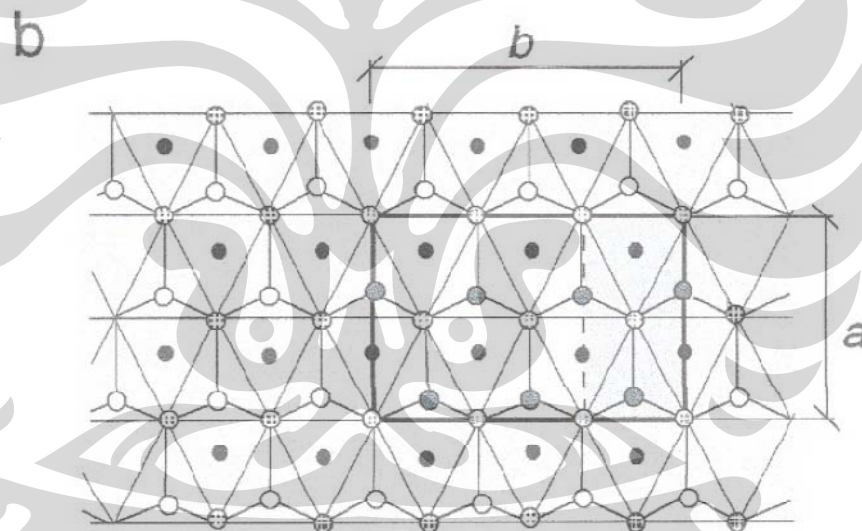
#### 2.13.1.4 Lapisan Oktahedra

Lapisan octahedral terletak pada permukaan segitiga gambar 2.15



Gambar 2.15 Struktur oktahedra,  $RV = s \cos \alpha$ ,  $\alpha = 35.26^\circ$  [21]

Mereka berhubungan bersama melalui pemakaian bersama melalui enam puncak mereka. Ini berarti setiap anion terikat pada tiga kation-kation didalam octahedral [16,18]. Mereka terikat didalam dua kation didalam dioktahedral sehingga kedudukan yang ketiga menjadi kosong. Bentuk ikatannya merupakan kerangka dari suatu lapisan yang kontinu dimana oktahedra ini membentuk suatu lattice yang berupa hexagonal simetris.



Gambar 2.16 Dimensi b dari trioktahedra (brucite) dan trioktahedra (gibbsite) [21]

Lapisan didalam trioktahedra diratakan oleh sebuah 6 oktahedron unit cell gambar 2.16 dimana dimensi a dan b juga bertindak sebagai ketebalannya dan dapat dihitung dengan mudah.

Ujung dari oktahedra berhubungan dengan diameter ionic dari anion  $O^{2-}$  atau  $OH^-$  dengan pertimbangan kesetimbangan. Di dalam segitiga  $OMO$ , jarak kation – anion  $MO$  diberikan oleh:

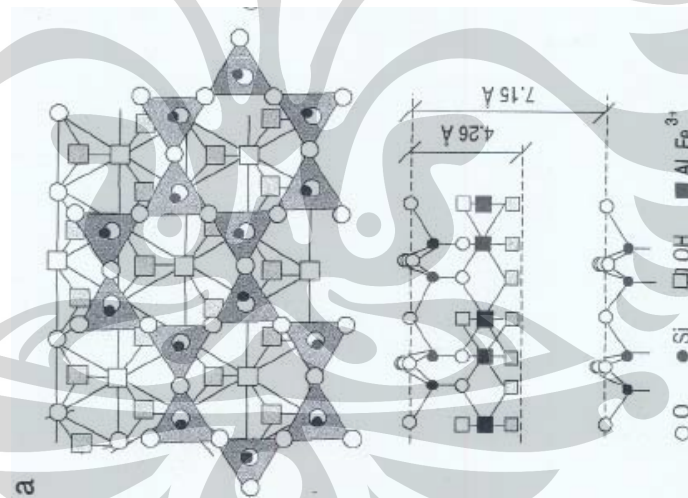
$MO = \frac{s}{\sqrt{2}}$  ketebalan lapisan ini diberikan oleh nilai dari  $RV$  didalam rhombohedral  $QRTU$  dimana memiliki sisi yang sama  $s \frac{\sqrt{3}}{2}$ . Didalam

segitiga sama sisi QMU, sudut  $\alpha$  ditentukan oleh hubungan  $\sin \alpha = \frac{\frac{s}{2}}{\frac{s\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$  sehingga  $\alpha = 35.26^\circ$ . Di segitiga RVU, RV diberikan oleh  $= s \cos \alpha$ .

Panjang ikatan tidak selalu diketahui dengan persis, seperti pada suatu perkiraan, mereka dapat dipertimbangkan sebagai penjumlahan dari radius – radius ion – ion dari kation ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , ...) dan dari anion  $\text{O}^{2-}$  koordinasi 6-fold. Secara berurutan harga untuk ikatan Mg-O dan Al-O adalah  $0.86+1.26\text{\AA}$  dan  $0.68+1.26\text{\AA}$ . Oleh karena itu nilai dari ujung suatu Mg octahedron akan diperoleh  $3.00\text{\AA}$  dan Al octahedron akan diperoleh  $2.24\text{\AA}$ .

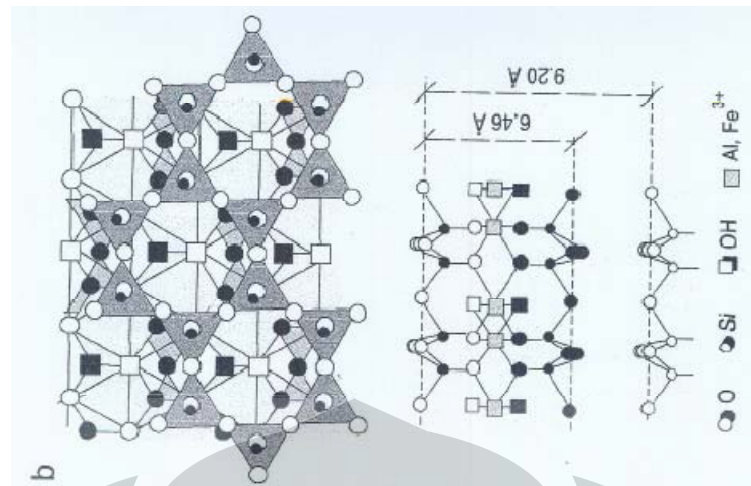
### 2.13.2 Lapisan dari Jenis 2:1

Struktur Kristal dari semua jenis phyllosilikate terbagi menjadi dua jenis lapisan:



Gambar 2.17 Struktur kristal dioktahedral 1:1 phyllosilikate [21]

(a) Lapisan dengan perbandingan 1:1 dimana satu lembaran tetrahedral terikat dengan sebuah lembaran octahedral gambar 2.17.



Gambar 2.18 Struktur kristal dioktahedral 2:1 phyllosilikate [21]

(b) Lapisan dengan perbandingan 2:1 dimana satu lembar octahedral berada ditengah antara dua lembar tetrahedral gambar 2.18.

Secara teori struktur – struktur dari kedua jenis tersebut tergantung dari derajat simetri hexagonal dari lembar tetrahedral dan lembar oktahedra dimana mereka saling berhubungan. Oksigen - oksigen pada bagian atas dari tetrahedral menjadi puncak – puncak dari tetrahedral. Dengan demikian enam puncak dari didalam suatu lembar dengan perbandingan 1:1 dibentuk oleh empat radikal OH<sup>-</sup> dan dua oksigen bagian atas dari tetrahedral [9,14,18].

Didalam lembar dengan perbandingan 2:1, mereka dibentuk oleh hanya dua radikal OH<sup>-</sup> karena empat puncak lainnya adalah oksigen – oksigen yang berada diatas dari dua lembar tetrahedral.

Meskipun lembar tetrahedral dan oktahedra menunjukkan dimensi a dan b yang berbeda, sehingga hubungannya tidak mungkin terjadi tanpa deformasi dari sudut – sudut dan panjangnya dari ikatan – ikatan kimianya, seperti yang ditunjukkan sebelumnya.

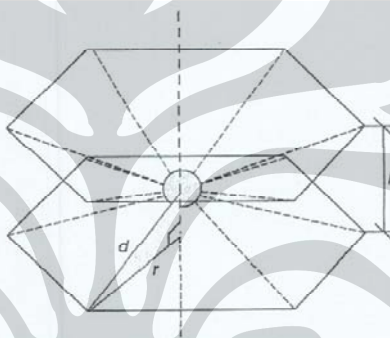
Simetri grup dimana grup phyllosilikate berada dimana memiliki ketergantungan pada caranya lapisan atau lembar bertumpuk, mulai dari yang tertinggi hingga yang terendah adalah sebagai berikut: hexagonal(H), rombohedral(R), orthorombik(Or), ditrigonal(T), Monoclinic(M) dan triclinic(Tc). Karena itu berbagai macam cara menentukan perbedaan



berbagai jenis, jumlah dimana suatu fungsi dari species mineral-mineral menyebabkan timbulnya berbagai jenis phyllosilikate.

### 2.13.3 Lapisan Interlayer

Dibeberapa phyllosilikate dengan perbandingan 2:1, netralitas listrik dari struktur Kristal ditentukan oleh adanya tambahan dari suatu kation di lembaran interlayer. Pada lapisan – lapisan interlayer, kation-kation tinggal didalam rongga hexagonal atau trigonal yang dibentuk oleh anion – anion  $O^{2-}$  dari lembar - lembar tetrahedral yang berlawanan (gambar 2.19).



Gambar 2.19 Struktur daerah interlayer [21]

Oleh karena itu dengan tidak mengindahkan distorsi – distorsi, kation-kation memiliki koordinasi 12-fold. Melalui hubungan geometri sederhana, panjang dari ikatan antara oksigen dan lapisan kation - kation interlayer dapat dihitung, dimana:

H: rongga interlayer (jarak terdekat antara oksigen – oksigen dari dua lapisan tetrahedral).

R: jarak dari pusat dari rongga hexagonal ke oksigen - oksigen dari bidang didalam lembar tetrahedral.

Sifat Clay yang unik:

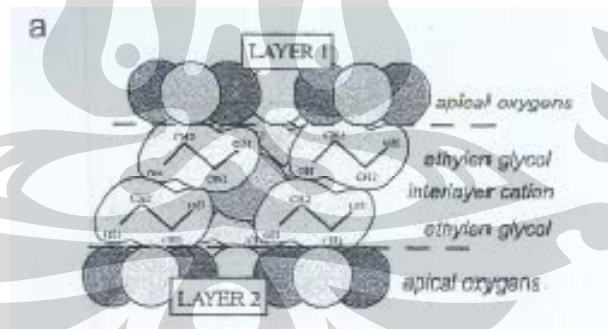
Sifat mampu mengembang ditentukan oleh kemampuan dari kation – kation menahan terhadap kulit kutub molekul (air, glycol, glycerol) didalam lingkungan interlayer. Sifat ini tidak mungkin ada jika muatan dari lapisan terlalu tinggi (mica, chlorites) atau nol (phyropillite, talc). Lebih sederhananya, sifat ini merupakan karakteristik dari di dan

trioktahedral smectites dan vermiculites. Molekul polar disusun menjadi dua lapisan dimana setiap angka beragam secara kebalikannya dengan muatan interlayer:

1. Muatan yang berisi antara 0.8 dan 0.6: 1 lapisan dari molekul – molekul kutub (di- atau trioktahedral vermiculites dan muatan tinggi beidellites). Saponites bermuatan besar menyerap 1 sampai 2 lapisan dari molekul – molekul kutub.
2. Muatan yang berisi antara 0.6 dan 0.3: 2 sampai 3 lapisan – lapisan dari molekul – molekul polar (beidellites, montmorillonites dan saponites, stevensites)

Didalam daerah interlayer, kation dilingkupi oleh molekul – molekul ethylene glycol, dimana terikat sangat lemah sampai dengan permukaan lapisan – lapisan tetrahedral (ikatan hydrogen). Seperti molekul – molekul air, mereka teratur sampai lebih atau kurang kontinyu berlapis – lapis.

Penyerapan dari molekul – molekul kutub (air atau molekul - olekul organic) mengganggu dimensi c juga langkah – langkah dengan maju dan teratur.



Gambar 2.20 Adsorpsi molekul polar [21]

Total pelebaran sama dengan jumlah dari individu pelebaran dari setiap lapisan, dapat menyerap berbagai jumlah air (0 sampai 3) atau ethylene glycol (0 sampai 2). Untuk clay dengan lapisan – lapisan yang memiliki muatan, jumlah dari penyerapan lapisan air tergantung pada dua factor yaitu, sifat kation – kation yang berada dilapisan interlayer dan tekanan parsial ( $p/p_0$ ) dari air atau ethylene glycol. Satu langkah variasi

dari keseluruhan pelebaran menyatakan bahwa semua lapisan – lapisan berlaku homogeny dan tetap satu atau dua lapisan air atau lapisan ethylene glycol untuk suatu daerah dari p/p0.

Sebaliknya, suatu variasi yang dengan maju menyatakan bahwa clay berlaku seperti suatu lapisan campuran mineral dari lapisan – lapisan yang memiliki 0, 1, atau dua lembaran – lembaran kutub interlayer molekul.

## 2.14 Surfactan

Surfactant adalah istilah yang lebih dikenal sebagai singkatan dari Surface Active Agent, dicirikan dengan adanya kehadiran dua “functional group” didalam suatu molekul yang sama, satu polar dan yang lainnya non polar. Bagian polar dapat membawa muatan positif atau negatif, sehingga dapat disebut sebagai kationik atau anionic surfaktan atau terdiri dari rantai ethylene oxide, atau grup saccharide sehingga dapat disebut sebagai nonionic surfaktan [22,23].

Struktur kimia surfaktan memiliki sifat yang sesuai dalam hal sifat – sifat solubilitas untuk berbagai aktivitas yang beragam didalam system pelarutnya dan kondisi penggunaanya. Dalam istilah standar surfaktan dikenal dua kata yaitu “kepala” mengacu pada bagian grup yang bisa larut dalam pelarut, lyophilic atau grup hydrophilic, didalam system air dan “ekor” mengacu pada lyophobic atau grup hydrophobic didalam air. Contoh  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}_2\text{-S}$ , bagian ekor adalah  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n$ , sedangkan kepala adalah  $\text{CH}_2\text{-S}$ .

Didalam air, bagian grup hydrophobic mungkin berasal dari suatu hydrocarbon, fluorocarbon, rantai polimer yang pendek atau rantai siloxane dengan ukuran yang cukup untuk menghasilkan karakteristik solubilitas yang diinginkan ketika berikatan ke bagian grup hydrophilic yang cocok. Didalam system cairan bagian hydrophilic (“kepala”) akan menjadi ion atau dengan polaritas tinggi, sehingga dapat berlaku sebagai fungsi pelarut. Didalam pelarut non polar seperti hexane didalam grup yang sama, secara teori, fungsinya memiliki arti yang berlawanan. Seperti pada suhu, tekanan, atau lingkungan pelarut dari bermacam – macam surfaktan (umpamanya, tambahan cosolvent, perubahan pH, atau tambahan cairan elektrolit dalam system larutan), perubahan

yang berarti didalam larutan dan sifat antar permukaan dari suatu surfaktan bisa terjadi. Sebagai hasilnya, modifikasi di dalam struktur kimia dari suatu surfaktan diperlukan untuk menjaga derajat aktifitas permukaan. Tidak dapat disangkal suatu surfaktan akan mengakibatkan efek yang sangat kuat terhadap lingkungan pelarut tertentu didalam pemakaian. Setiap perubahan didalam lingkungannya bisa mengakibatkan perubahan efektifitas yang signifikan dari suatu surfaktan dan memerlukan perubahan struktur yang besar untuk menahan efek permukaan yang diperlukan.

Oleh sebab itu untuk suatu aktifitas permukaan didalam suatu system, bakal molekul surfaktan harus memiliki suatu struktur kimia yang bersifat amphiphilic didalam pelarut yang diinginkan dan berada pada kondisi pemakaian tertentu. Tetapi bagaimana kita dapat menentukan struktur kimia yang terbaik untuk dipakai pada suatu system tertentu?

Untuk sementara waktu tujuan dari suatu surfaktan yang berhubungan dengan riset telah ditentukan secara kuantitatif melalui hubungan struktur kimia dari permukaan molekul struktur secara langsung kepada aktifitas physicochemicalnya didalam pemakaian. Pada awal – awal percobaan untuk mencari hubungan aktifitas permukaan dan struktur kimia datang dari industry kosmetik dan terkenal dengan sistem “hydrophile – lipophile balance”. Sistem (HBL) ini berhubungan dengan komposisi molecular dari suatu surfaktan terhadap sifat – sifat surfaktannya. Walaupun itu bukan suatu obat yang mujarab dalam perhitungan kuantitatif untuk merancang molekul – molekul surfaktan, HBL berlanjut menjadi suatu alat yang penting didalam ujung tombak dalam praktek dari teknologi formulasi surfaktan. Saat ini telah dicoba dibuat untuk memakai alat dengan pendekatan theory yang lebih memuaskan seperti konsep densitas kohesi energy (juga dikenal mampularut atau parameter Hidelbrand) dan geometri molekul untuk menghubungkan antara struktur kimia surfaktan, sifat alamiah pelarut dan aktifitas pada permukaan yang lebih mendasar pada level molekul dan atom.

## Klasifikasi Surfaktan

### 2.14.1 Surfaktan Anionik

Pemakaian secara umum untuk surfaktan yang terbesar adalah jenis anionic, tercatat 70 ~ 75 % dari total konsumsi seluruh dunia.

Sulfat, Sulfonat, carboxylate dan fosfat adalah jenis fungsional yang umum pada jenis ini. Pemisahan dari dua grup molekul ini tergantung dari nilai pH. Sebagai contoh untuk jenis system carboxylate pada pH dibawah 5 akan terurai menjadi molekul asam dan diatas 10 akan berada pada kondisi monomer yang terionisasi.

Sebaliknya untuk, alkyl sulfat dan sulfonat adalah garam dengan asam kuat dan oleh karena itu dapat diharapkan akan tetap berada pada kondisi ini penuh didalam seluruh jangkauan pH.

### 2.14.2 Surfaktan Kation

Surfaktan kation pertama kali menjadi penting ketika potensi komersilnya diketahui yaitu sifat bakteriostatik pada tahun 1938. Sejak itu telah dibuat 66 surfaktan organik diperkenalkan dan menjadi ratusan produk komersial lainnya. Saat ini surfaktan kation memainkan peran yang sangat penting sebagai agen antiseptic didalam kosmetik, secara fungsi umumnya sebagai anti jamur dan germicides, sebagai pembuat pelembut dan hair conditioner dan di banyak lagi produk – produk kimia komersial lainnya. Banyak aplikasi baru untuk surfaktan kation ini dikembangkan sejak perang dunia ke I dan II, sehingga campuran – campuran atau bahan pembentuknya sudah dapat dikatakan didalam kategori umum untuk industry dan tidak dapat dikategorikan sebagai material kimia khusus. Kationik surfaktan dibuat secara komersial sebagai suatu campuran dari homolog – homolog. Seperti yang telah diutarakan sebelumnya sedikit perbedaan di dalam struktur kimia atau komposisi dari bagian grup hydrophobic dari surfaktan dapat merubah sifat aktif permukaannya, mengarah pada kemungkinan dari kesalahan penting didalam intepretasi dari hasil dan performa yang diharapkan. Surfaktan kation yang murni seperti cetyltrimethylammoniumbromide

(CTAB) telah banyak dipakai secara luas didalam kimia fisik dasar dari aktifitas permukaannya. Penelitian seperti itu telah mengarah kepada perbaikan didalam pengertian dasar dari prinsip – prinsip dari surfaktan kation. Dikarenakan perbedaan yang sangat mendasar didalam kemurnian bahan dan komposisi bahan antara komersial dan grade riset, bagaimana pun juga, kehati-hatian harus selalu dijaga jangan sampai terlewat efek dari seperti perbedaan – perbedaan pada tindakan dari pemberian suatu surfaktan pada aplikasi tertentu. Mengacu pada ketersediaan dari rantai lurus, surfaktan asal minyak bumi, satu-satunya sumber dari bahan baku untuk kation surfaktan adalah minyak sayur – sayuran dan lemak hewan. Semua dari bahan – bahan itu dapat ditimbang berasalnya dari turunan dari lemak amin dari satu, dua, atau tiga rantai alkyl terikat langsung atau tidak langsung pada suatu grup kation nitrogen. Kelas yang sangat penting dari kation – kation ini adalah garam amin sederhana, campuran quaternary ammonium dan oksida amin:

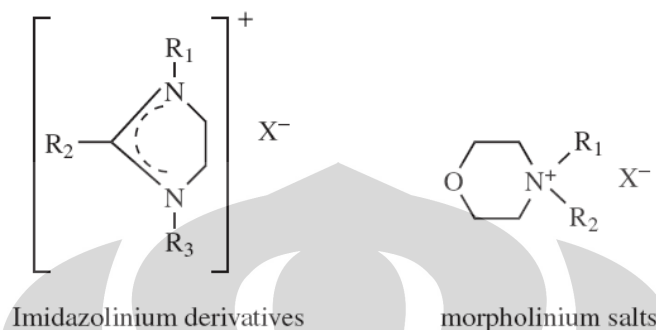


Ada dua kategori penting dari surfakta kation dimana perbedaan utamanya terletak pada sifat dari kandungan nitrogennya. Yang pertama terdiri dari campuran yang terdiri dari grup nitrogen seperti garam – garam ammonium sederhana dimana terdiri paling sedikit satu rantai panjang dari grup alkyl dan satu atau lebih atom – atom hydrogen amine, dan campuran quaternary ammonium dimana semua campuran telah diganti oleh pengganti – pengganti organic. Penganti – pengganti amine bisa jadi berupa rantai panjang atau rantai pendek dari alkyl, alkaryl, atau grup aryl. Sedangkan counter ionnya terdiri dari halide, sulfat, acetat, atau campuran – campuran yang mirip.



N-Alkylpyridinium salts

salts of alkyl-substituted pyridines



Imidazolium derivatives

morpholinium salts

Gambar 2.21 Grup alkyl [23]

Kategori yang kedua memiliki kandungan material – material heterocyclic tipikal jenis pyridium, morpholium dan turunan imidazolium seperti pada gambar 2.21. Fungsi – fungsi kation yang lain sudah tentu memungkinkan tetapi mereka lebih tidak umum dari pada dua yang telah disebut diatas.



Pada pyridium dan surfaktan – surfaktan hetero cyclic yang lain, sifat – sifat surfaktan adalah terutama merupakan turunan dari grup alkyl yang dipakai untuk mengquaternize amine. Sebagai suatu variasi yang dipakai sebagai pendekatan, akan tetapi adalah sangat memungkinkan untuk menyambung suatu surfaktan dengan grup panjang alkyl (atau fluoroalkyl) dengan secara langsung pada ring heterocyclic dan nitrogen yang telah diquaternize dengan rantai alkyl halide pendek. Banyak dari surfaktan - surfaktan kation komersil dengan struktur umum  $R-(CH_2)_5NH^+R'X^-$  dan  $R-(CH_2)_5N^+(R_2)X^-$ , dimana R adalah surfaktan dengan panjang grup hydrophobic dan R' adalah rantai pendek alkyl atau rantai hydroxyalkyl.

Karena sangat pentingnya dari sudut ekonomi dari jenis surfaktan kation ini maka kebutuhan akan surfaktan ini meningkat sangat drastis. Kebanyakan kation – kation adalah memiliki sifat aktif biologi dimana

dapat membunuh atau mengurangi pertumbuhan banyak jenis mikroorganisme. Mereka juga menjadi sangat penting di dalam dunia industry textile sebagai penghasil softner (pelembut), agen anti air, memperbaiki proses pewarnaan pada textile. Karena banyak sekali mineral – mineral penting pada biji besi dan metal membawa sebuah muatan negatif, surfaktan kation juga dipakai didalam proses pengapungan, pelumasan, dan penghambat korosi dan mereka memberi manfaat tambahan seperti mampu modifikasi permukaan untuk mengontrol permukaan dari sifat – sifat tribologi, khususnya control muatan electrostatic.

Mengandung sebuah muatan negatif, sebagai contoh quaternary ammonium halide ( $R_4N^+X^-$ ), dan empat grup R boleh atau tidak boleh sama (jarang yang sama), tetapi biasanya berasal dari keluarga yang sama.

#### 2.14.3 Nonionik Surfaktan

Bagian hydrophile tidak memiliki muatan, tetapi solubilitas airnya berasal dari grup polar kuat seperti polyoxyethylene (POE atau  $R-OCH_2CH_2O-$ ) atau R dengan grup polyol termasuk gula.

#### 2.14.4 Amphoteric Surfaktan (dan zwitterionic)

Mengandung molekul atau dapat berpotensi mengandung molekul, keduanya bermuatan positif dan negatif seperti sulfobetaines  $RN^+(CH_3)_2CH_2CH_2SO_3^-$ .

Secara umum, grup hydrophobic secara alamiah tampak lebih jelas bervariasi ketimbang grup hydrophile. Agak sering mereka memiliki rantai grup hydrocarbon yang panjang, walaupun demikian mereka memiliki struktur yang sangat bervariasi.

- Grup alkyl dengan rantai lurus.

(n. C8 – C22 dengan ujungnya substitusi dari grup kepala)  $CH_3(CH_2)_n-S$



- Rantai grup Alkyl bercabang (C8 – C22, substitusi internal)  
 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}_2(\text{CH}_3)(\text{CH}_2)_m\text{CH}_2\text{-S}$
- Rantai Alkeny tidak jenuh seperti kandungan dari minyak-minyak sayuran  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_n\text{-S}$
- Alkylbenzenes (C8-C15C<sub>6</sub>H<sub>4</sub> dengan pola bermacam-macam substitusi)  $\text{C}_9\text{H}_{19}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{-S}$
- Alkylphthalenes (alkyl R biasanya C3 atau lebih besar)  $\text{R}_n\text{-C}_{10}\text{H}_{(7-n)}\text{-S}$
- Grup Fluoroalkyl ( $n > 4$ , sebagian atau keseluruhannya terfluoronasi)  
 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_n\text{-S}$



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dikelompokkan menjadi tiga langkah penelitian. Langkah pertama adalah pemilihan jenis clay yang akan digunakan. Telah tersedia beberapa jenis clay untuk penelitian ini, clay China, clay Sukabumi, clay Kalimantan, clay Belitung, clay Bali, clay Garut, clay Tasikmalaya serta dua Bentonite Drilling spec api 13 dan Bentonite Foundry. Langkah kedua adalah memastikan adanya kandungan Montmorillonite pada clay – clay tersebut dan setelah itu diadakan pencucian supaya diperoleh Montmorillonite yang nantinya akan diperkaya oleh  $\text{Na}^+$  untuk menggantikan kation – kationnya. Langkah yang ketiga adalah mengubah Na-Montmorillonite menjadi organoclay. Sintesa clay menjadi organoclay di Laboratorium PT. Wika-NGK Insulators, Cileungsi – Bogor.

Berikutnya tahapan karakterisasi XRD dilaksanakan di LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI (Geology Laboratories), BADAN GEOLOGI, Bandung.

#### **Alat dan Bahan**

##### **3.1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian**

Pada percobaan, digunakan digital weight balance untuk menimbang semua bahan percobaan. Sedangkan untuk pembuatan larutan  $\text{NaCl}$  dan  $\text{AgNO}_3$  digunakan labu takar. Pada tahapan Clay Treatment, clay dilarutkan dalam larutan  $\text{NaCl}$  di dalam beaker glass, kemudian diaduk dengan menggunakan magnetic stirer selama 24 jam. Pada 6 jam terakhir sebelum disaring menggunakan seperangkat penyaring vacuum yang terdiri dari vacuum filter glass, corong porcelain dan kertas saring, larutan clay dan  $\text{NaCl}$  dipanaskan pada suhu  $70 \sim 80$  °C. Konsistensi suhu dimonitor menggunakan digital thermometer. Setelah pencucian dan clay terbebas dari ion  $\text{Cl}^-$ , clay dikeringkan dalam oven. Oven juga digunakan pada tahapan surface treatment pada proses pemanasan surfactant dan Na-Clay yang masing-masing dimasukkan pada tabung Erlenmeyer. Pada akhir

tahapan clay treatment maupun tahapan surface treatment, endapan ditumbuk dan disaring dengan menggunakan saringan 53 Micron.

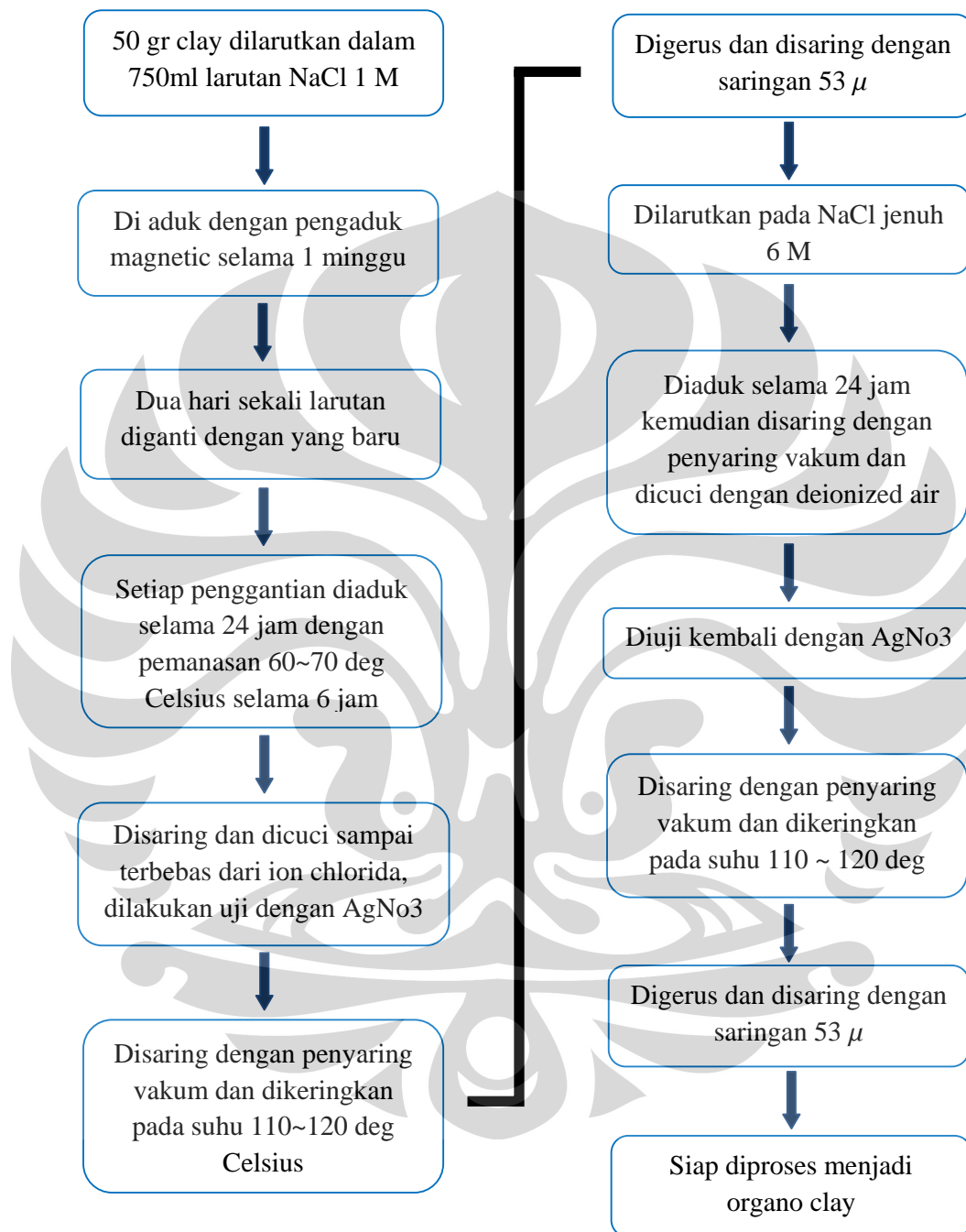
### 3.2 Peralatan karakterisasi dan pengujian

1. XRD Merk PANalytical X'Pert PRO seri PW3040/x0 X'Pert PRO
2. XRF
3. SEM JEOL JSM - 5310

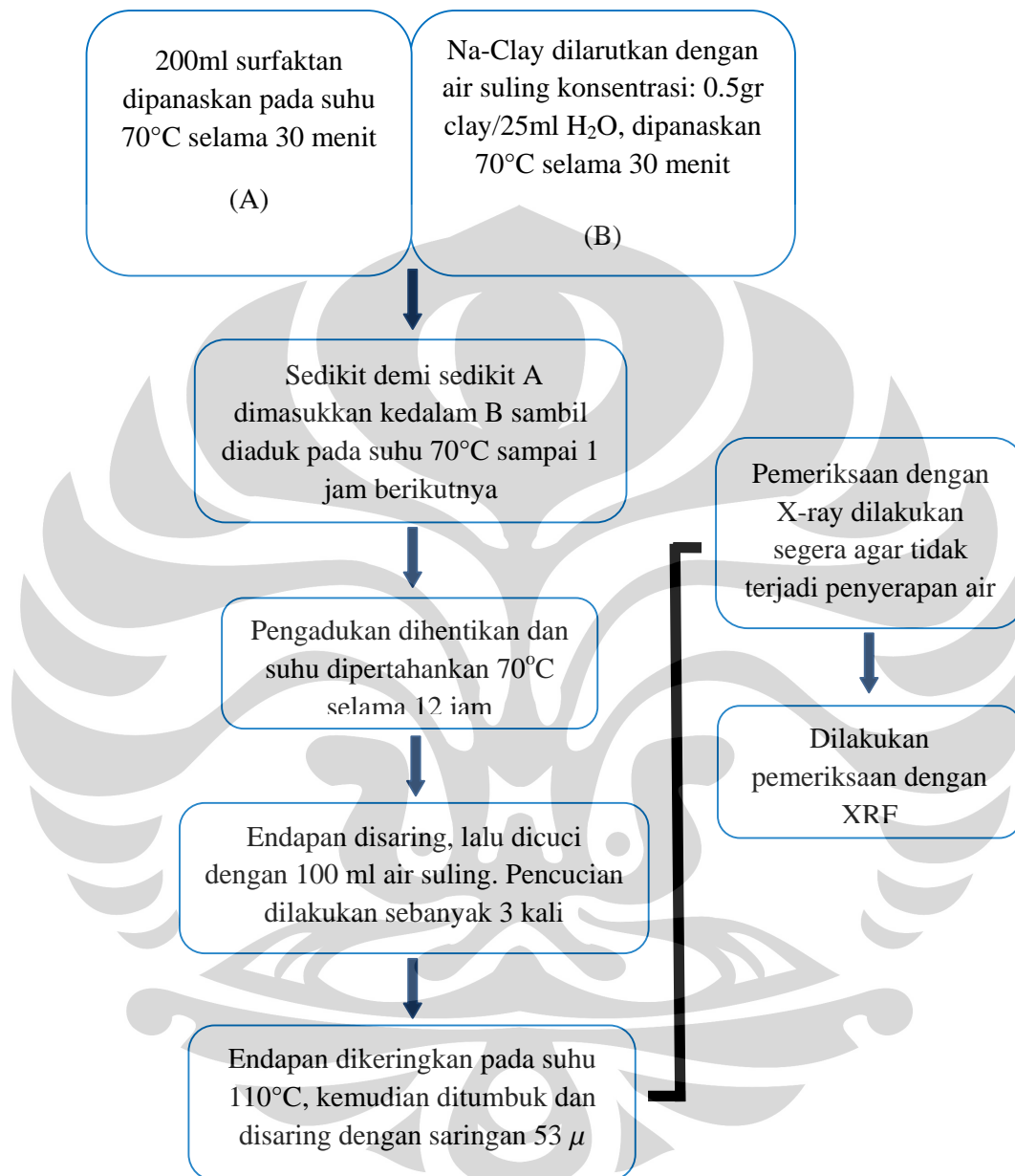
### 3.3 Bahan yang digunakan dalam penelitian

1. Clay China, clay Sukabumi, clay Kalimantan, clay Belitung, clay Bali, clay Garut, clay Tasikmalaya serta dua Bentonite Drilling spec api 13 dan Bentonite Foundry.
2. Surfaktan
  - a) Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride
  - b) Ammonium Lauryl Sulfate
  - c) Sodium Dodecyl Sulfate
3. Air bebas ion
4. Air Suling
5. NaCl
6. AgNO<sub>3</sub>

## CLAY TREATMENT



Gambar 3.1 Clay treatment

**SURFACE TREATMENT**

Gambar 3.2 Perlakuan permukaan

### 3.4 Sintesa Clay

#### 3.4.1 Persiapan sample

Bentonite clay pertama diayak dengan ayakan  $53 \mu$ , kemudian dicuci beberapa kali dengan aquades selanjutnya disaring dengan penyaring vacuum, setelah itu dikeringkan dan digerus lalu diayak dengan saringan  $53 \mu$ .

#### 3.4.2 Preparasi Clay Na-Montmorillonite

Lima puluh gram clay bentonite didispersikan kedalam 0.75 liter larutan NaCl 1M, diaduk dengan pengaduk magnet selama satu minggu dan setiap dua hari larutan diganti dengan yang baru. Pada setiap penggantian larutan dilakukan pengadukan selama 24 jam dengan pemanasan  $70 - 80^{\circ}\text{C}$  selama 6 jam. Kemudian disaring dan dilakukan pencucian sampai terbebas dari ion klorida (diuji dengan menggunakan  $\text{AgNO}_3$ , sampai negative). Selanjutnya disaring dengan menggunakan penyaring vacuum dan dikeringkan didalam oven pada suhu  $110 - 120^{\circ}\text{C}$ . Setelah kering digerus dan disaring dengan filter ukuran  $53 \mu$ .

Hasil penjenuhan ini kemudian dijenuhkan kembali dengan menggunakan larutan NaCl 6M sambil diaduk selama 24 jam lalu disaring dengan penyaring vacuum dan dicuci dengan air demineralized sampai menunjukkan uji negative dengan  $\text{AgNO}_3$ . Selanjutnya dikeringkan didalam oven dengan suhu  $110 - 120^{\circ}\text{C}$ . Setelah kering lalu digerus sampai halus kemudian disaring dengan ayakan  $53 \mu$ . Hasil penjenuhan ini disebut Na-Montmorillonite.

#### 3.4.3 Surface Treatment

Dua ratus mililiter surfactant dipanaskan pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit (A). Pada erlenmayer yang terpisah, dilarutkan 0.5 gram Na-clay dengan 25 ml air suling dan dipanaskan pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit (B). Sedikit demi sedikit A dimasukkan ke dalam B sambil diaduk pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  sampai 1 jam berikutnya. Pengadukan

dihentikan dan dipertahankan suhu 70°C selama 12 jam. Endapan disaring dan dicuci dengan 100 ml air suling sebanyak tiga kali. Endapan dikeringkan pada suhu 110°C, ditumbuk dan disaring dengan saringan 53 $\mu$ . Endapan diperiksa dengan pemeriksaan XRF.



## BAB IV

### ANALISA PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas tentang :

1. Pemilihan jenis clay yang akan digunakan dalam penelitian
2. Preparasi Montmorillonite
3. Preparasi Na-Montmorillonite
4. Sintesa organoclay yang dibuat dari
  - a. Alkyl Benzil Dimethyl Ammonium Chloride
  - b. Ammonium Lauryl Sulfat
  - c. Sodium Dodecyl Sulfat
5. Analisa dengan SEM
6. Analisa dengan XRF

#### **4.1 Pemilihan jenis clay yang akan digunakan dalam penelitian**

Telah tersedia sembilan jenis clay sebagai berikut:

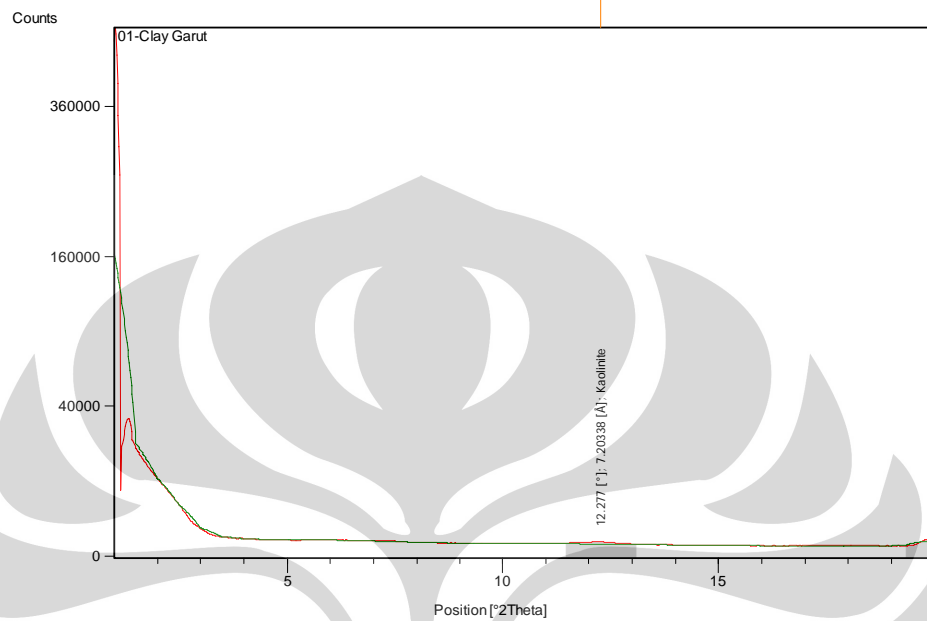
Clay Garut, clay Tasikmalaya, clay Garut untuk Glasur, clay Cibadak, clay Cina (Ball clay), clay Kalimantan, Bentonite Drilling spec api 13 dan Bentonite Foundry.

Dari berbagai jenis clay tersebut diatas harus diperoleh clay yang mengandung montmorillonite dengan cara karakterisasi awal dengan menggunakan XRD.



Dibawah ini tampak dengan jelas

1. Clay Garut,

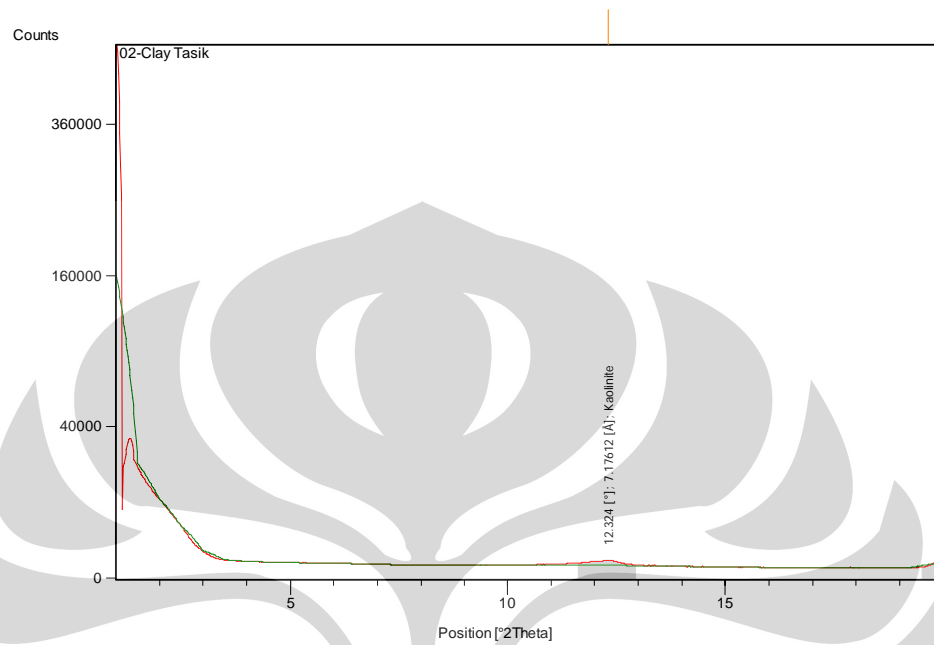


Gambar 4.1 Diffraktogram clay Garut

Tabel 4.1 Analisa mineral clay Garut

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-002-0105	35	Kaolinite	0.000	0.000	H4 Al2 Si2 O9

## 2. Clay Tasikmalaya

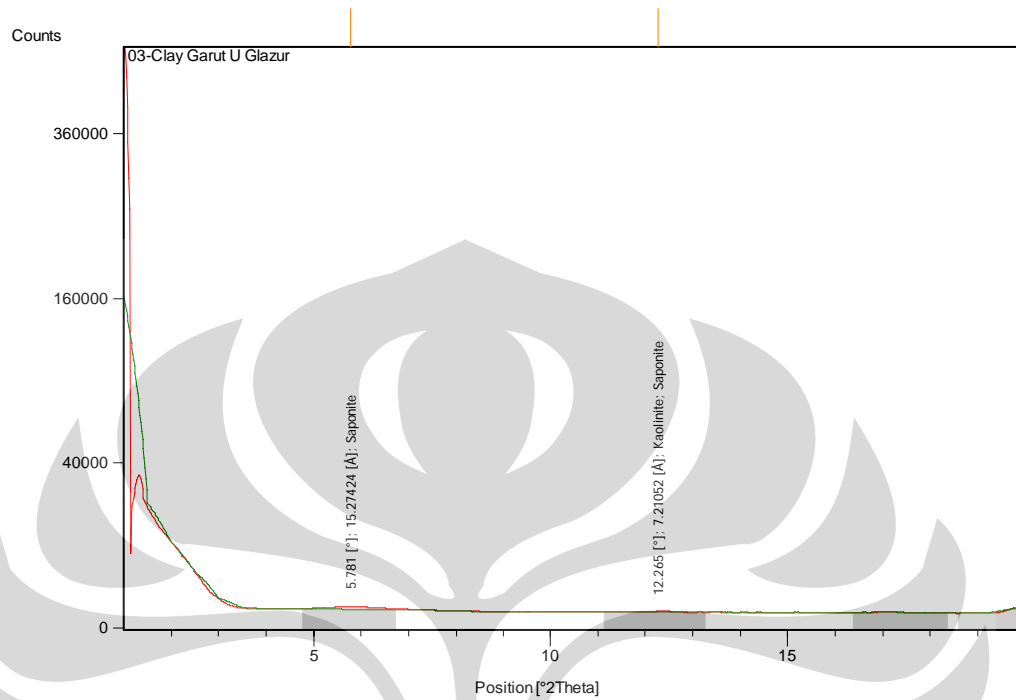


Gambar 4.2 Diffraktogram clay Tasikmalaya

Tabel 4.2 Analisa mineral clay Tasikmalaya

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-002-0105	35	Kaolinite	0.000	0.001	H4 Al2 Si2 O9

## 3. Clay Garut.

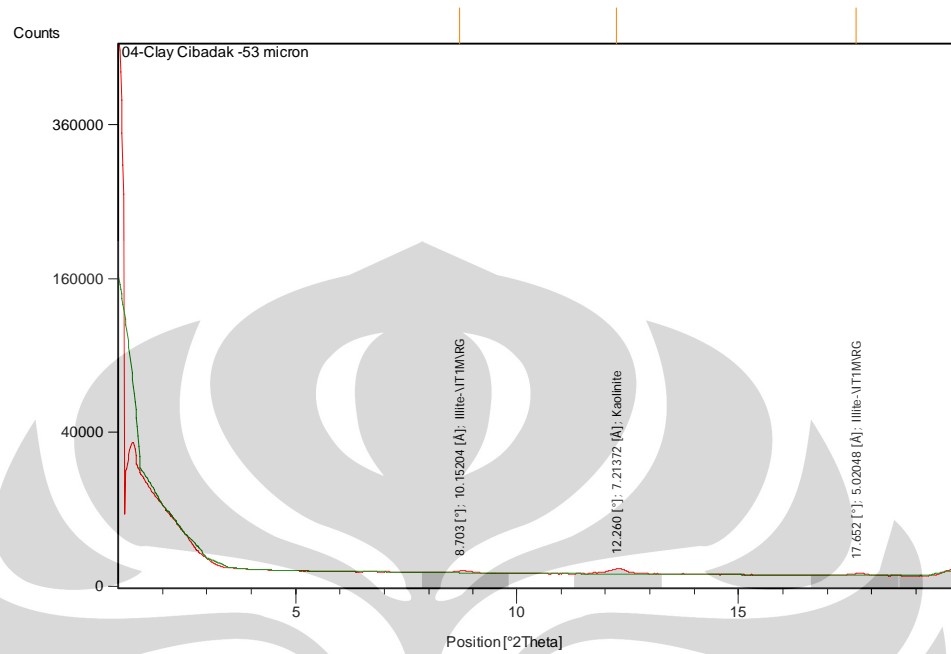


Gambar 4.3 Diffraktogram clay Garut (glaze)

Tabel 4.3 Analisa mineral clay Garut (glaze)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-002-0105	30	Kaolinite	0.000	0.000	H <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>9</sub>
*	00-005-0068	26	Saponite	0.000	0.003	Ca <sub>0.5</sub> (Mg, Fe) <sub>3</sub> (Si, Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (O, H) <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O

## 4. Clay Cibadak

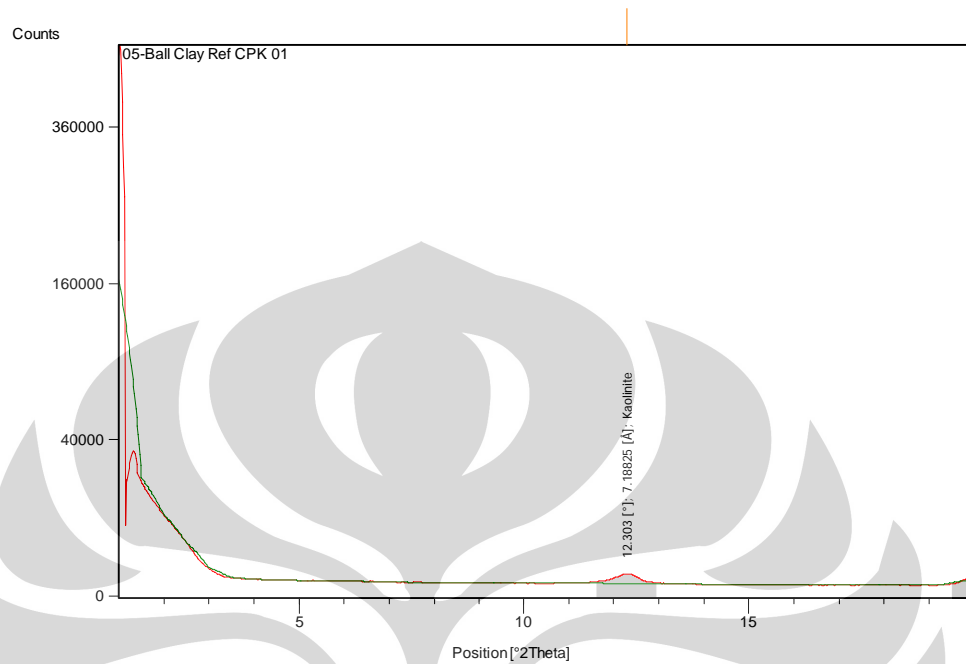


Gambar 4.4 Diffraktogram clay Cibadak

Tabel 4.4 Analisa mineral clay Cibadak

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-002-0105	27	Kaolinite	0.000	0.001	H <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>9</sub>
*	00-031-0968	12	Illite-IT1M\RG	0.000	0.000	K Al <sub>2</sub> ( Si <sub>3</sub> Al ) O <sub>10</sub> ( OH ) <sub>2</sub>

## 5. Clay Cina (Ball clay)

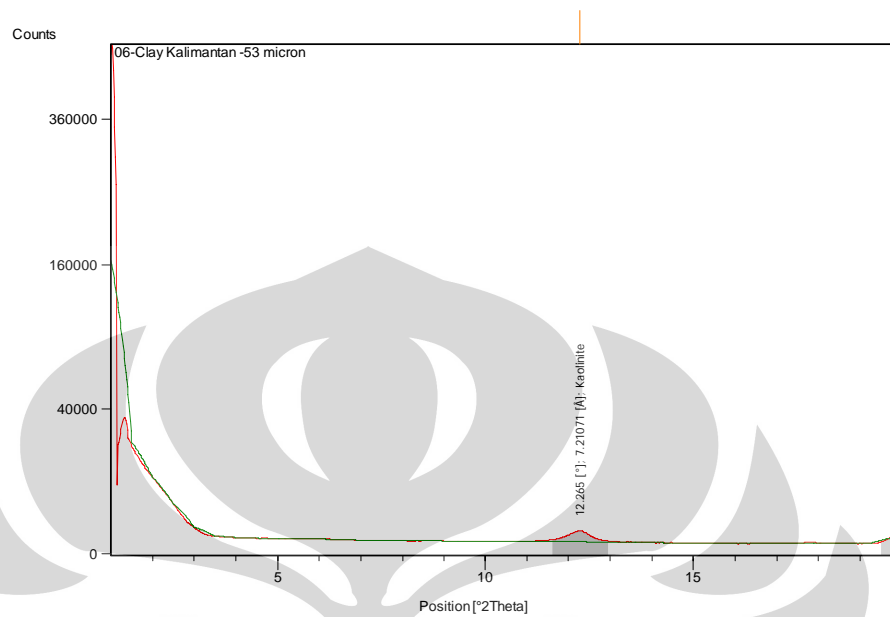


Gambar 4.5 Diffraktogram clay Cina (ball clay)

Tabel 4.5 Analisa mineral clay Cina (ball clay)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-002-0105	35	Kaolinite	0.000	0.002	H <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>9</sub>

## 6. Clay Kalimantan

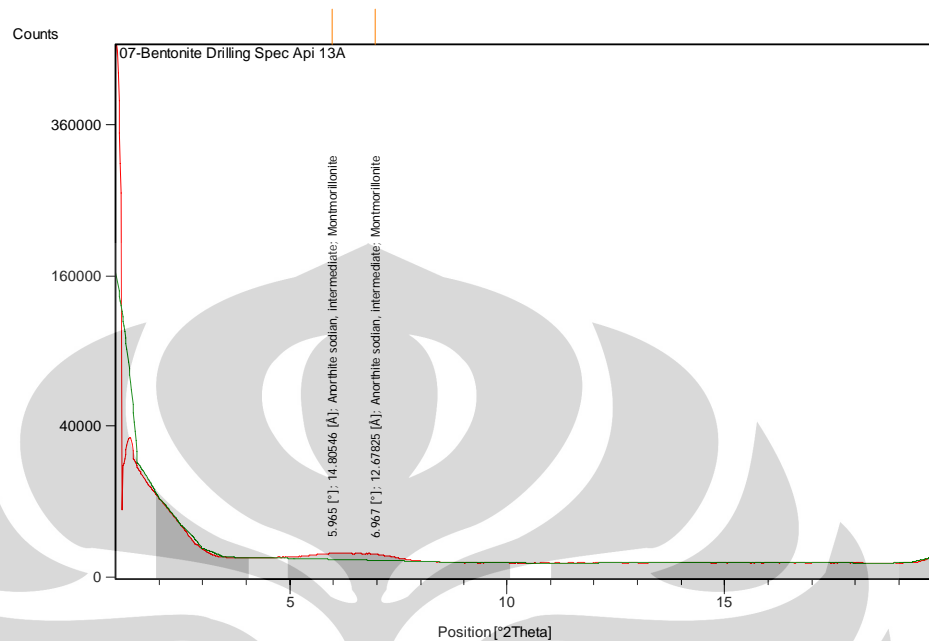


Gambar 4.6 Diffraktogram clay Kalimantan

Tabel 4.6 Analisa mineral clay Kalimantan

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-002-0105	35	Kaolinite	0.000	0.002	H <sub>4</sub> Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>9</sub>

## 7. Bentonite Drilling

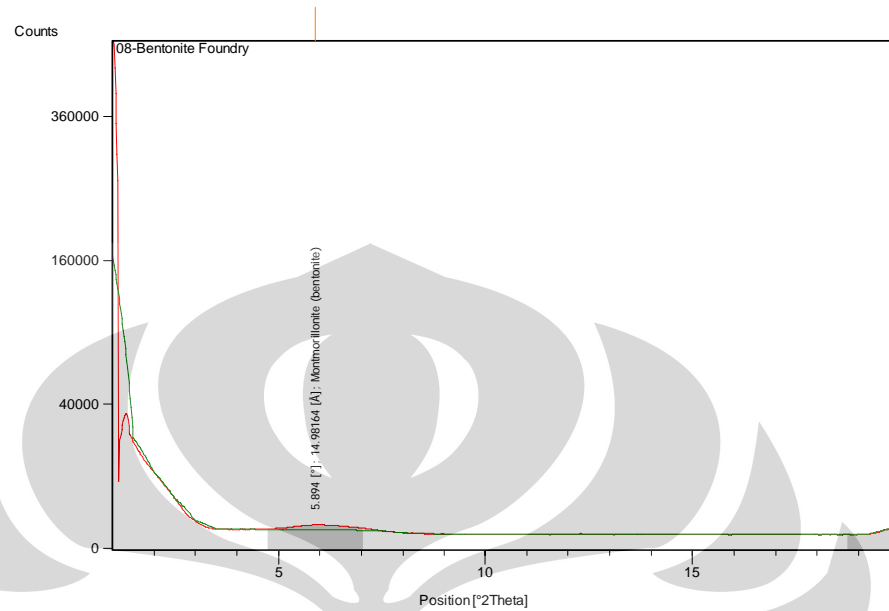


Gambar 4.7 Diffraktogram clay Bentonite Drilling

Tabel 4.7 Analisa mineral clay Bentonite Drilling

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-078-0432	29	Sodium calcium alumosilicate (Anorthite sodian intermediate)	0.000	0.002	Na <sub>0.45</sub> Ca <sub>0.55</sub> Al <sub>1.55</sub> Si <sub>2.45</sub> O <sub>8</sub>
*	00-007-0051	7	Montmorillonite	0.000	0.009	( Na , Ca ) <sub>0.3</sub> ( Al , Mg ) <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>2</sub> !n H <sub>2</sub> O

## 8. Bentonite Foundry



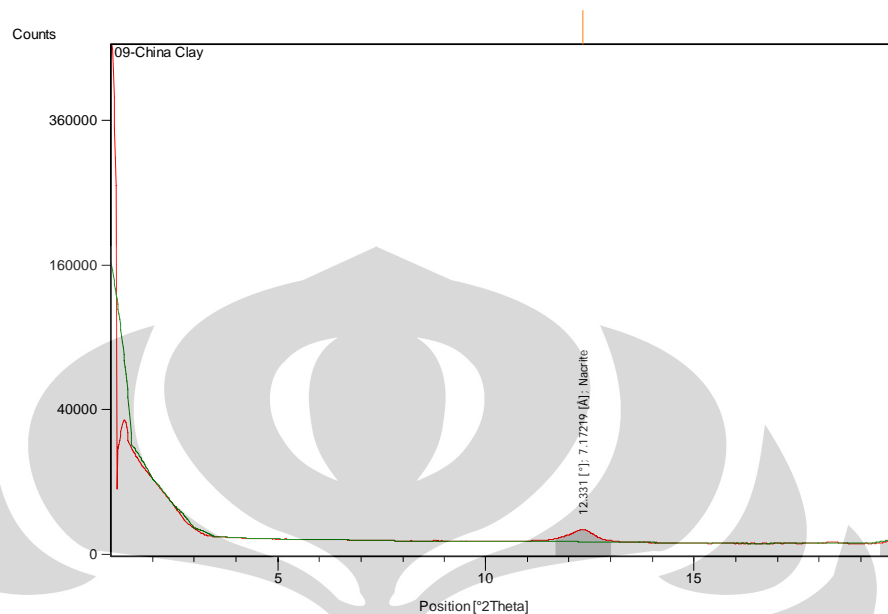
Gambar 4.8 Diffraktogram clay Bentonite Foundry

Tabel 4.8 Analisa mineral clay Bentonite Foundry

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-003-0015	23	Montmorillonite (bentonite)	0.000	0.007	( Na , Ca )0.3 ( Al , Mg )2 Si4 O10 ( O H )2 !x H2 O



## 9. Clay Cina



Gambar 4.9 Diffraktogram clay Cina

Tabel 4.9 Analisa mineral clay Cina

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-007-0350	35	Nacrite (Kaolinite)	0.000	0.002	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>

Tabel 4.10 Jenis clay

Nama Clay	Jenis
Clay Garut	Kaolinite
Clay Tasikmalaya	Kaolinite
Clay Garut (glaze)	Kaolinite
Clay Cina (Ball clay)	Saponite & kaolinite
Clay Cibadak	Kaolinite & Illite
Clay Kalimantan	Kaolinite
Bentonite Drilling	Sodium calcium aluminosilicate
Bentonite Foundry	Montmorillonite
Clay Cina	Nacrite

Pada penelitian kali ini jenis clay kaolin tidak disintesa menjadi organoclay disebabkan telah dilakukannya penelitian pada material tersebut yang menandakan ketidak hadirannya peregangan pada lapisan interlayernya dengan penjelasan seperti berikut .

Sebuah kristal dari suatu mineral kaolin terdiri dari, tidak hanya terbentuk dari satu campuran lapisan tetapi merupakan campuran dari berbagai jumlah lapisan – lapisan yang sangat banyak, dimana bisa dihubungkan satu dengan yang lainnya seperti buku, dimana setiap lapisannya menggambarkan setiap halaman dari buku tersebut.

Pada Al<sup>3+</sup>, lembaran – lembaran Mg-O-OH, atom – atom Al atau Mg saling terkoordinasi dengan enam atom – atom oksigen atau grup – grup OH dimana terletak disekitar atom – atom Al atau Mg sebagai pusatnya pada keenam ujungnya dari sebuah bentuk oktahedron. Pemakaian bersama dari atom – atom oksigen oleh oktahedron – oktahedron tetangganya menyebabkan atom – atom oksigen dan grup – grup hidroksil terletak di dua bidang paralel dengan atom – atom Al atau Mg pada bidang – bidang ini. Akan terlihat atom – atom oksigen dan grup – grup hidroksil akan membentuk heksagonal tertutup. Lembaran ini dinamai lembar oktahedral atau lembar alumina atau lembar magnesia. Atau terkenal disebut juga sebagai lembar gibbsite atau lembar brucite secara berurutan.

Dengan menggunakan analogi kesimetrisan dan dimensi – dimensi yang dikatakan hampir sama didalam bidang – bidang oktahedral dan oktahedral memperbolehkan pemakaian bersama dari atom – atom oksigen diantara lembar – lembar ini. Pemakaian bersama dari atom – atom bisa terjadi diantara satu lembaran atom oksigen dan lembaran satu atom silika yang disebut mineral dengan lapisan 1 : 1. Dinamakan lapisan karena merupakan kombinasi antara sebuah lembar oktahedral dan sebuah lembar tetrahedral. Kebanyakan mineral – mineral clay terdiri dari lapisan seperti ini, dimana saling tersusun secara tertumpuk paralel.

Didalam setiap lapisan sebuah unit tertentu berulang sendirinya didalam arah lateral. Unit ini untuk lebih mudahnya diberi istilah unit cell. Didalam kristalografi unit cell terbentang dari sebuah bidang tertentu didalam satu lapisan terhadap bidang lain yang saling bersesuaian dilapisan lain yang posisinya paralel dari kristal. Kaolin yang merupakan keluarga dari mineral clay ini termasuk dalam kategori lapisan dengan perbandingan 1 : 1.

Energi kohesif yang dimiliki oleh kaolinite terutama adalah elektrostatis ditambah lagi dengan gaya tarik van der Waals dan derajat tertentu dari ikatan hidrogen antara grup – grup hidroksil dari satu lapisan dan atom – atom oksigen dari lapisan yang berhadapan. Didalam ketidak hadirannya dari kation – kation interlayer, hanya energi permukaan dari hidrasi yang mungkin mencukupi untuk

membuka kristal – kristal dan tampaknya energi tidak cukup kuat untuk melampaui energi kohesif yang relatif lebih besar [29,30].

Hanya ada dua jenis yang mengandung Montmorillonite yaitu Bentonite Drilling dan Foundry, selanjutnya dipilih Bentonite Foundry dengan rumus kimia  $(\text{Na}, \text{Ca})_{0.3} (\text{Al}, \text{Mg})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \times \text{H}_2\text{O}$  dengan karakteristik awal sebagai berikut untuk diproses lebih lanjut.

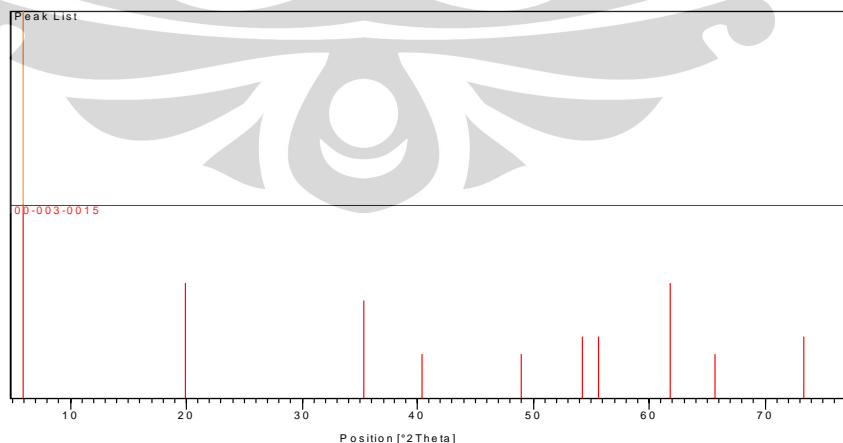
Tabel 4.11. **Peak List** Analisa mineral clay Bentonite Foundry

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
5.8945	413.20	1.1424	14.98164	100.00	1.3709	00-003-0015

Tabel 4.12. **Identified Patterns List (Analisa mineral clay Bentonite Foundry):**

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-003-0015	23	Montmorillonite (bentonite)	0.000	0.007	$(\text{Na}, \text{Ca})_{0.3} (\text{Al}, \text{Mg})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \times \text{H}_2\text{O}$

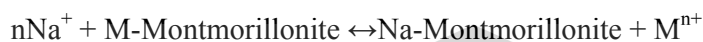
#### Plot of Identified Phases:



Gambar 4.10 Diffraktogram fasa clay Bentonite Foundry

## 4.2 Analisa Preparasi Na-Montmorillonite

Preparasi clay Na-Montmorillonite dilakukan dengan cara menjenuhkan lempung montmorillonite dengan menggunakan larutan NaCl. Setelah penjenuhan diharapkan Na menjadi maksimal dimana kation-kation selain Na pada montmorillonite akan tergantikan oleh Na. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



Supaya terjadi pertukaran ion maka konsentrasi larutan NaCl yang digunakan harus tinggi dimana pada penelitian ini dipakai NaCl 1 M dan 6M. Semakin besar konsentrasi penukar ionnya semakin besar pula jumlah ion yang dapat ditukar hingga tercapai batas maksimum kapasitas penukar ionnya.

Tabel 4.13 Komposisi kimia XRF

### Pemeriksaan dengan SEM (wt%)

Unsur	Bentonite	Na-Montmorillonite	Montmorillonite
Na	1.963	2.174	2.205
Mg	2.844	2.371	2.539
Al	18.779	21.896	19.444
Si	54.504	60.24	54.406
Cl	nd	nd	nd
K	0.614	0.686	0.915
Ca	5.111	2.283	1.863

Tampak dari tabel diatas Ca memiliki nilai lebih besar dibandingkan Na, dengan demikian ada kemungkinan montmorillonite ini masuk dalam kategori Ca-Montmorillonite yang diperkuat oleh data basal spacing  $d_{001}$  sebesar 14.98164Å. Tidak demikian halnya dengan Na-Montmorillonite yang memiliki kisaran  $d_{001}$  sebesar 9.4Å. Dimana Ca-Montmorillonite ini memiliki dua lapis lapisan air didalam posisi interlayer. Sedangkan Na-Montmorillonite hanya memiliki satu lapisan air didalam lapisan interlayer. Setelah mengalami penjenuhan tampak nilai Ca yang semakin turun dari 2.283 wt% menjadi 1.863wt% .

Hasil analisa setelah penjenuhan Na juga tampak dari adanya perubahan Na dalam wt% dari hasil XRF adanya perbedaan sebesar 2.174 menjadi 2.205.

Bila dibandingkan dengan data awalnya akan tampak seperti berikut :

Tabel 4.14. **Bentonite (montmorillonite)**

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
5.8945	413.20	1.1424	14.98164	100.00	1.3709	00-003-0015

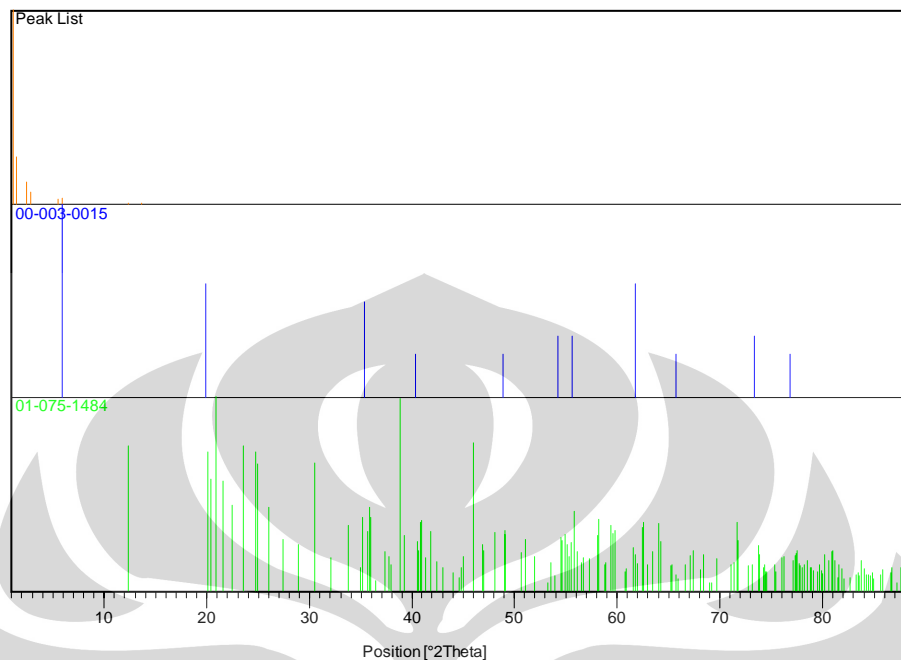
Tabel 4.15. **Na-Montmorillonite**

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
1.1318	251305.00	0.1836	77.99030	100.00	0.2203	
1.4624	14799.54	0.2040	60.36184	5.89	0.2448	
2.4515	3241.54	0.3264	36.00947	1.29	0.3917	
2.8225	987.18	0.1836	31.27662	0.39	0.2203	
5.4948	217.42	0.2448	16.07034	0.09	0.2938	
5.8681	226.81	0.2040	15.04897	0.09	0.2448	00-003-0015
12.3832	12.42	0.3264	7.14210	0.00	0.3917	01-075-1484
13.6041	5.59	0.2040	6.50374	0.00	0.2448	

Tabel 4.16. **Identified Patterns List: (Na-Montmorillonite)**

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displaceme nt [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-003-0015	13	Montmorillo nite (bentonite)	0.000	0.001	( Na , Ca )0.3 ( Al , Mg )2 Si4 O10 ( O H )2 !x H2 O
*	01-075-1484	21	Dickite	0.000	0.000	Al2 Si2 O5 ( O H )4

### Plot of Identified Phases: (Na-Montmorillonite)

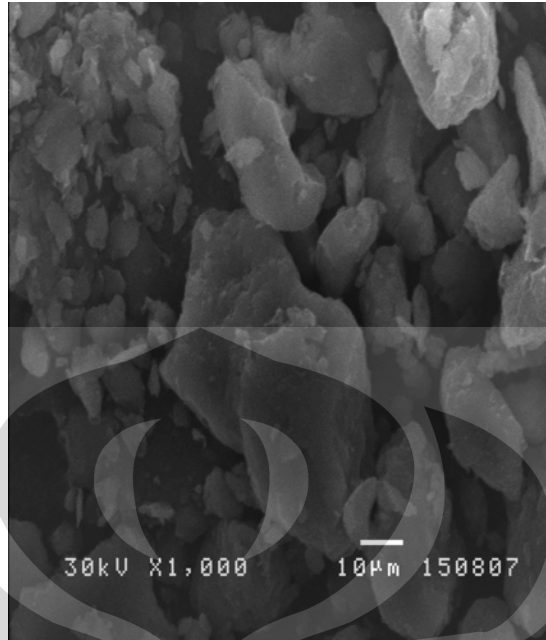


Gambar 4.11 Diffraktogram Na-Montmorillonite

Montmorillonite setelah mengalami penjuhan mengalami pergeseran puncak dari posisi  $2\theta$  pada 5.8945 menjadi 5.8681. Demikian juga dengan basal spacing  $d_{001}$  menjadi 15.04897Å dari asalnya sebesar 14.98164Å.

#### 4.2.1 Analisa Montmorillonite menggunakan SEM

Montmorillonite sebelum mengalami perlakuan apapun memperlihatkan berbagai bentuk dan ukuran. Terlihat dari gambar 4.12 beberapa bentuk lempengan atau lembaran kecil saling berdekatan dan menempel. Bagian yang berukuran sedang juga



Gambar 4.12 SEM dari Montmorillonite saling berkelompok dengan ukuran yang lebih kurang seragam. Hanya terdapat sebagian kecil butiran yang berukuran besar.



Gambar 4.13 SEM Na-Montmorillonite

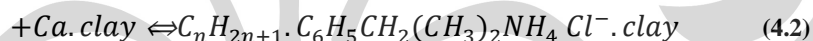
Setelah mengalami penjumlahan gambar 4.13 SEM Na-Montmorillonite tampak bentuk pipih lebih dominan dengan ukuran butiran yang hampir seragam, tidak lagi terjadi pengelompokan terhadap butiran – butiran yang memiliki ukuran yang mirip ukurannya.

### 4.3 SINTESA ORGANOCCLAY

#### 4.3.1 Alkyl Benzil Dimethyl Ammonium Chloride

Adalah suatu campuran dari alkylbenzyl dimethyl ammonium chloride dengan jenis panjang rantai alkyl 14, termasuk dalam kategori surfaktan kation.

Campuran organik yang mampu terionisasi didalam air bisa juga menggantikan ion – ion lainnya pada permukaan clay dan umumnya sangat kuat dalam penyerapan. Reaksi organik dengan Ca clay adalah sebagai berikut:



Didalam persamaan tersebut  $NH_4$  dapat dipikirkan sebagai  $NH_3$  dimana satu dari atom hidrogennya digantikan oleh grup organik. Biasanya bagian grup molekul organik ini akan mengarah kearah luar. Adanya peristiwa ini mengakibatkan clay menjadi bersifat hydrophobic (menolak air) akan tetapi membuatnya kompatibel dengan pelarut – pelarut organik. Diagram difrakto dari organoclay yang dihasilkan dari Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride sebagai berikut, muncul Kaolinite, Phlogopite (Fe-rich), Zacherite-18A. Struktur montmorillonite telah rusak, tidak sesuai dengan yang diharapkan, temperatur yang tidak stabil dan waktu untuk berlangsungnya reaksi surfaktan tidak mencukupi menimbulkan fenomena ini.

Kaolinite adalah terbentuk dari lapisan Silica dan gibbsite yang telah termodifikasi.

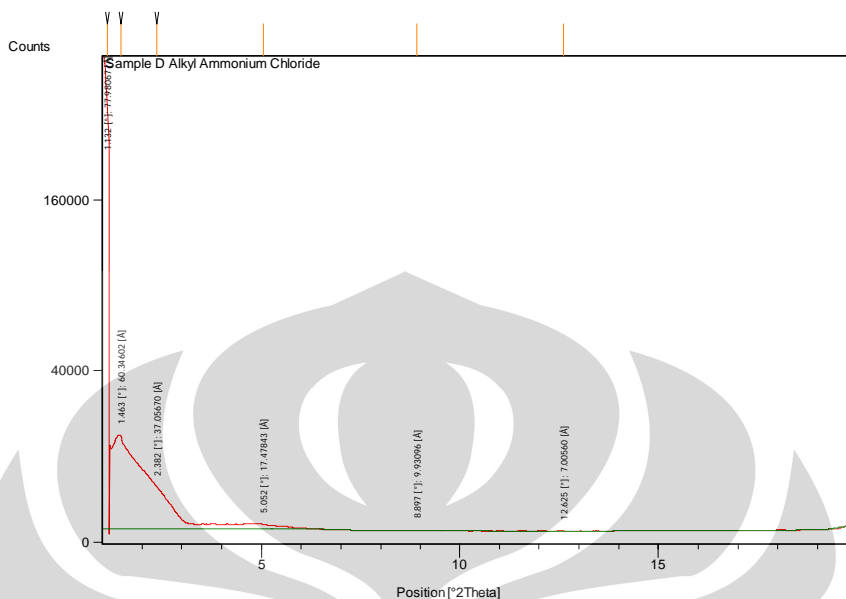


dalam cara seperti itu satu diantara tiga dari grup OH dipindahkan dan digantikan oleh atom – atom oxygen yang berada pada posisi vertical dari lapisan silica.

Atom – atom oxygen yang tidak terpenuhi valensinya sekarang membentuk jembatan antara dua lapisan – lapisan, membentuk suatu lapisan unit komposit dari jenis kaolin. Gabungan satu unit yang berulang dari lapisan silica yaitu  $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2-}$  dan dua unit yang berulang ( untuk memenuhi kebutuhan valensi) dari lapisan gibbsite, dengan satu didalam tiga gugus hydroxyl – hydroxyl yang hilang, kita bisa mendapatkan rumusan komposit :  $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-} \cdot [\text{Al}_2(\text{OH})_4]^{2+}$  atau  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  yang merupakan rumus unit untuk jenis grup kaolin.

Seperti diketahui kita dapat membawa kembali proses – proses dari kondensasi lapisan selangkah lebih jauh dengan cara memadatkan dua lapisan – lapisan silika (masing – masing satu tiap lapisan) dengan sebuah gibbsite atau sebuah brucite, memberikan kita suatu struktur mineral - mineral pyrophyllite  $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  dan talc  $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ . Walaupun demikian kedua zat tersebut bukan merupakan mineral – mineral clay, montmorillonite dapat digolongkan sebagai turunan dari mereka oleh proses substitusi. Dari hasil XRD juga diketahui harga dari besaran basal spacingnya seharga  $7.00\text{\AA}$ .

### Graphics: (Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride)



Gambar 4.14 Diffraktogram ABDAC

Tabel 4.17. Peak List ABDAC

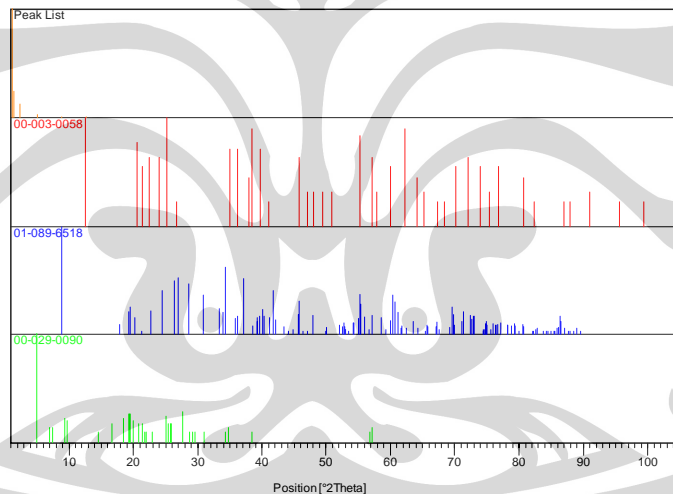
Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
1.1320	252062.30	0.1836	77.98067	100.00	0.2203	
1.4628	15082.75	0.2040	60.34602	5.98	0.2448	
2.3822	3896.90	0.7344	37.05670	1.55	0.8813	
5.0518	203.54	0.3672	17.47843	0.08	0.4406	00-029-0090
8.8973	10.67	0.2856	9.93097	0.00	0.3427	01-089-6518
12.6254	5.41	0.3672	7.00560	0.00	0.4406	00-003-0058

Tabel 4.18. Identified Patterns List ABDAC

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-003-0058	15	Kaolinite	0.000	0.000	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

						(OH) <sub>4</sub>
*	01-089-6518	19	Phlogopite (Fe-rich)	0.000	0.000	(K <sub>0.92</sub> Na <sub>0.08</sub> ) (Mg <sub>1.62</sub> Fe <sub>1.23</sub> Ti <sub>0.09</sub> ) (Al <sub>1.02</sub> Si <sub>2.98</sub> ) O <sub>10</sub> (OH) <sub>0.9</sub> F <sub>1.1</sub> )
*	00-029-0090	7	Zaherite- 18A	0.000	0.000	Al <sub>12</sub> (S O <sub>4</sub> ) <sub>5</sub> (O H) <sub>26</sub> · 20 H <sub>2</sub> O

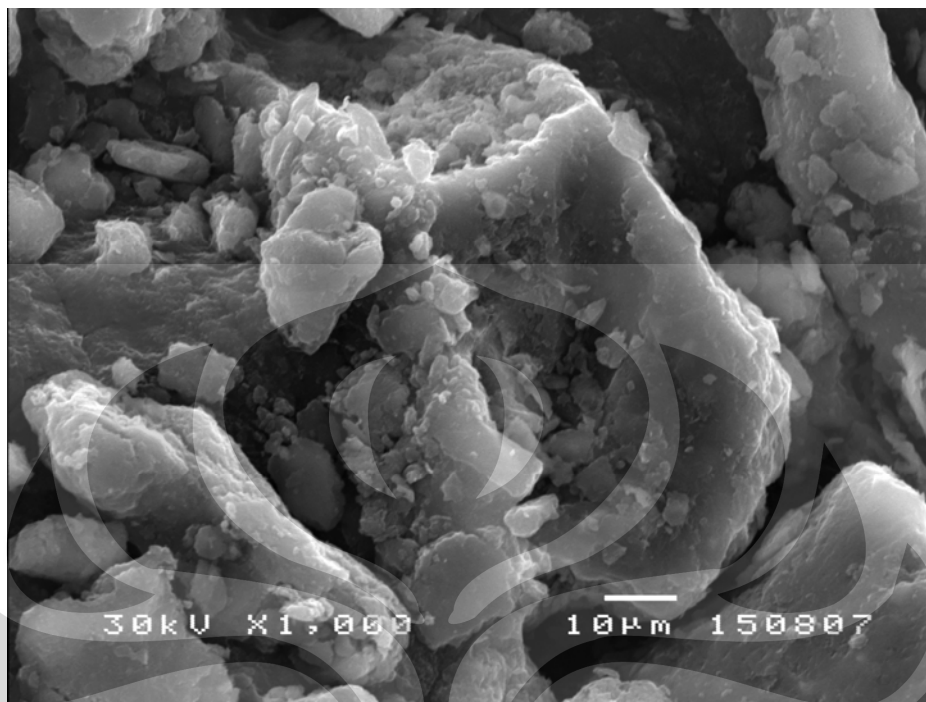
#### Plot of Identified Phases ABDAC



Gambar 4.15 Diffraktogram fasa ABDAC

**Phlogopite (Fe-rich)**, adalah anggota dari mica yang juga merupakan keluarga phyllosilikat, dikenal juga dengan magnesium mica. Dengan rumus kimia  $\text{KMg}_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$  atau  $(\text{KF})_2(\text{MgO})_6(\text{Al}_2\text{O}_3)(\text{SiO}_2)_6(\text{H}_2\text{O})$

**Zaherite** adalah suatu mineral yang merupakan sulfat kompleks dari aluminium yang memiliki rumus kimia  $\text{Al}_{12}(\text{OH})_{26}(\text{SO}_4)_5 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ . Mineral ini ditemukan pada tahun 1977 di Salt range, Punjab, Pakistan oleh Mohamed Abduz Zaher. Kemudian mineral tersebut diberi nama orang penemunya. Warnanya putih sangat mudah sekali larut dalam air.



Gambar 4.16 SEM dari ABDAC

Masih tampak adanya lapisan yang merupakan ciri khas clay dengan banyak sekali lempengan – lempengan berupa butiran - butiran kecil yang hampir seragam ukurannya melekat pada bagian – bagian yang besar. Permukaan pada bagian besar tampak memiliki dua jenis bentuk permukaan, permukaan dengan gradasi tak beraturan dan bentuk permukaan yang halus ditempat yang lainnya.

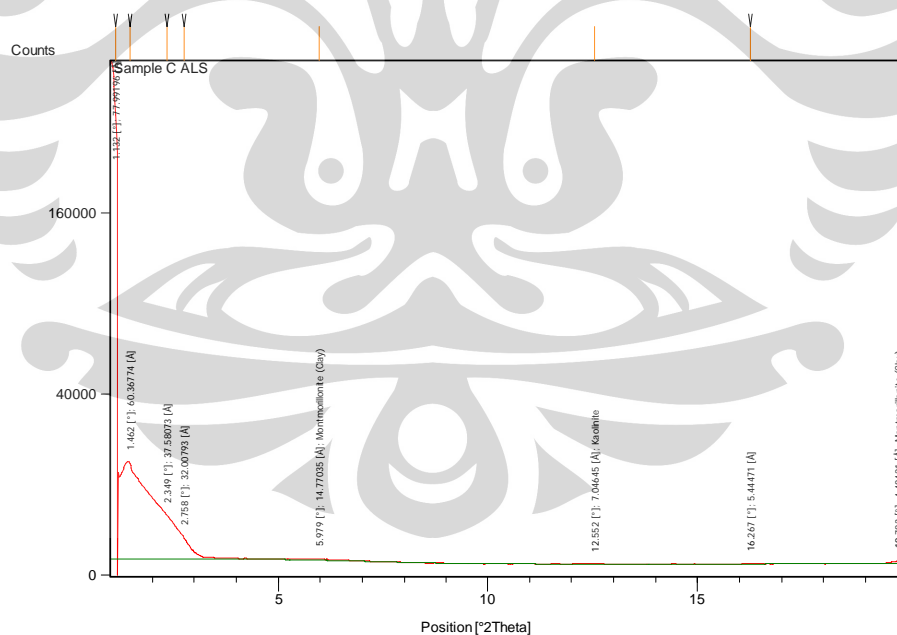
4.3.2 **Ammonium lauryl sulfate (ALS)** adalah nama umum dari ammonium dodecyl sulfate ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{NH}_4$ ). Dodecyl menunjukkan adanya kehadiran 12-rantai karboncarbon didalam molekulnya yang mana memberikan kemampuan pada molekul untuk berikatan dengan bagian non polar dari molekul sedangkan sulfat di bagian kepala yang memiliki kepolaran yang tinggi memiliki kemampuan untuk berikatan dengan molekul – molekul polar seperti air. ALS termasuk dalam kategori anionik surfaktan. Seperti surfaktan lainnya ALS baik sekali dipakai sebagai bahan pembersih dikarenakan sifatnya yang dapat

**Universitas Indonesia**

merusak ikatan hidrogen didalam air . Ikatan hidrogen merupakan penyumbang utama didalam menimbulkan tegangan permukaan. Didalam larutan anion –anion dan kation – kation ammonium terpisah . Dengan bentuk lurus yang dikenal sebagai micelle, dimana ion – ion akan membentuk bulatan, dengan kepala polarnya (sulfat) pada permukaan bulatan dan bagian ekor non polar yang bersifat hydrphobic mengarah kearah tengah dalam. Molekul – molekul air disekeliling micelle mengatur diri sedemikian rupa mengelilingi kutub – kutub kepala, tetapi akibat yang ditimbulkannya adalah merusak ikatan hidrogen disekelilingnya, dimana air berada. Efek lainnya adalah molekul – molekul air lebih mampu melakukan penetrasi terhadap permukaan.



#### Graphics: (Ammonium Lauryl Sulfate)



Gambar 4.17 Diffraktogram Ammonium Lauryl Sulfat

Tabel 4.19. **Peak List: (Ammonium Lauryl Sulfate)**

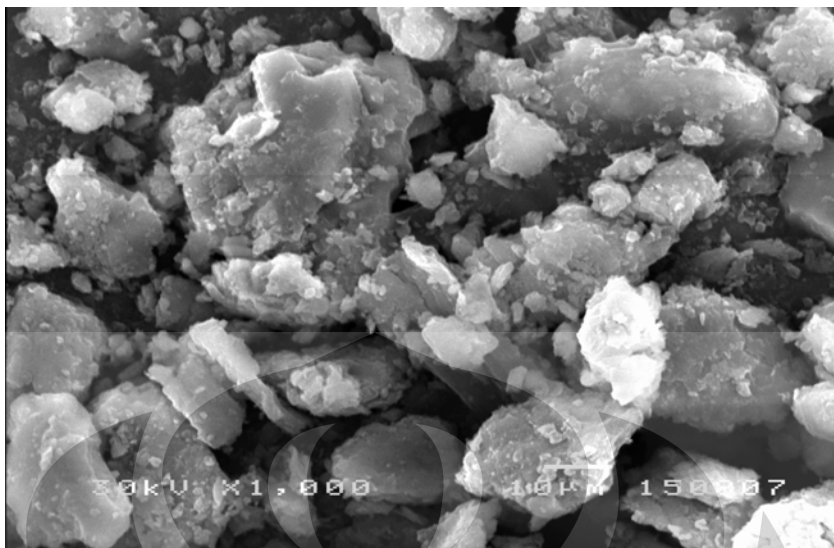
Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
1.1318	253439.40	0.1836	77.99196	100.00	0.2203	
1.4622	14983.59	0.2040	60.36774	5.91	0.2448	
2.3490	4043.11	0.4896	37.58073	1.60	0.5875	
2.7580	1350.28	0.2244	32.00793	0.53	0.2693	
5.9789	35.56	0.8160	14.77035	0.01	0.9792	00-002-0014
12.5519	17.95	0.4080	7.04645	0.01	0.4896	00-003-0059
16.2666	17.10	0.3264	5.44471	0.01	0.3917	
19.7827	84.16	0.1836	4.48421	0.03	0.2203	00-002-0014

Tabel 4.20. **Identified Patterns List: (Ammonium Lauryl Sulfate)**

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-003-0059	20	Kaolinite	0.000	0.000	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>
*	00-002-0014	9	Montmorillonite (Clay)	0.000	0.000	Na Mg Al Si O <sub>2</sub> (OH) H <sub>2</sub> O

Dari data XRD terlihat, pergeseran posisi  $2\theta$  ke arah 5.9789 diiringi dengan penurunan ketebalan basal spacing menjadi 14.77035 Å seperti dijelaskan diawal bahwa Ca-Montmorillonite ini memiliki dua lapisan molekul air didalam ruang galerinya. Bagian kepala yang terdiri dari sulfat telah merusak ikatan – ikatan molekul hidrogen air. Rusaknya dua lapisan molekul air ini telah menipiskan ruang galeri sehingga ada perbedaan sebesar

$$14.98164\text{Å} - 14.77035\text{Å} = 0.21129\text{Å} \quad (4.6)$$



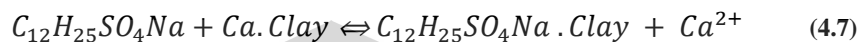
Gambar 4.18 SEM dari ALS

Butiran – butiran yang memiliki ukuran lebih seragam dengan profil pipih lebaran. Butiran yang lebih kecil berserakan diantara butiran besar, terlihat berdiri sendiri tidak melekat. Ukuran butiran besar dapat dikategorikan menjadi lebih kurang dua ukuran saja yang dominan.

#### 4.3.3 Sodium Dodecyl Sulfate

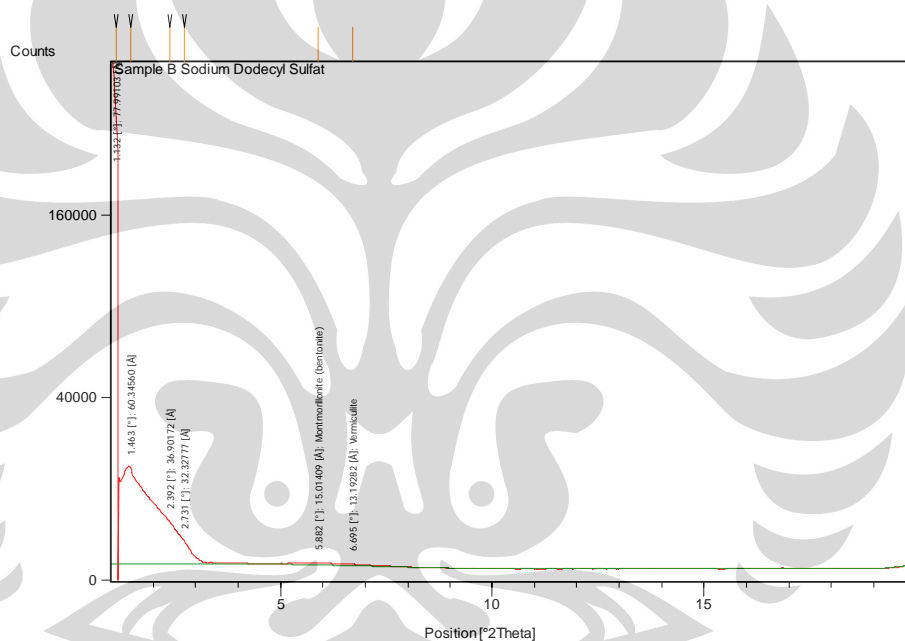
Memiliki rumus kimia  $C_{12}H_{25}SO_4Na$ , termasuk dalam golongan anionic surfaktan. Molekulnya memiliki ekor yang terdiri dari 12 atom – atom karbon tersambung dengan grup sulfat. Memiliki sifat amphiphilic, dimana merupakan campuran kimia yang memiliki kedua sifat hydrophobic dan hydrophilic. Adanya sifat – sifat ini membuat Sodium Dodecyl Sulfate mampu larut didalam air dan bagian lainnya mampu larut dalam pelarut organik. Menurut termodinamika, segala sesuatunya selalu berusaha untuk berada dikeadaan kondisi energi yang rendah, dan ikatan berusaha menurunkan energi kimianya. Air yang mendapat polarisasi listrik akan dapat membentuk ikatan – ikatan hidrogen secara internal, dimana dapat menimbulkan sifat-sifat fisik yang unik. Tetapi karena hydrophobic bukan disebabkan oleh polarisasi listrik dan karenanya air tersebut tidak dapat membentuk ikatan hidrogen, air akan menolak, dalam kaitannya dengan ikatan tadi. Adanya efek ini

menyebabkan interaksi hydrophobic. Molekul – molekul organik dapat menggantikan kation – kation inorganik yang dapat ditukar didalam ruang galeri, sementara itu molekul – molekul polar inorganik bisa menggantikan proses adsorpsi air pada permukaan luar dan di permukaan dalam. Sebagai hasilnya clay bersifat hydrophobic, karena kecenderungan untuk menyerap airnya semakin berkurang.



Dari data XRD memperlihatkan sebagai berikut;

### Graphics: (Sodium Dodecyl Sulfate)



Gambar 4.19 Diffraktogram SDS

Adanya pergeseran pada basal spacing  $2\theta$   $5.882^\circ$  dan memiliki ketebalan sebesar  $15.01409 \text{ \AA}$ .

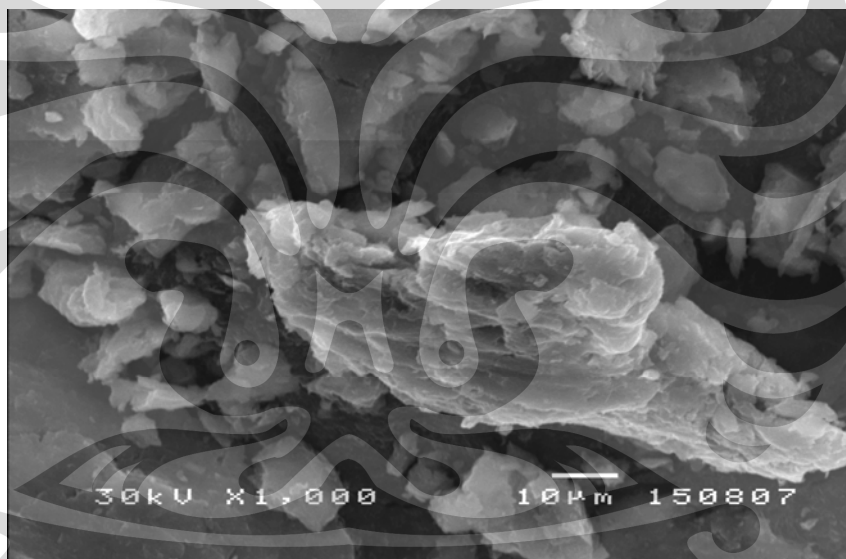


Data dari XRF memperlihatkan,

Tabel 4.21. Pemeriksaan dengan SEM (wt%)

Pemeriksaan dengan SEM (wt%)		
Unsur	Bentonite	Na-Mont + SDS
Na	1.963	4.4234
Mg	2.844	2.0557
Al	18.779	18.3665
Si	54.504	53.7514
Cl	nd	nd
K	0.614	0.7811
Ca	5.111	0.648
Fe	16.182	19.974

Terlihat adanya penambahan unsur Na setelah diberi Sodium Dodecyl Sulfat



Gambar 4.20 SEM dari SDS

Ciri khas montmorillonite tampak jelas, lapisan – lapisan berupa lembaran yang melekat pada butiran besar. Butiran – butiran yang berukuran kecil berserak sendiri – sendiri.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Organoclay yang merupakan bahan hasil sintesa clay montmorillonite yang berasal dari bentonite telah dibuat dalam penelitian ini. Surfaktan yang dipakai adalah:

1. Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride
2. Ammonium Lauryl Sulfat
3. Sodium Dodecyl Sulfate

Indikasi kehadiran organoclay yang tampak pada penelitian ini adalah adanya perubahan posisi  $2\theta$  dari bahan awalnya disertai perubahan ketebalan basal spacingnya. Lebih jelas terlihat sebagai berikut :

Tabel 5.1. Posisi  $2\theta$  pada basal spacing

	Clay	posisi $2\theta$	Basal spacing ( $\text{\AA}$ )	Keterangan
1	Bentonite	5.894	14.98164	
2	Clay + ABDAC	nd	nd	tidak tampak
3	Clay + ALS	5.979	14.77035	
4	Clay + SDS	5.882	15.01409	

Dari data XRF terlihat kandungan Ca lebih besar dibandingkan Na, dapat ditarik kesimpulan clay ini termasuk dalam jenis Ca-Montmorillonite dimana basal spacing memiliki ketebalan kisaran  $14\text{\AA}$  dengan posisi  $2\theta$  yang khas pada kisaran  $5.8^\circ$  serta mampu mengembang hingga  $15\text{\AA}$ .

Tidak tampaknya kehadiran organoclay dengan sintesa surfaktan Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride dikarenakan waktu proses pengadukan hanya dilakukan selama 12 jam, dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya agar berubah menjadi organoclay dibutuhkan empat hari saat pengadukan.

Basal spacing pada organoclay dengan surfaktan Ammonium Lauryl Sulfat terlihat lebih kecil nilainya pada nilai awalnya dikarenakan telah terjadi kerusakan struktur dua lapis molekul air yang dimiliki oleh Ca-Montmorillonite.

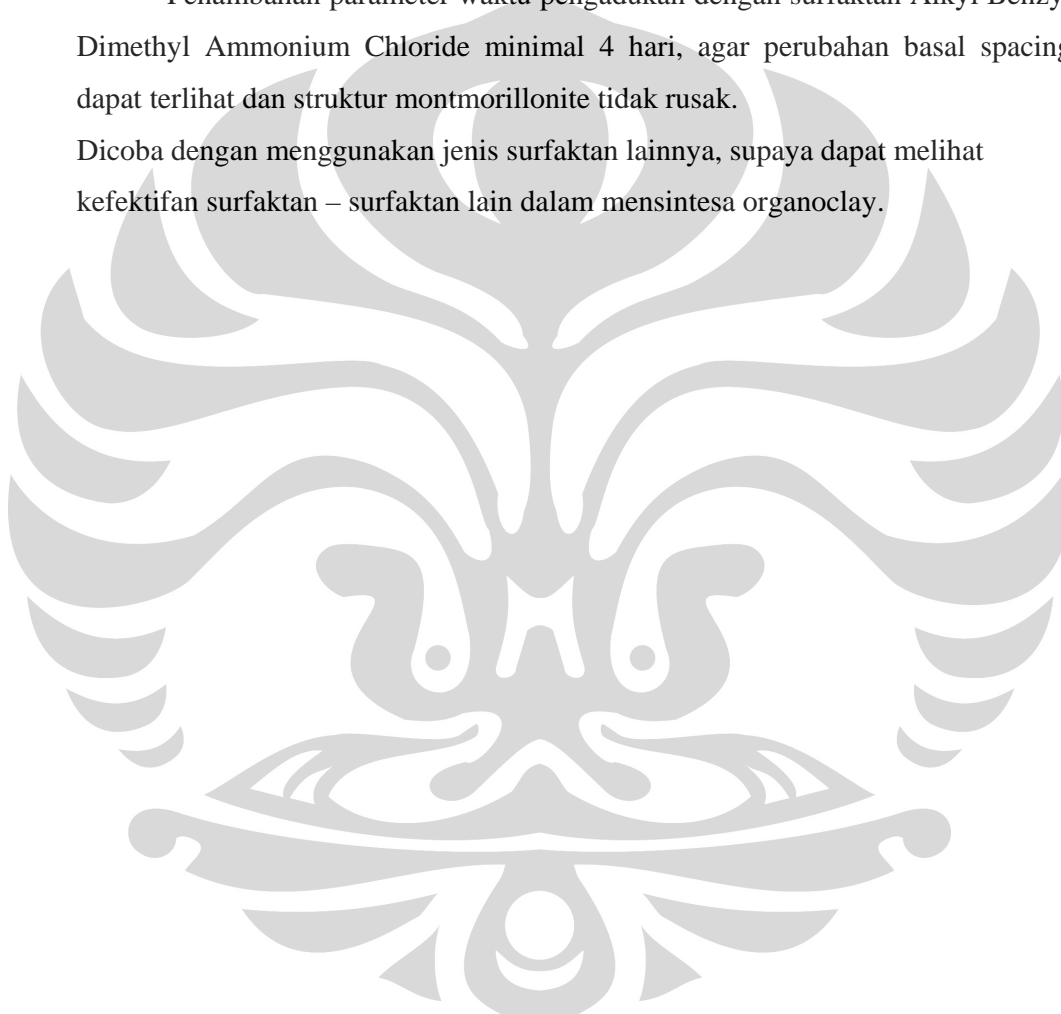
## 5.2 Saran

Diharapkan pada penelitian selanjutnya digunakan jenis Na-Montmorillonite dengan basal spacing kisaran 12Å.

Walaupun Ca-Montmorillonite dapat diubah menjadi Ca-Montmorillonite dengan cara penjuhan dengan NaCl pekat, karena ketebalan basal spacingnya sudah mencapai harga pada kisaran 15Å, agar terlihat perubahan yang signifikan.

Penambahan parameter waktu pengadukan dengan surfaktan Alkyl Benzyl Dimethyl Ammonium Chloride minimal 4 hari, agar perubahan basal spacing dapat terlihat dan struktur montmorillonite tidak rusak.

Dicoba dengan menggunakan jenis surfaktan lainnya, supaya dapat melihat keefektifan surfaktan – surfaktan lain dalam mensintesa organoclay.



## DAFTAR REFERENSI

- (1) Kornmann, X. (2000). Synthesis and Characterisation of Thermoset-Clay Nanocomposite. Lulea: Lulea University of Technology.
- (2) Limpanart, S., Khunton, S., Taepaiboon, P., Supaphol, P., Srihirin, T., Udomkichdecha, W., & Boontongkong, Y. (2005). Effect of the coverage on the preparation of polystyrene-nanocomposites prepared by melt intercalation. *Materials Letters*, 59, 2292-2295.
- (3) Zeng, Q. H., Yu, A. B., Lu, G. Q. (Max), & Paul, D. R. (2005). Clay-Based Polymer Nanocomposite: Research and Commercial Development. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 5, 1574-1592.
- (4) Zidelkheir, B., Boudjemaa, A., Goad, M. A., & Djellouli, B. (2006). Preparation and Characterization of Polystyrene/Montmorillonite Nanocomposite by Melt Intercalative Compounding. *Iranian Polymer Journal*, 15 (8), 645-653.
- (5) Alexandre, M., & Dubois, P. (2000). Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials. *Material Science and Engineering*, 28, 1-63.
- (6) Ray, S. S. (2006). Rheology of Polymer/Layered Silicate Nanocomposites. *J. Ind. Chem*, 12, 811-842.
- (7) Gilman, J. W., Jackson, C. L., Morgan, A. B., Harris Jr, R., Manias, E., Giannelis, P., Wuthenow, M., Hilton, D., & Philips, S. H. (2000). Flammability Properties of Polymer-Layered-Silicate Nanocomposites. Polypropylene and Polystyrene Nanocomposites. *Chem. Mater*, 12, 1866-1873.
- (8) Utracki, L. A., & Kamal, M. R. (2002). Clay Containing Polymeric Nanocomposites. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 27 (Number 1C), 43-67.
- (9) Solomon, M. J., & Somwangthanaroj, A. (2004). Intercalated Polypropylene Nanocomposite. *Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, DOI: 10.1081/E-ENN 120014163.

- (10) Heinz, H., & Suter, U. W. Surface Structure of Organoclays. ETH Zurich: Institute of Polymer.
- (11) Maiti, P., Yamada, K., Okamoto, M., Ueda, K., & Okamoto, K. (2002). New Poly(lactide)/Layered Silicate Nanocomposites: Role of Organoclays. *Chem. Mater*, 14, 4654-4661.
- (12) Ray, S. S., Maiti, P., Okamoto, M., Yamada, K., & Ueda, K. (2002). New Poly(lactide)/Layered Silicate Nanocomposites: 1. Preparation, Characterization, and Properties. *Macromolecules*, 35, 3104-3110.
- (13) Ray, S. S., Yamada, K., Okamoto, M., & Ueda, K. (2003). New poly(lactide)-layered silicate nanocomposites: 2. Concurrent improvements of material properties, biodegradability and melt rheology. *Polymer*, 44, 857-866.
- (14) Wang, Z. M., Najakima, H., Manias, E., & Chung, T. C. (2003). Exfoliated PP/Clay Nanocomposites Using Ammonium-Terminated PP as the Organic Modification for Montmorillonite. *Macromolecules*, 36, 8919-8922.
- (15) Maiti, P., Nam, P. H., Okamoto, M., Hasegawa, N., & Usuki, A. (2002). Influence of Crystallization on Intercalation, Morphology, and Mechanical Properties of Polypropylene/Clay Nanocomposites. *Macromolecules*, 35, 2042-2049.
- (16) Ruhlicke, G., & Niederbudde, E. A. (1985). Determination of Layer-Charge Density of Expandable 2:1 Clay Minerals in Soils and Loess Sediments Using the Alkylammonium Method. *Clay Minerals*, 20, 290-300.
- (17) Manias, E. Origins of the Materials Properties Enhancements in Polymer/Clay Nanocomposites. Pennsylvania State University: Department of Science and Engineering.
- (18) Manias, E. Concurrent Enhancement of Various Materials Properties in Polymer/Clay Nanocomposite. Pennsylvania State University: Department of Science and Engineering.
- (19) Manias, E., Polizos, G., & Heidecker, M. J. (2006). Limitations of mechanical improvement for high-stiffness polymers layered-inorganic nanocomposites. *Polymer Nanocomposites, TMS (The Minerals, Metals & Materials Society)*. Pennsylvania State University: Department of Science and Engineering.

- (20) Ueno, M. (1975). Electrical Conductivities of Alkylammonium Chlorides in Water at 25°C up to 3000 kg/cm<sup>2</sup>. *The review of Physical Chemistry of Japan*, Vol. 45, No. 2.
- (21) Fermeglia, M., Ferrone, M., & Priol, S. Nylon-6/organoclay nanocomposites: prediction of the binding energy by molecular simulation. Italy: University of Trieste.
- (22) Meincke, O., Hoffman, B., Dietrich, C., & Friedrich, C., (2003). Viscoelastic Properties of Polystyrene Nanocomposites Based on Layered Silicates. *Macromol. Chem. Phys.*, 204, 823-830.
- (23) Onal, M. (2007). Examination of Some Commercial Sorptive Organobentonites. *Turk J Chem*, 31, 579-588.
- (24) Layn, K. M., Debenedetti, P. G., & Prud'homme, R. K. (1998). A theoretical study of Gemini surfactant phase behavior. *Journal of Chemical Physics*, Vol. 109, No. 13.
- (25) Luzinov, I., Minko, S., & Tsukruk, V. V. (2004) Adaptive and responsive surfaces through controlled reorganization of interfacial polymer layers. *Prog. Polym. Sci.*, 29, 635-698.
- (26) Meunir, A., (2005), *Clays*, Springer, p 1-19
- (27) Worrall, W.E., (1968), *Clays : Their Nature, Origin and General Properties*. MacLaren And Son LTD, London, 128 p.
- (28) Holmberg Krister, B Johnson, B Kronberg, B Lindman., (2002), *Surfactants And Polymers In Aqueous Solution.*, John Willey & Sons Ltd., West Sussex, 527 p.
- (29) Giese, R. F., Jr. (1973). Interlayer bonding in kaolinite, dickite and nacrite, *Clays, Clay Minerals*, 221, 145-149.
- (30) Wolfe, R. W., and Giese, R. F., Jr. (1974). The interlayer bonding in one layer kaolin structures, *Clays, Clay Minerals*, 22, 139-140.

Lampiran 1: Data XRD - Clay Garut

LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)

GL-F-PL-13-1.2-02-b

Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
Telp. 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpsg@grdc.esdm.go.id

HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)

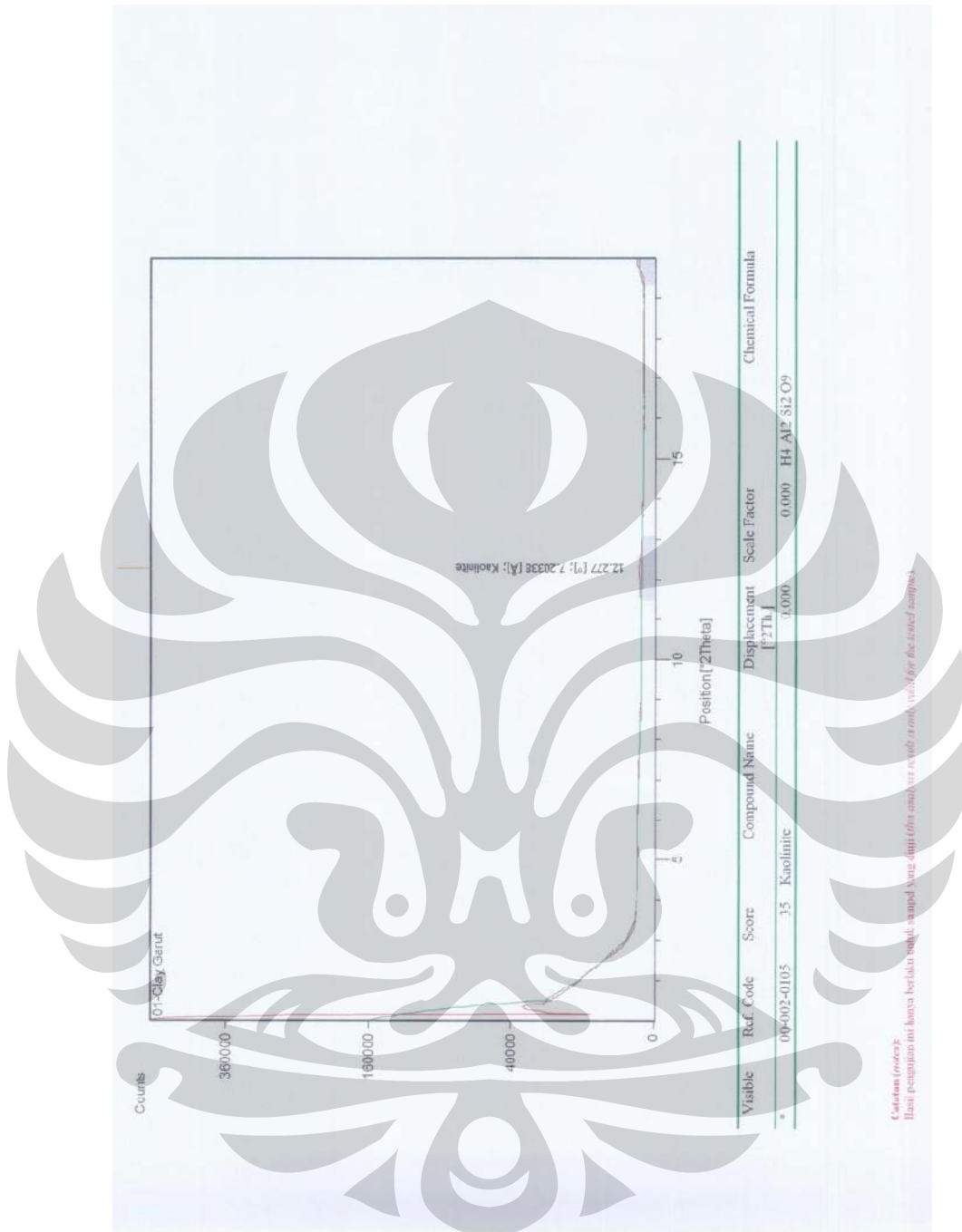
Nomer lab. (lab. number) : 460/L/GL/1.2/08/2008  
Tanggal (date) : 25 Agustus 2008

Kode sampel (sample code) : 01-Clay Garut	Kode lab. (lab. code) : 551/L2/3049		
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 25 Agustus 2008		
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2		
Pemilik (property) : Sdr. Asep Universitas Indonesia, Jakarta	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco dan Ishar Rustami		
	Penyelia (analyst) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.		
<b>Pemerian umum (brief description):</b> Sampel berupa material lepas yang berbentuk serbuk sangat halus seukuran lempung dan berwarna umum putih abu-abu sangat terang.			
<b>Mineral terperi (identified mineral):</b>			
Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Kaolinite			
<b>Parameter pengukuran (measurement parameter):</b>			
File name : E:\XP\PERT	PSD Length [°2Th.] : 2.13		
DATA\2008\198-asep-UI\01-Clay_Garut.xrdml	Offset [°2Th.] : 0.0000		
Comment : GeolLabs	Divergence Slit Type : Fixed		
Measurement Date / Time : 8/25/2008 11:09:27 AM	Divergence Slit Size [°] : 0,9570		
Operator : Pusat Penelitian	Specimen Length [mm] : 10.00		
Raw Data Origin (*_XRDML) : XRD measurement	Measurement Temperature [°C] : 25.00		
Scan Axis : Gonic	Anode Material : Cu		
Start Position [°2Th.] : 1.0084	K-Alpha [Å] : 1.54060		
End Position [°2Th.] : 19.9974	Generator Settings : 30 mA, 40 kV		
Step Size [°2Th.] : 0.0170	Goniometer Radius [mm] : 240.00		
Scan Step Time [s] : 4.1750	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] : 91.00		
Scan Type : Continuous	Incident Beam Monochromator : No		
PSD Mode : Scanning	Spinning : No		
<b>Ulasan (comment):</b>			
<b>Rekaman spektrum (spectral record):</b> Terlampir (enclosed)			

Manajer Teknis (Technical Manager)  
Ir. Sigit Maryanto, M.Si.  
NIP. 1960009016.



**Catatan (notes):**  
Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample)





## Lampiran 2: Data XRD – Clay Tasik

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
Telp. 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpse@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
Nomer lab. (lab. number) : 460/L/GL/1.2/08/2008  
Tanggal (date) : 25 Agustus 2008

Kode sampel (sample code) : 02-Clay Tasik	Kode lab. (lab. code) : 551/1.2/3050
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 25 Agustus 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2
Pemilik (property) : Sdr. Asep Universitas Indonesia, Jakarta	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco dan Ishar Rustami
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.

**Pemerian umum (brief description):**  
Sampel berupa material lepas yang berbentuk serbuk sangat halus seukuran lempung dan berwarna umum putih abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**


Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Kaolinite			

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

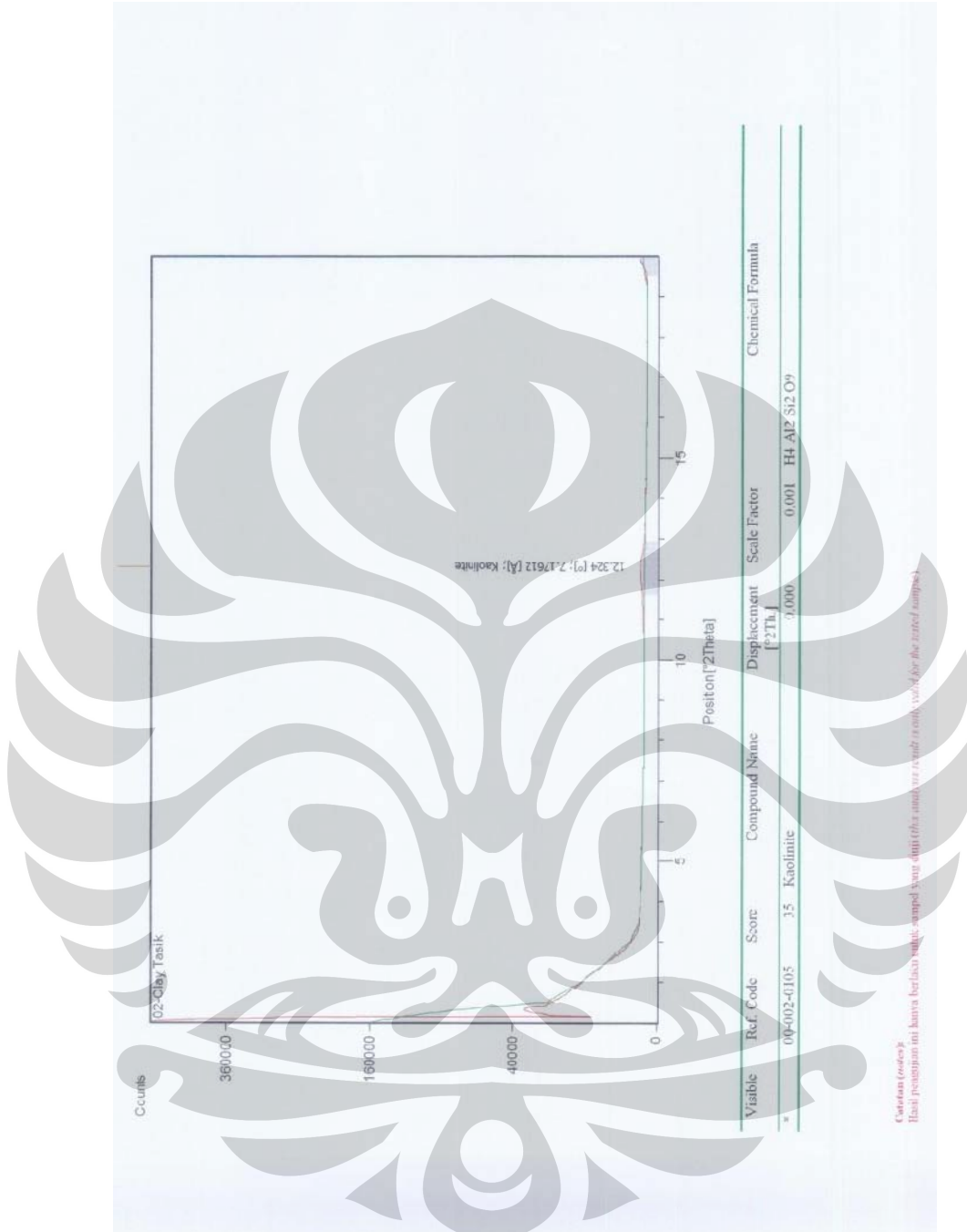
File name : E:\XPERT	PSD Length [°2Th.] : 2.13
DATA\2008\198-asep-UT\02-Clay Tasik.xrdml	Offset [°2Th.] : 0.0000
Comment : GeolLabs	Divergence Slit Type : Fixed
Measurement Date / Time : 8/25/2008 10:54:26 AM	Divergence Slit Size [°] : 0.9570
Operator : Pusat Penelitian	Specimen Length [mm] : 10.00
Raw Data Origin : XRD measurement	Measurement Temperature [°C] : 25.00
(* XRDML)	Anode Material : Cu
Scan Axis : Gonio	K-Alpha1 [Å] : 1.54060
Start Position [°2Th.] : 1.0084	Generator Settings : 30 mA, 40 kV
End Position [°2Th.] : 19.9974	Goniometer Radius [mm] : 240.00
Step Size [°2Th.] : 0.0170	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] : 91.00
Scan Step Time [s] : 4.1750	Incident Beam Monochromator : No
Scan Type : Continuous	Spinning : No
PSD Mode : Scanning	

**Ulasan (comment):**  
-

**Rekaman spektrum (spectral record):**  
Terlampir (enclosed)

  
 Ir. Sigit Maryanto, M.Si.  
 NIP. 10009916

**Catatan (notes):**  
Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample)



## Lampiran 3: Data XRD – Clay Garut u/ Glazur

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
 Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
 Telp. 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
 Nomer lab. (lab. number) : 460/L/GL/1.2/08/2008  
 Tanggal (date) : 25 Agustus 2008

Kode sampel (sample code) : 03-Clay Garut U/ Glazur	Kode lab. (lab. code) : 551/1.2/3051
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 25 Agustus 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2
Penilik (property) : Sdr. Asep Universitas Indonesia, Jakarta	Pengambil data (data collector) : Purvo Kawoco dan Ishar Rustami
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si

**Pemerian umum (brief description):**  
 Sampel berupa material lepas yang berbentuk serbuk sangat halus seukuran lempung dan berwarna umum putih abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**


Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Kaolinite			
Saponite			

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

File name	E:\XPERT	PSD Length [°2Th.]	2.13
DATA\2008\198-asep-UT\03-Clay Garut U		Offset [°2Th.]	0.0000
Glazur.xrdml		Divergence Slit-Type	Fixed
Comment	GeolLabs	Divergence Slit-Size [°]	0.9570
Measurement Date / Time	8/25/2008 11:14:42 AM	Specimen Length [mm]	10.00
Operator	Pusat Penelitian	Measurement Temperature [°C]	25.00
Raw Data Origin	XRD measurement	Anode Material	Cu
(* .XRDML)		K-Alpha 1 [Å]	1.54060
Scan Axis	Gonio	Generator Settings	30 mA, 40 kV
Start Position [°2Th.]	1.0084	Goniometer Radius [mm]	240.00
End Position [°2Th.]	19.9974	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Step Size [°2Th.]	0.0170	Incident Beam Monochromator	No
Scan Step Time [s]	4.1750	Spinning	No
Scan Type	Continuous		
PSD Mode	Scanning		

**Ulasan (comment):**  
 -

**Rekaman spektrum (spectral record):**  
 Terlampir (enclosed)

  
 Sigit Maryanto, M.Si  
 100009916  
 Manajer Teknis (Technical Manager)

**Catatan (notes):**  
 Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample)



## Lampiran 4: Data XRD – Clay Cibadak -53 Micron

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
 Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
 Telp: 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpss@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
 Nomer lab. (lab. number) : 460/L/GL/1.2/08/2008  
 Tanggal (date) : 25 Agustus 2008

Kode sampel (sample code) : 04-Clay Cibadak -53 Micron	Kode lab. (lab. code) : 551/1.2/3052
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 25 Agustus 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MJ-1.2
Penilik (property) : Sdr. Asep Universitas Indonesia, Jakarta	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco dan Ishar Rustami
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.

**Pemerian umum (brief description):**  
 Sampel berupa material lepas yang berbentuk serbuk sangat halus seukuran lempung dan berwarna umum putih abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**


Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Kaolinite			
Illite-ITMIRG			

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

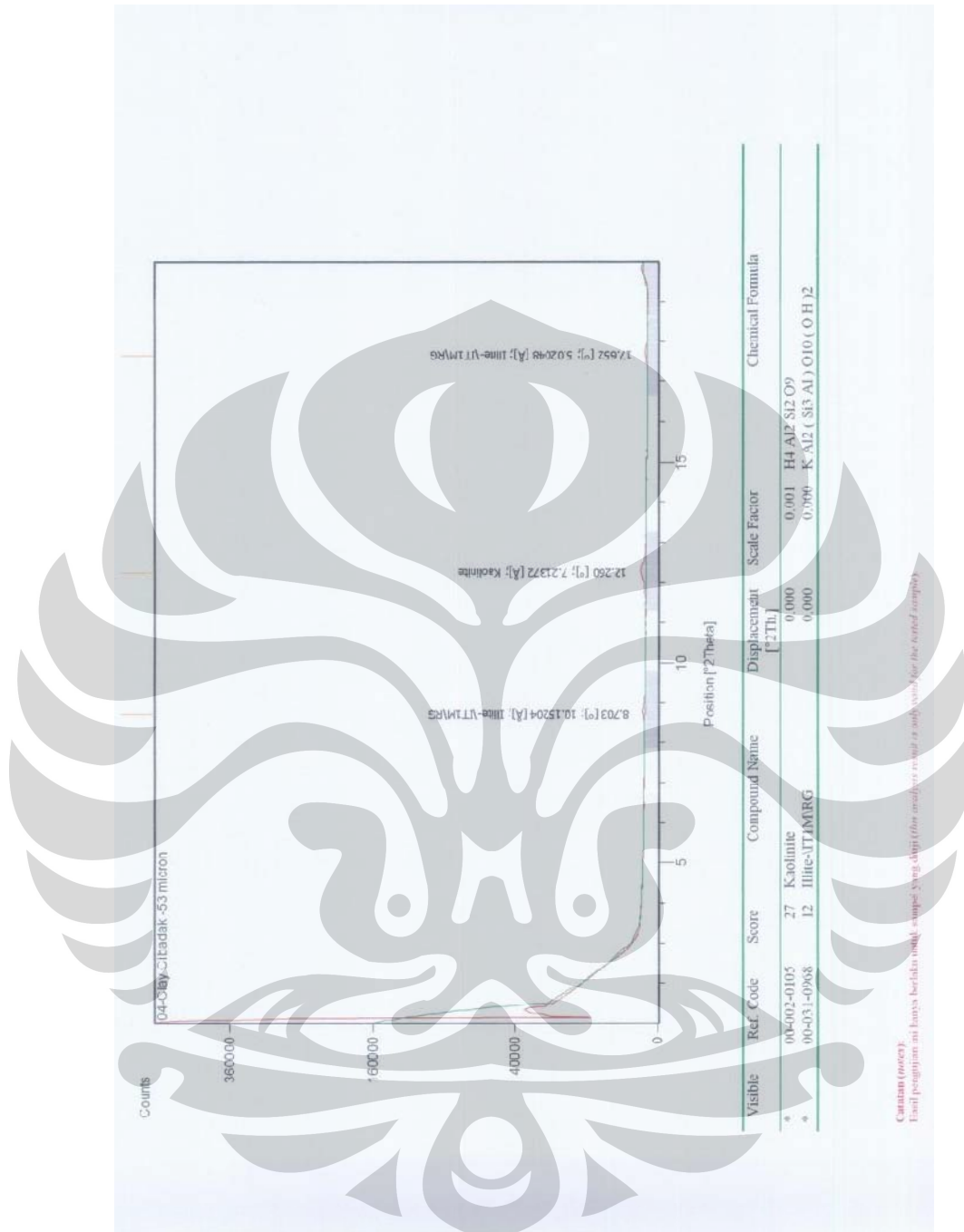
File name	E:\XPERT	PSD Length [°2Th.]	2.13
DATA\2008\198-asep-UT04-Clay Cibadak -53 micron.xrdml		Offset [°2Th.]	0.0000
Comment	GeoLabs	Divergence Slit Type	Fixed
Measurement Date / Time	8/25/2008 11:19:52 AM	Divergence Slit Size [°]	0.9570
Operator	Pusat Penelitian	Specimen Length [mm]	10.00
Raw Data Origin (*_XRDML)	XRD measurement	Measurement Temperature [°C]	25.00
Scan Axis	Gonio	Anode Material	Cu
Start Position [°2Th.]	1.0084	K-Alpha 1 [Å]	1.54060
End Position [°2Th.]	19.9974	Generator Settings	30 mA, 40 kV
Step Size [°2Th.]	0.0170	Goniometer Radius [mm]	240.00
Scan Step Time [s]	4.1750	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Scan Type	Continuous	Incident Beam Monochromator	No
PSD Mode	Scanning	Spinning	No

**Ulasan (comment):**  
 -

**Rekaman spektrum (spectral record):**  
 Terlampir (enclosed)


 Manajer Teknis (Technical Manager)  
 Ir. Sigit Maryanto, M.Si.  
 190009916

**Catatan (notes):**  
 Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample)



## Lampiran 5: Data XRD – Ball Clay Ref CPK 10

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
 Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
 Telp: 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
 Nomer lab. (lab. number) : 460/L/GL/1.2/08/2008  
 Tanggal (date) : 25 Agustus 2008

Kode sampel (sample code) : 05-Ball Clay Ref CPK 10	Kode lab. (lab. code) : 551/L.2/3053
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 25 Agustus 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2
Pemilik (property) : Sdr. Asep Universitas Indonesia, Jakarta	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco dan Ishar Rustami
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.

**Pemerian umum (brief description):**  
 Sampel berupa material lepas yang berbentuk serbuk, sangat halus seukuran lempung dan berwarna umum putih abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**


Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Kaolinite			

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

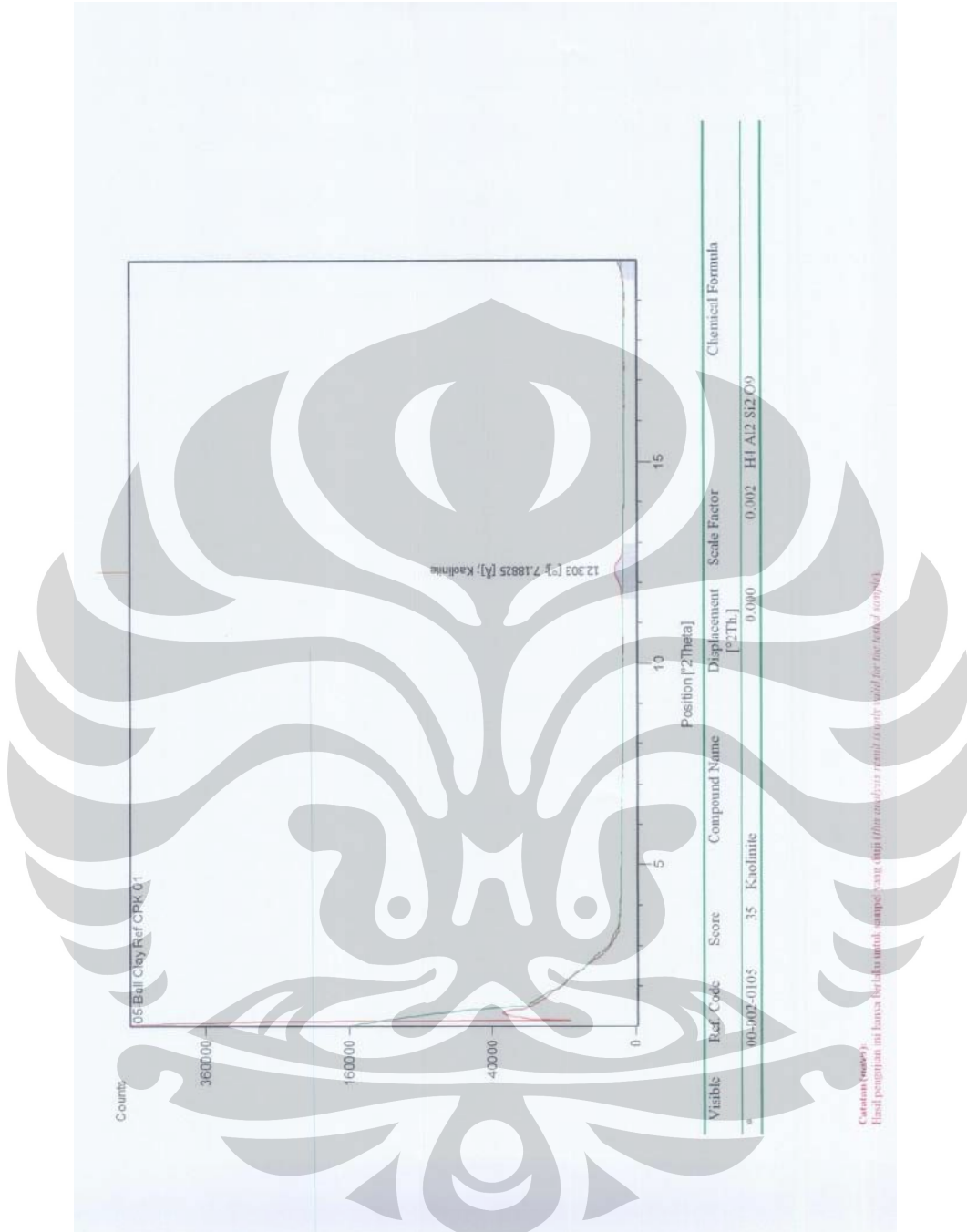
File name	E:\XPERT	PSD Length [°2Th.]	2.13
DATA\2008\198-asep-UT05-Ball Clay Ref CPK		Offset [°2Th.]	0.0000
01.xrdml		Divergence Slit Type	Fixed
Comment	GeolLabs	Divergence Slit Size [°]	0.9570
Measurement Date / Time	8/25/2008 11:25:10 AM	Specimen Length [mm]	10.00
Operator	Pusat Penelitian	Measurement Temperature [°C]	25.00
Raw Data Origin	XRD measurement	Anode Material	Cu
(*XRDML)		K-Alpha1 [Å]	1.54060
Scan Axis	Gonio	Generator Settings	30 mA, 40 kV
Start Position [°2Th.]	1.0084	Goniometer Radius [mm]	240.00
End Position [°2Th.]	19.9974	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Step Size [°2Th.]	0.0170	Incident Beam Monochromator	No
Scan Step Time [s]	4.1750	Spinning	No
Scan Type	Continuous		
PSD Mode	Scanning		

**Ulasan (comment):**  
 -

**Rekaman spektrum (spectral record):**  
 Terlampir (enclosed)

  
 Ir. Sigit Maryanto, M.Si.  
 NIDP 100100009916  
 Manajer Teknis (Technical Manager)

**Catatan (notes):**  
 Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample)





## Lampiran 6: Data XRD – Clay Kalimantan -53 Micron

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
 Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
 Telp: 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
 Nomer lab. (lab. number): 460/L/GL/1.2/08/2008  
 Tanggal (date) : 25 Agustus 2008

Kode sampel (sample code) : 06-Clay Kalimantan -53 Micron	Kode lab. (lab. code) : 551/L.2/3054
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 25 Agustus 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2
Penilik (property) : Sdr. Asep Universitas Indonesia, Jakarta	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco dan Ishar Rustami
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.

**Pemerian umum (brief description):**  
 Sampel berupa material lepas yang berbentuk serbuk sangat halus seukuran lempung dan berwarna umum putih abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**


Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Kaolinite			

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

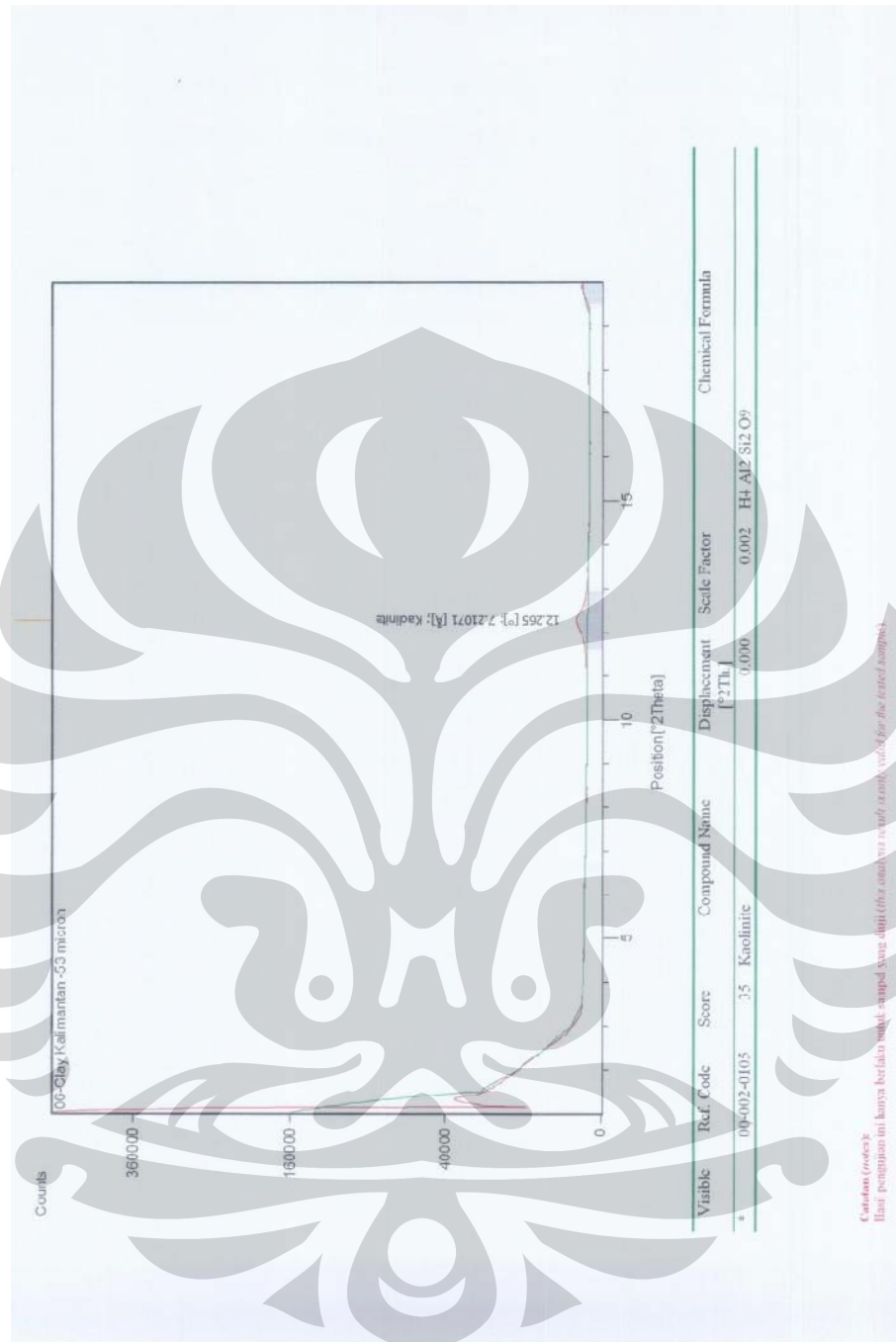
File name	E:\X'PERT	PSD Length [°2Th.]	2.13
DATA\2008\198-asep-UI\06-Clay Kalimantan -53 micron.xrdml		Offset [°2Th.]	0.0000
Comment	GeolLabs	Divergence Slit Type	Fixed
Measurement Date / Time	8/25/2008 11:32:25 AM	Divergence Slit Size [°]	0.9570
Operator	Pusat Penelitian	Specimen Length [mm]	10.00
Raw Data Origin (*.XRDML)	XRD measurement	Measurement Temperature [°C]	25.00
Scan Axis	Gonio	Anode Material	Co
Start Position [°2Th.]	1.0084	K-Alpha1 [Å]	1.54060
End Position [°2Th.]	19.9974	Generator Settings	30 mA, 40 kV
Step Size [°2Th.]	0.0170	Goniometer Radius [mm]	240.00
Scan Step Time [s]	4.1750	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Scan Type	Continuous	Incident Beam Monochromator	No
PSD Mode	Scanning	Spinning	No

**Ulasan (comment):**  
 -

**Rekaman spektrum (spectral record):**  
 Terlampir (enclosed)

  
 Sigit Maryanto, M.Si.  
 000009916  
 Geology Laboratory (Technical Manager)

**Catatan (notes):**  
 Hasil penonjian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample)



## Lampiran 7: Data XRD – Bentonite Drilling Spec API 13A

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
 Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
 Telp: 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
 Nomer lab. (lab. number): 460/L/GL/1.2/08/2008  
 Tanggal (date) : 25 Agustus 2008

Kode sampel (sample code) : 07-Bentonite Drilling Spec API 13A	Kode lab. (lab. code) : 551/1.2/3055
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 25 Agustus 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2
Penilik (property) : Sdr. Asep Universitas Indonesia, Jakarta	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco dan Ishar Rustami
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.

**Pemerian umum (brief description):**  
 Sampel berupa material lepas yang berbentuk serbuk sangat halus seukuran lempung dan berwarna umum putih abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**


Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Anorthite sodian intermediate			
Montmorillonite			

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

File name	E:\XPERT	PSD Length [°2Th.]	2.13
DATA\2008\198-asep-UI\07-Bentonite Drilling Spec		Offset [°2Th.]	0.0000
Api 13A.xrdml		Divergence Slit Type	Fixed
Comment	GeolLabs	Divergence Slit Size [°]	0.9570
Measurement Date / Time	8/25/2008 11:37:05 AM	Specimen Length [mm]	10.00
Operator	Pusat Penelitian	Measurement Temperature [°C]	25.00
Raw Data Origin (*XRDML)	XRD measurement	Anode Material	Cu
Scan Axis	Gonio	K-Alpha1 [Å]	1.54060
Start Position [°2Th.]	1.0084	Generator Settings	30 mA, 40 kV
End Position [°2Th.]	19.9974	Goniometer Radius [mm]	240.00
Step Size [°2Th.]	0.0170	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Scan Step Time [s]	4.1750	Incident Beam Monochromator	No
Scan Type	Continuous	Spinning	No
PSD Mode	Scanning		

**Ulasan (comment):**  
-

**Rekaman spektrum (spectral record):**  
Terlampir (enclosed)

  
 Ir. Sigit Maryanto, M.Si.  
 100009916  
 Manajer Teknis (Technical Manager)

**Catatan (notes):**  
 Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample)



## Lampiran 8: Data XRD – Bentonite Foundry

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
 Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
 Telp. 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
 Nomer lab. (lab. number) : 460/L/GL/1.2/08/2008  
 Tanggal (date) : 25 Agustus 2008

Kode sampel (sample code) : 08-Bentonite Foundry	Kode lab. (lab. code) : 551/1.2/3056
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 25 Agustus 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2
Pemilik (property) : Sdr. Asep Universitas Indonesia, Jakarta	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco dan Ishar Rustami
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.

**Pemerian umum (brief description):**  
 Sampel berupa material lepas yang berbentuk serbuk sangat halus seukuran lumpung dan berwarna umum putih abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**


Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Montmorillonite (bentonite)			

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

File name	E:\XPERT	PSD Length [°2Th.]	2.13
DATA\2008\198-asep-UI\08-Bentonite		Offset [°2Th.]	0.0000
Foundry.xrdml		Divergence Slit Type	Fixed
Comment	GeoLabs	Divergence Slit Size [°]	0.9570
Measurement Date / Time	8/25/2008 11:42:39 AM	Specimen Length [mm]	10.00
Operator	Pusat Penelitian	Measurement Temperature [°C]	25.00
Raw Data Origin (*.XRDML)	XRD measurement	Anode Material	Cu
Scan Axis	Gonio	K-Alpha 1 [Å]	1.54060
Start Position [°2Th.]	1.0084	Generator Settings	30 mA, 40 kV
End Position [°2Th.]	19.9974	Goniometer Radius [mm]	240.00
Step Size [°2Th.]	0.0170	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Scan Step Time [s]	4.1750	Incident Beam Monochromator	No
Scan Type	Continuous	Spinning	No
PSD Mode	Scanning		

**Ulasan (comment):**  
-

**Rekaman spektrum (spectral record):**  
Terlampir (enclosed)

  
 Ir. Sigit Maryanto, M.Si.  
 100009916

**Catatan (notes):**  
 Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample)



## Lampiran 9: Data XRD – China Clay

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
 Jl. Diponegoro No. 57, Bandung. 40122, Indonesia  
 Telp: 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labnsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
 Nomer lab. (lab. number) : 460/L/GL/1.2/08/2008  
 Tanggal (date) : 25 Agustus 2008

Kode sampel (sample code) : 09-China Clay	Kode lab (lab. code) : 551/1.2/3057
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 25 Agustus 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2
Pemilik (property) : Sdr. Asep Universitas Indonesia, Jakarta	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco dan Ishar Rustami
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.

**Pemerian umum (brief description):**  
 Sampel berupa material lepas yang berbentuk serbuk sangat halus seukuran lempung dan berwarna umum putih abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**

Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Nacrite (Kaolinite)			

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

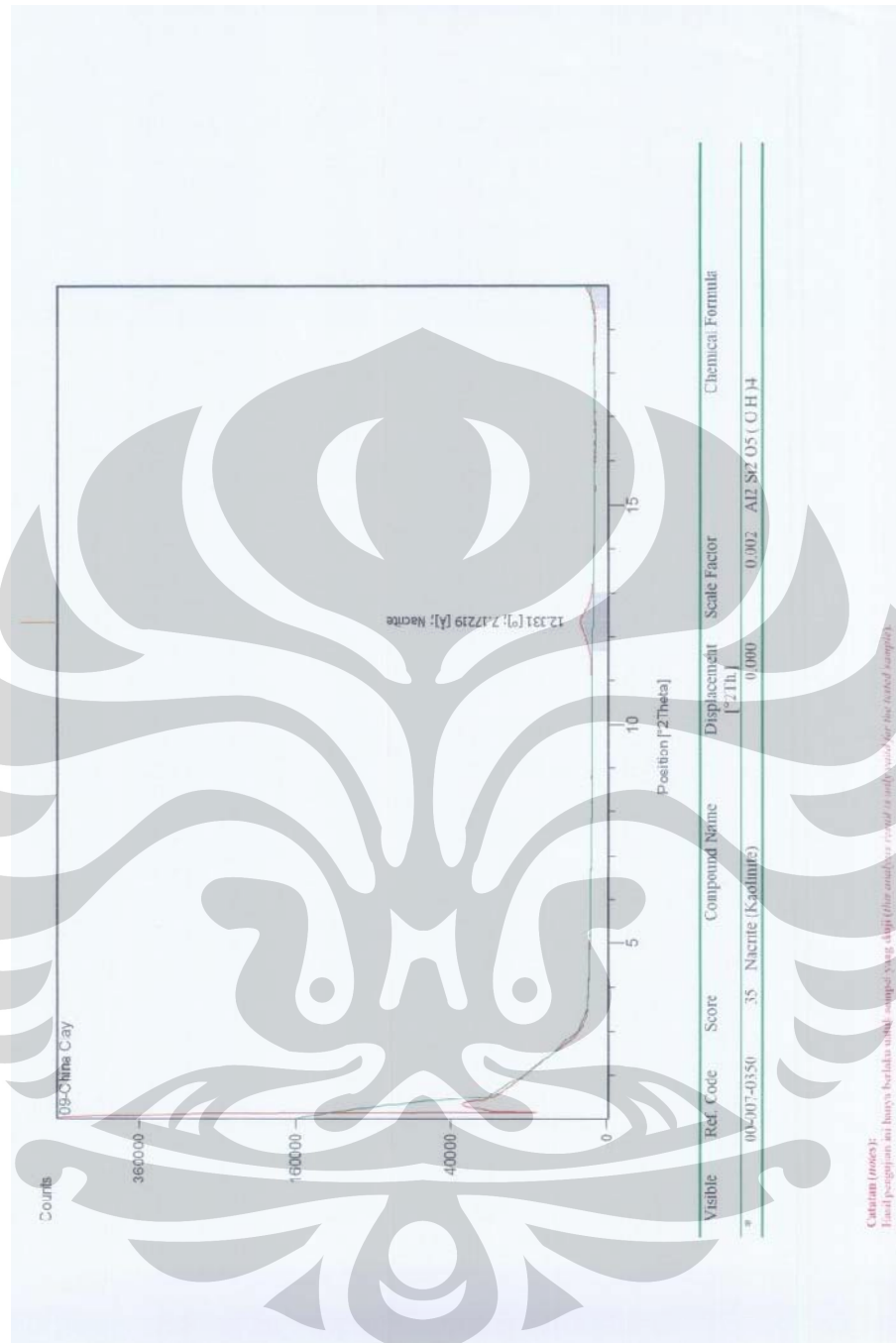
File name	E:\XPERT	PSD Length [°2Th.]	2.13
DATA\2008\198-asep-UI\09-China Clay.xrdml		Offset [°2Th.]	0.0000
Comment	GeoLabs	Divergence Slit Type	Fixed
Measurement Date / Time	8/25/2008 11:48:10 AM	Divergence Slit Size [°]	0.9570
Operator	Posat Penelitian	Specimen Length [mm]	10.00
Raw Data Origin (*XRDML)	XRD measurement	Measurement Temperature [°C]	25.00
Scan Axis	Gonio	Anode Material	Cu
Start Position [°2Th.]	1.0084	K-Alpha 1 [Å]	1.54060
End Position [°2Th.]	19.9974	Generator Settings	30 mA, 40 kV
Step Size [°2Th.]	0.0170	Goniometer Radius [mm]	240.00
Scan Step Time [s]	4.1750	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Scan Type	Continuous	Incident Beam Monochromator	No
PSD Mode	Scanning	Spinning	No

**Ulasan (comment):**  
 -

**Rekaman spektrum (spectral record):**  
 Terlampir (enclosed)

Manajer Teknis (Technical Manager)  
 Ir. Sigit Maryanto, M.Si.  
 NIP. 1.000.0916.

**Catatan (notes):**  
 Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample)





## Lampiran 10: Data XRD – Sample E (Montmorilonite – NaCl 1 m)

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
 Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
 Telp. 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
 Nomer lab. (lab. number) : 660/L/GL/1.2/12/2008  
 Tanggal (date) : 05 Desember 2008

Kode sampel (sample code) : Sample E Montmorilonite (NaCl 1 m)	Kode lab. (lab. code) : 763/1.2/3724
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 05 Desember 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2
Pemilik (property) : -	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.

**Pemerian umum (brief description):**  
 Sampel berupa material yang berukuran sangat halus hingga lempung, bersifat lepas, dan berwarna umum coklat abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**


Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Sepiolite	-		
Saponite	-		
Clinchlore	-		

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

File name : E:\XPERT	PSD Length [°2Th.] : 2.13
DATA\2008\257-asep UT\Sample E Montmorilonit (NaCl-1m).xrdml	Offset [°2Th.] : 0.0000
Comment : GeolLabs	Divergence Slit Type : Fixed
Measurement Date / Time : 12/5/2008 9:25:53 AM	Divergence Slit Size [°] : 0.9570
Operator : Pusat Penelitian	Specimen Length [mm] : 10.00
Raw Data Origin : XRD measurement	Measurement Temperature [°C] : 25.00
(*XRDML)	Anode Material : Cu
Scan Axis : Gonio	K-Alpha1 [Å] : 1.54060
Start Position [°2Th.] : 1.0084	Generator Settings : 30 mA, 40 kV
End Position [°2Th.] : 19.9974	Goniometer Radius [mm] : 240.00
Step Size [°2Th.] : 0.0170	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] : 91.00
Scan Step Time [s] : 4.1750	Incident Beam Monochromator : No
Scan Type : Continuous	Spinning : No
PSD Mode : Scanning	

**Ulasan (comment):**  
 Peak yang teridentifikasi di dalam gambar telah rendah karena pengukuran dimulai dari sudut sangat rendah.

**Rekaman spektrum (spectral record):**  
 Terlampir (enclosed)

  
 Ir. Sigit Maryanto, M.Si.  
 1009916

**Catatan (notes):**  
 Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample).



## Lampiran 11: Data XRD – Sample A (Montmorillonite 6M)

GL-F-PL-13-1.2-02-6

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
 Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
 Telp: 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labnsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
 Nomer lab. (lab. number) : 660/L/GL/1.2/12/2008  
 Tanggal (date) : 05 Desember 2008

Kode sampel (sample code) : Sample A Montmorillonite 6M	Kode lab. (lab. code) : 763/1.2/3720
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 05 Desember 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2
Pemilik (property) : -	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.

**Pemerian umum (brief description):**  
 Sampel berupa material yang berukuran sangat halus hingga lempung, bersifat lepas, dan berwarna umum coklat abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**


Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Montmorillonite (bentonite)	-		
Dickite	-		

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

File name : E:\XPERT	PSD Length [°2Th.] : 2.13
DATA\2008\257-asep UT\Sample A Montmorilonit 6	Offset [°2Th.] : 0.0000
M.xrdml	Divergence Slit Type : Fixed
Comment : GeolLabs	Divergence Slit Size [°] : 0.9570
Measurement Date / Time : 12/5/2008 9:29:27 AM	Specimen Length [mm] : 10.00
Operator : Pusat Penelitian	Measurement Temperature [°C] : 25.00
Raw Data Origin : XRD measurement	Anode Material : Cu
(*.XRDML)	K-Alpha1 [Å] : 1.54060
Scan Axis : Gonio	Generator Settings : 30 mA, 40 kV
Start Position [°2Th.] : 1.0084	Goniometer Radius [mm] : 240.00
End Position [°2Th.] : 19.9974	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] : 91.00
Step Size [°2Th.] : 0.0170	Incident Beam Monochromator : No
Scan Step Time [s] : 4.1750	Spinning : No
Scan Type : Continuous	
PSD Mode : Scanning	

**Ulasan (comment):**  
 Peak yang teridentifikasi di dalam gambar terlalu rendah karena pengukuran dimulai dari sudut sangat rendah.

**Rekaman spektrum (spectral record):**  
 Terlampir (enclosed)

  
 Ir. Sigit Maryanto, M.Si.  
 009916

**Catatan (notes):**  
 Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample).



## Lampiran 12: Data XRD – Sample B (Sodium Dodecyl Sulfat)

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI**  
(GEOLOGY LABORATORIES)  
Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
Telp: 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X**  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)  
Nomer lab. (lab. number) : 660/L/GL/1.2/12/2008  
Tanggal (date) : 05 Desember 2008

Kode sampel (sample code) : Sample B Sodium Dodecyl Sulfat	Kode lab (lab. code) : 763/1.2/3721
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 05 Desember 2008
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2
Penilik (property) : -	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si

**Pemerian umum (brief description):**  
Sampel berupa material yang berukuran sangat halus hingga lempung, bersifat lepas, dan berwarna umum coklat abu-abu sangat terang.

**Mineral terperi (identified mineral):**


Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Montmorillonite (bentonite)	-		
Vermiculite	-		

**Parameter pengukuran (measurement parameter):**

File name	E:\XPERT	PSD Length [°2Th.]	2.13
DATA\2008\257-asep UTSample B Sodium Dodecyl Sulfat.xrdml		Offset [°2Th.]	0.0000
Comment	GeolLabs	Divergence Slit Type	Fixed
Measurement Date / Time	12/5/2008 9:32:07 AM	Divergence Slit Size [°]	0.9570
Operator	Pusat Penelitian	Specimen Length [mm]	10.00
Raw Data Origin (*.XRDML)	XRD measurement	Measurement Temperature [°C]	25.00
Scan Axis	Gonio	Anode Material	Cu
Start Position [°2Th.]	1.0084	K-Alpha 1 [A]	1.54060
End Position [°2Th.]	19.9974	Generator Settings	30 mA, 40 kV
Step Size [°2Th.]	0.0170	Goniometer Radius [mm]	240.00
Scan Step Time [s]	4.1750	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Scan Type	Continuous	Incident Beam Monochromator	No
PSD Mode	Scanning	Spinning	No

**Ulasan (comment):**  
Peak yang teridentifikasi di dalam gambar terlalu rendah karena pengukuran dimulai dari sudut sangat rendah.

**Rekamam spektrum (spectral record):**  
Terlampir (enclosed)



**Catatan (notes):**  
Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample).



## Lampiran 13: Data XRD – Sample C (ALS)

GL-F-PL-13-1.2-02-6

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
Telp: 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
Nomer lab. (lab. number) : 660/L/GL/1.2/12/2008  
Tanggal (date) : 05 Desember 2008

Kode sampel : Sample C (sample code) : ALS Lokasi : - (location) Kedalaman : - (depth) Pemilik : (property)	Kode lab. : 763/1.2/3722 (lab. code) Tanggal diuji : 05 Desember 2008 (analyzed date) Metode uji : GL-MU-1.2 (method) Pengambil data : Purwo Kawoco (data collector) Penyelia : Ir. Sigit Maryanto, M.Si. (analyzer)		
<b>Pemerian umum (brief description):</b> Sampel berupa material yang berukuran sangat halus hingga lempung, bersifat lepas, dan berwarna umum coklat abu-abu sangat terang.			
<b>Mineral terperi (identified mineral):</b>			
Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Kaolinite	-		
Montmorillonite (Clay)	-		
<b>Parameter pengukuran (measurement parameter):</b>			
File name : E:\XPERT	PSD Length [°2Th.] : 2.13		
DATA\2008\257-asep UI\Sample C\ALS.xrdml	Offset [°2Th.] : 0.0000		
Comment : GeolLabs	Divergence Slit Type : Fixed		
Measurement Date / Time : 12/5/2008 9:35:14 AM	Divergence Slit Size [°] : 0.9570		
Operator : Pusat Penelitian	Specimen Length [mm] : 10.00		
Raw Data Origin : XRD measurement	Measurement Temperature [°C] : 25.00		
(* XRDML)	Anode Material : Cu		
Scan Axis : Gonio	K-Alpha 1 [A] : 1.54060		
Start Position [°2Th.] : 1.0084	Generator Settings : 30 mA, 40 kV		
End Position [°2Th.] : 19.9974	Goniometer Radius [mm] : 240.00		
Step Size [°2Th.] : 0.0170	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] : 91.00		
Scan Step Time [s] : 4.1750	Incident Beam Monochromator : No		
Scan Type : Continuous	Spinning : No		
PSD Mode : Scanning			
<b>Ulasan (comment):</b> Peak yang teridentifikasi di dalam gambar terlalu rendah karena pengukuran dimulai dari sudut sangat rendah.			
<b>Rekaman spektrum (spectral record):</b> Terlampir (enclosed)			

Manajer Teknis  
(Manager)  
Ir. Sigit Maryanto, M.Si.  
160149916

**Catatan (notes):**  
Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample).






## Lampiran 14: Data XRD – Sample D (Alkyl Ammonium Chloride)

GL-F-PL-13-1.2-02-b

**LABORATORIUM PUSAT SURVEI GEOLOGI  
(GEOLOGY LABORATORIES)**  
Jl. Diponegoro No. 57, Bandung, 40122, Indonesia  
Telp: 022-7203205, 7273108 Fax: 022-7273108 E-mail: labpsg@grdc.esdm.go.id

**HASIL UJI MINERALOGI DIFRAKSI SINAR-X  
(X-RAY DIFFRACTION MINERALOGY ANALYSIS RESULT)**  
Nomer lab. (lab. number) : 660/L/GL/1.2/12/2008  
Tanggal (date) : 05 Desember 2008

Kode sampel (sample code) : Sample D Alkyl Ammonium Chloride	Kode lab. (lab. code) : 763/1.2/3723		
Lokasi (location) : -	Tanggal diuji (analyzed date) : 05 Desember 2008		
Kedalaman (depth) : -	Metode uji (method) : GL-MU-1.2		
Penilik (property) : -	Pengambil data (data collector) : Purwo Kawoco		
	Penyelia (analyzer) : Ir. Sigit Maryanto, M.Si.		
<b>Pemerian umum (brief description):</b> Sampel berupa material yang berukuran sangat halus hingga lempung, bersifat lepas, dan berwarna umum coklat abu-abu sangat terang.			
<b>Mineral terperi (identified mineral):</b>			
Nama mineral (mineral name)	%	Nama mineral (mineral name)	%
Kaolinite	-		
Phlogopite (Fe-rich)	-		
Zaherite-18A	-		
<b>Parameter pengukuran (measurement parameter):</b>			
File name : E:\XPERT	PSD Length [°2Th.] : 2.13	Offset [°2Th.] : 0.0000	Divergence Slit Type : Fixed
DATA\2008\257-asep UT\Sample D Alkyl Ammonium Chloride.xrdml	Divergence Slit Size [°] : 0.9570	Specimen Length [mm] : 10.00	Measurement Temperature [°C] : 25.00
Comment : GeolLabs	Anode Material : Cu	K-Alpha1 [Å] : 1.54060	Generator Settings : 30 mA, 40 kV
Measurement Date / Time : 12/5/2008 9:38:17 AM	Goniometer Radius [mm] : 240.00	Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] : 91.00	Incident Beam Monochromator : No
Operator : Pusat Penelitian	Spinning : No		
Raw Data Origin (*.XRDML) : XRD measurement			
Scan Axis : Gonio			
Start Position [°2Th.] : 1.0084			
End Position [°2Th.] : 19.9974			
Step Size [°2Th.] : 0.0170			
Scan Step Time [s] : 4.1750			
Scan Type : Continuous Scanning			
PSD Mode : Scanning			
<b>Ulasan (comment):</b> Peak yang teridentifikasi di dalam gambar terlalu rendah karena pengukuran dimulai dari sudut sangat rendah.			
<b>Rekaman spektrum (spectral record):</b> Terlampir (enclosed)			

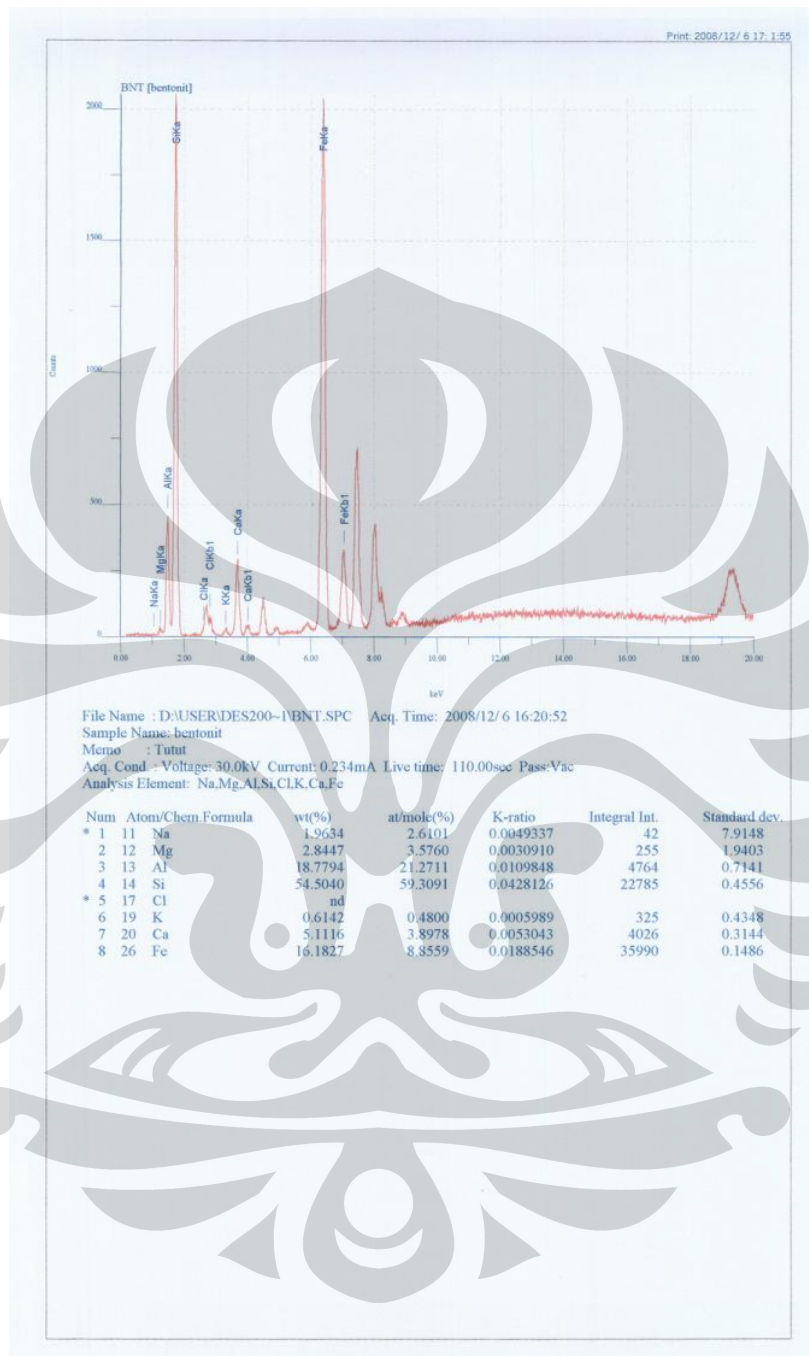


Sigit Maryanto, M.Si.  
NIP. 195009916

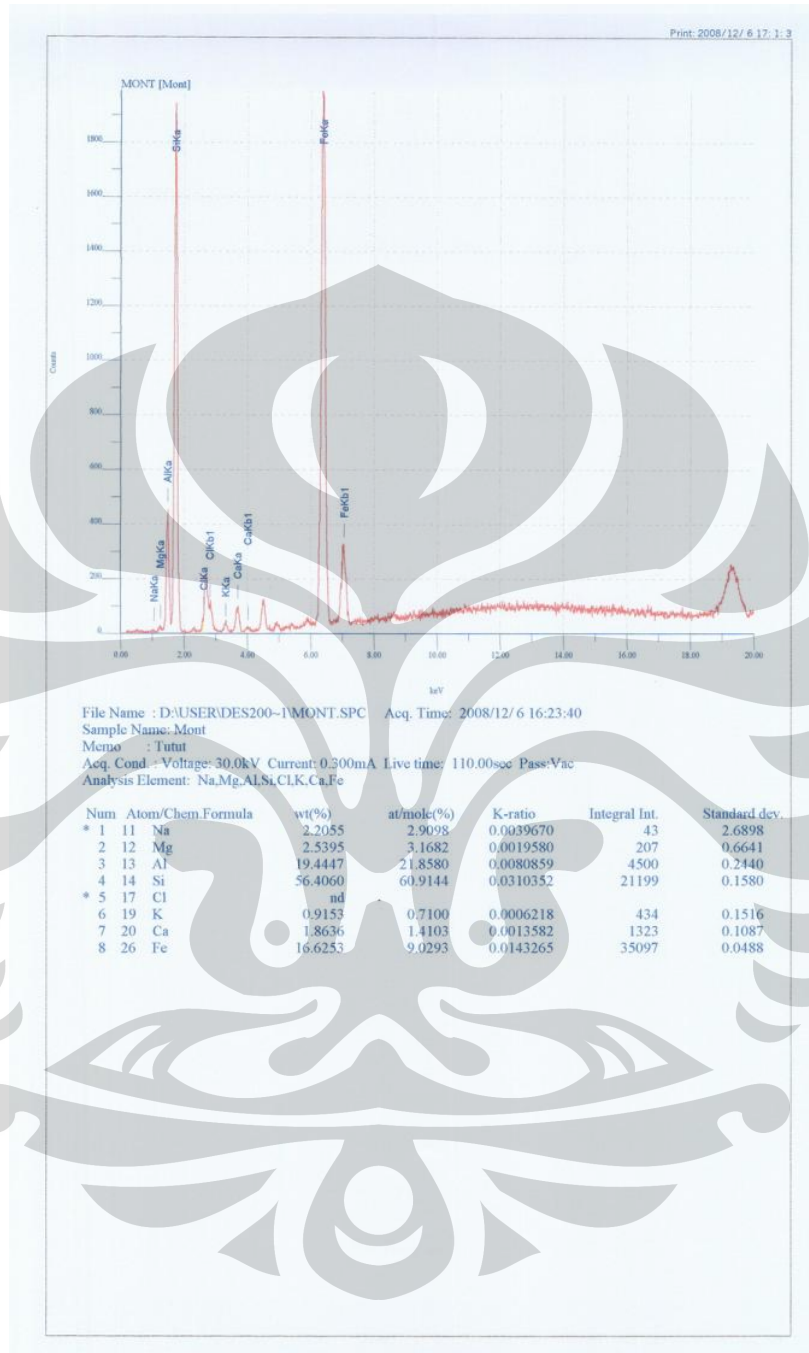
**Catatan (notes):**  
Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji (this analysis result is only valid for the tested sample).



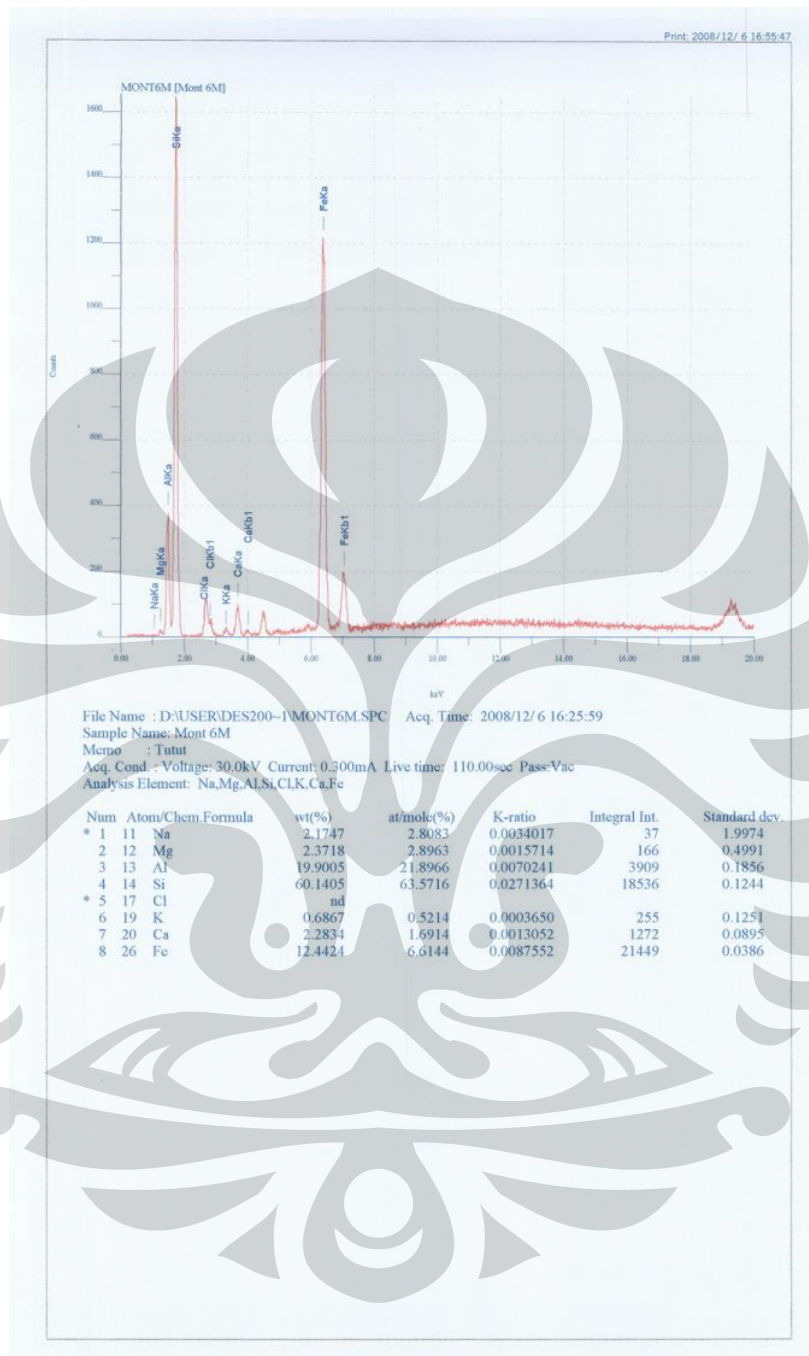
Lampiran 15: Data XRF – Bentonit



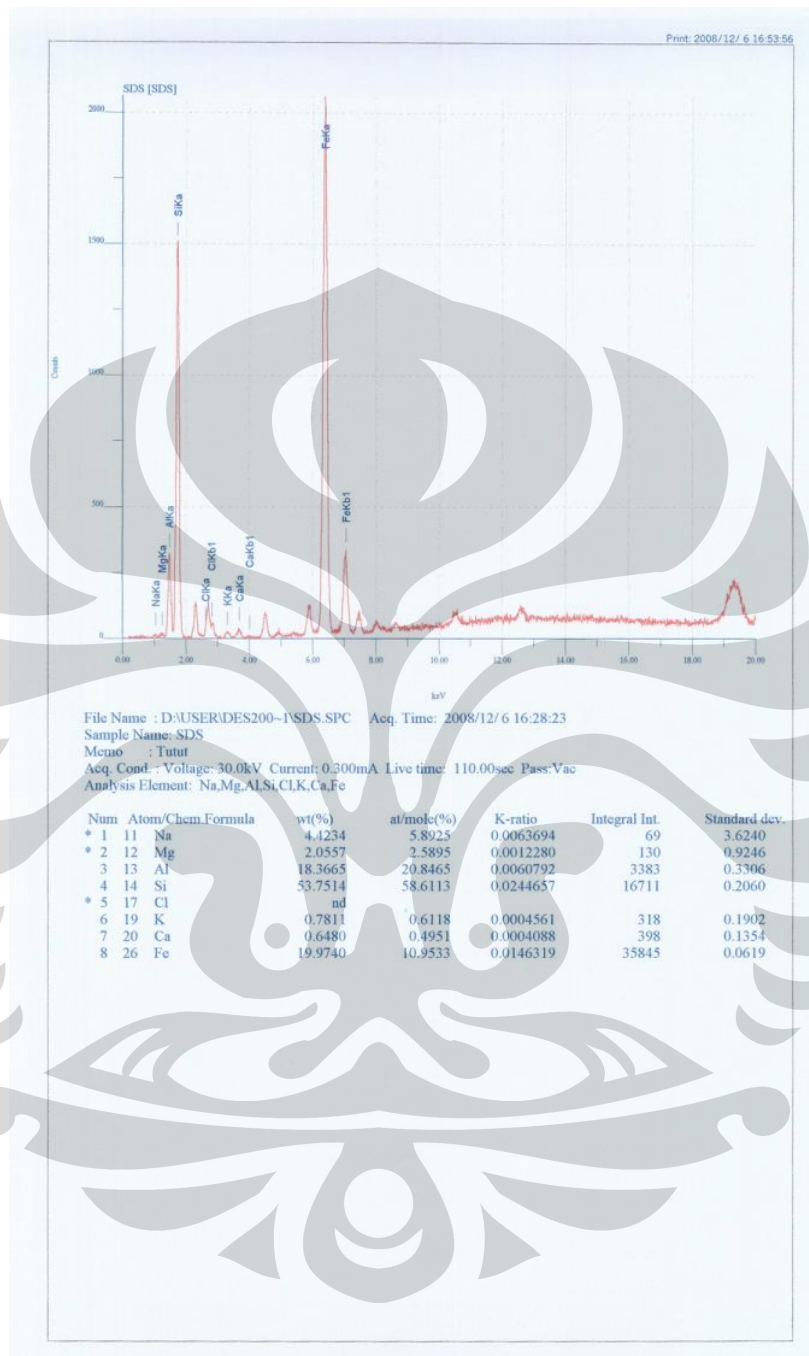
## Lampiran 16: Data XRF – Montmorilonite



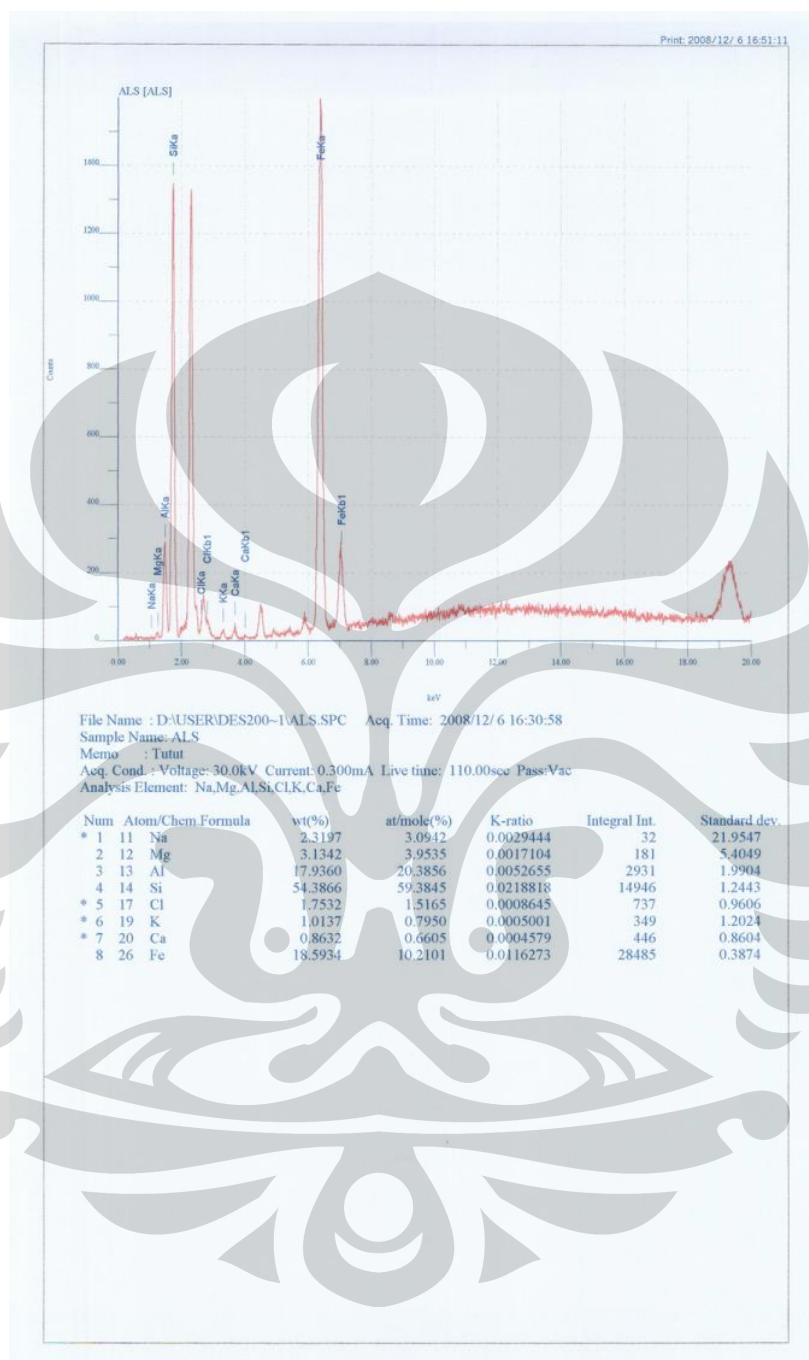
Lampiran 17: Data XRF – Montmorilonite 6M



Lampiran 18: Data XRF – SDS



## Lampiran 19: Data XRF – ALS



## Lampiran 20: Data XRF – ABC

