KARAKTERISASI SIFAT FISIKA KIMIA LEMPUNG DARI DAERAH KECAMATAN WATU LIMO DAN DURENAN KABUPATEN TRENGGALEK

SKRIPSI

Oleh:

MOHAMMAD MUSLIM
NIM. 07630014

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2014

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KARAKTERISASI SIFAT FISIKA KIMIA LEMPUNG DARI DAERAH KECAMATAN WATU LIMO DAN DURENAN KABUPATEN TRENGGALEK

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN)
Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:

MOHAMMAD MUSLIM
NIM. 07630014

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2014

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KARAKTERISASI SIFAT FISIKA KIMIA LEMPUNG DARI DAERAH KECAMATAN WATU LIMO DAN DURENAN KABUPATEN TRENGGALEK

SKRIPSI

Oleh:

Mohammad Muslim
NIM. 07360014

Telah disetujui oleh:

Pembimbing Utama	Pembimbing Agama
Susi Nurul Khalifah, M.Si	Tri Kustono Adi, M.Sc
NIPT. 2013091022317	NIP. 197103112003121002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KARAKTERISASI SIFAT FISIKA KIMIA LEMPUNG DARI DAERAH KECAMATAN WATU LIMO DAN DURENAN KABUPATEN TRENGGALEK

SKRIPSI

Oleh:
Mohammad Muslim
NIM.07630014

Telah Dipertahankan di Depan Penguji Tugas Akhir dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Malang, 07 Juli 2014

Susunan Dewan Penguji		Tanda Tangan
1. Penguji Utama	: A. Ghanaim Fasya, M.Si NIP.19820616 200604 1 002	( )
2. Ketua Penguji	: Akyunul Jannah, S.Si, M.P NIP. 19750410 200501 2 009	( )
3. Sekretaris	: Susi Nurul Khalifah, M.Si NIPT. 2013091022317	( )
4. Anggota	: Tri Kustono Adi, M.Sc NIP. 19710311 200312 1 002	( )

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Kimia

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP.1979020 200604 2 002

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahahirobbil'alamiin

Saya persembahkan karya ini sebagai rasa syukur atas kehadirat Illahi Robbi yang telah memberikan segala rahmat, taufiq, hidayah serta inayah-Nya; kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun umatnya mencari sebuah kebenaran hakiki dalam menjalani kehidupan ini.

Ibunda tercinta Puni dan Ayahanda tersayang Moh.Yatim. Engkaulah pemangku tenggung jawab terhebat yang saya temui yang selalu menuntun, mengarahkan mendoakan diri ini baik jauh maupun dekat dari kediaman. Sungguh jasa-jasamu tak akan terbalas oleh apapun. Meski demikian saya akan berusaha sekuat mungkin membahagiakan kalian, saya haturkan banyak terima kasih atas semuanya.

Keluarga besarku khususnya kedua adikku (Syaiful Anam Dan Nurul Jannah) *Terimakasih atas Kebersamaan, dukungan, doa, kasih sayang, dan perhatian* serta kerabat dekat maupun jauh yang selalu memberikan motivasi.

Keluarga besar Kimia (Bpk-Ibu Dosen dan Staf), *Terimakasih atas Doa, bimbingan, Kasih sayang yang telah berkenan mendidik ananda sehingga ananda bisa seperti saat ini, dapat menyeleseikan Skripsi dan mendapatkan Ilmu Yang Bermanfaat.*

***Pak Ghanaim, terimakasih atas kesabarannya selama membimbing serta* segala pengertiannya dalam mengiringi perjalanan saya di kampus ini.**

Teman-teman angkatan '07 semoga kita tetap menjaga silaturrahmi selamanya.

Teman-teman Madura, Malang dan luar Malang terimakasih atas motivasinya.

Teman teman organisasi ekstra : Himpunan Mahasiswa Islam Indonesai (HMI), Kesatuan Aksi Mahasiswa Muslim Indonesia (KAMMI), Gerakan Mahasiswa Nasionalis Indonesia (GMNI), Ikatan Pelajar Nahdotul Ulama'(IPNU) Malang, Ikatan Mahasiswa Muhammadiah (IMM) Malang dan organisasi tercinta yang sangat berperan membesarkan saya ; Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia (PMII) salam juang untuk semua agen perubahan.

Teman-teman Ikatan Mahasiswa Pamekasan (IMPAS), dan semua jajaran organisasi mahasiswa intra kampus UIN MALIKI Malang.

Kelauraga besarku di malang, keluarga Singosari (Num Suri, Bu'le', dek Tatik, dek Syukron, kak Yanto kak Imam), keluarga Kelayatan (Pak.Antok sekeluarga) terimakasih atas kebersamaan kalian.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MOTTO

"Berilah manfaat semampumu atas apa yang engkau lihat dan yang engkau rasa selagi engkau masih bisa melihat dan merasa, pantang menyerah dan pantang berputus asa dalam situasi dan kondisi apapun"

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

SURAT PERNYATAAN

ORISINIL PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mohammad Muslim

NIM : 07630014

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Kimia

Judul Penelitian : Karakterisasi Sifat Fisika Kimia Lempung dari Daerah Kecamatan Watulimo Dan Durenan Kabupaten Trenggalek

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutipan dalam naskah atau disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 15 Juli 2014

Yang Membuat Pernyataan,

Mohammad Muslim

NIM. 07630014

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **"Krakterisasi Sifat Fisika Kimia Lempung dari Daerah Kecamatan Watu Limo Dan Durenan Kabupaten Trenggalek"** dapat terselesaikan. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada manusia paling sempurna yakni baginda Rasulullah yang telah menjadi suri tauladan bagi kita semua.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan konstribusi baik dukungan moral maupun spiritual demi suksesnya penyusunan skripsi ini, antara lain:

1. Prof. Dr. Mudjia Rahardjo selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang beserta stafnya.
2. Dr. Hj. Bayyinatul M, drh, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Maliki Ibrahim Malang.
3. Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia dan semua dosen Kimia, terimakaih telah memberikan ilmunya dan segala waktunya untuk *sharing* dan masukan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4. Susi Nurul Khalifah, M.Si dan Tri Kustono Adi, M.Sc selaku dosen pembimbing, serta Nur Aini, M.Si selaku dosen konsultan, terimakasih atas kesediaan dan keikhlasannya meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, memberi motivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Akyunul jannah, S.Si, MP dan A. Ghanaim Fasya, S,Si, M.Si selaku dosen penguji, terimakasih atas kesediaan dan keikhlasannya meluangkan waktu untuk menguji, membimbing, mengarahkan, dan memberi motivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Segenap Dosen Fakultas Sains dan Teknologi yang telah banyak memberikan ilmunya kepada kami.
7. Seluruh staf Laboratorium dan Administrasi Jurusan Kimia atas seluruh bantuan selama penyelesaian skripsi ini.
8. Kedua orang tuaku dan seluruh keluarga besar yang penuh kasih sayang dan senantiasa memberikan dukungan, semangat dan do'anya.
9. Teman-teman kimia teruntuk angkatan 2007 dan lintas komunitas yang telah berbagi kebersamaannya selama ini dalam senang maupun susah sehingga tetap terjaga persaudaraan.
10. Keluarga besar sahabat-sahabat PMII Komisariat Sunan Ampel, temen-temen organisasi ekstra maupun intra yang telah memberikan banyak pengalaman positif.
11. Semua rekan-rekan dan semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala bantuanya kepada penulis.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Semoga Allah SWT memberikan balasan kebaikan dunia dan akhirat, atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis, amin

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwasanya masih banyak kekurangan-kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya, amin.

Malang, 16 Juli 2014

Penulis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGAJUAN ii
LEMBAR PERSETUJUAN iii
LEMBAR PENGESAHAN iv
MOTTO v
LEMBAR PERSEMBAHAN vi
LEMBAR ORISINIL PENELITIAN vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
ABSTRAK xv

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Batasan Masalah 5
1.5 Manfaat Penelitian 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Pengertian Lempung 7
2.2 Jenis-Jenis Lempung 8
2.3 Struktur Lempung 9
2.4 Plastisitas Lempung 11
2.4.1 Teori Plastisitas 12
2.4.2 Metode penentuan plastisitas 13
2.4.2.1 Metode cincin palstis 13
2.4.2.2 Metode Atterberg 14
2.5 *X-Ray Diffraction* (XRD) 19
2.6 *Scanning Electron Microscope* (SEM) 23
2.7 Energy Dispersive X-ray (EDX) 27
2.8 Integritas penciptaan manusia dengan komponen lempung 26

BAB III METODOLOGI
3.1 Waktu dan Tempat 28
3.2 Alat dan Bahan 28
3.2.1 Alat 28
3.2.2 Bahan 28
3.3 Rancangan Penelitian 28
3.4 Tahapan Penelitian 29
3.4.1 Benefisiasi (Abdulloh, 2004) 29
3.4.2 Preparasi Sampel 30

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.4.3 Penentuan Indeks Plastisitas dengan Metode Atterberg 30
3.4.3.1 Penentuan Batas Cair 30
3.4.3.2 Penentuan Batas Plastisitas 32
3.4.3.3 Penentuan Kadar Air 32
3.4.3.4 Penentuan Indeks Plastisitas 33
3.4.4 Karakterisasi dengan XRD 33
3.4.5 Karakterisasi dengan SEM-EDX 33
3.5 Analisis Data 34

BAB IVPEMBAHASAN
4.1 Prepaerasi Sampel 35
4.1.1 Benefisiasi 35
4.1.1 Preparasi Sampel 36
4.2 Karakterisasi 36
4.2.1 krakterisasi XRD 36
4.2.2 Karakterisasi Scaning Electron Microscopy (SEM-EDX) 39
4.2.3 Indeks Plastisitas Dengan Metode Ateeberg 42
4.3 Lempung dalam Prespekti Islam 43

KESIMPULAN 48
SARAN 49
DAFTAR PUSTAKA 50
LAMPIRAN 52

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan potensi pengembangan dengan indekx plastisitas 12

Tabel 4.1 hasil uji kandungan lempung dari dusun sumber desa prigi kecamatan watu limo dengan menggunakan EDX 40

Tabel 4.2 hasil uji kandungan unsur lempung dari daerah dusun gajah desa kamulan kecamatan durenan kabupatan trenggalek dengan menggunakan EDX 41

Tabel 4.5 Indeks plastisitas lempung uji 42

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tetahedron, *Silica sheet* 10

Gambar 2.2 Oktahedron, *Alumina sheet* 10

Gambar2.3 Variasi Volume dan Kadar Air pada Kedudukan Batas Cair,Batas Plastis dan Batas Susut 14

Gambar 2.4 Pengujian batas plastis 16

Gambar 2.5 Alat uji Cassagrande 16

Gambar 2.6 Skema uji batas cair metode Casagrande 17

Gambar 2.7 Grafik semi-logaritma 17

Gambar 2.8 Difraksi Sinar X 21

Gambar 2.9 Difragtogram sampel lempung hasil uji degan XRD 22

Gambar 2.10 Difragtogram sampel lempung hasil uji degan kualitatif 23

Gambar 2.11 Instrumen SEM-EDX 24

Gambar 2.12 Mikroskop Cahaya Dengan Elektron 24

Gambar 2.13 Pantulan Elastis Dan Pantulan Non Elastis 25

Gambar 2.14 Mekanisme Kerja SEM 26

Gambar 4.1 Hasil Uji XRD Lempung Daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo 37

Gambar 4.2 Analisa data Difraksi dengan EDX Lempung Daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo 39

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRAK

Muslim, M. 2014, **Karakterisasi Sifat Fisika Kimia Lempung dari Daerah Kecamatan Watu Limo Dan Durenan Kabupaten Trenggalek.** Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : Susi Nurul Khalifah, M.Si, Konsultan : Nur Aini, M.Si

Kata Kunci: Lempung, Karakterisasi, Indeks Plastisitas.

Lempung adalah agregat mineral kristalin berbentuk serpih berkerangka dasar silikat. Lempung di daerah kecamatan Watu Limo dan Durenan selama ini dijadikan bahan dasar pembuatan batu bata dan genting. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi permukaan, kandungan senyawa penyusun lempung, batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas.

Karakterisasi struktur sampel digunakan *X-Ray Difraction* (XRD), sedangkan untuk mengetahui morfologi permukaan digunakan *Scaning Electron Microscopy* (SEM) dan untuk mengetahui kandungan sampel digunakan *Energy Dipersive X-Ray* (EDX). Penentuan batas cair batas plastis dan indeks plastisitas dengan metode Atterberg.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari analisa XRD sampel asal Watu Limo mengandung mineral dominan senyawa berupa Kyanite (Al_2SiO_5), Kuarsa (SiO_2), Silikon oksida (SiO_2) dan Sodium kobalt oksida ($CoH_{0.201}Na_{0.278}O_{1.24}$). dan senyawa dominan sampel asal Durenan adalah Feldspar ($NaAlSi_3O_8$), Zirkonium Oksida ($O_2Zr_{0.946}$), Silikon Oksida (SiO_2). Hasil XRD juga didukung dari kraterisasi dengan EDX dimana unsur dominan dari kedua sampel adalah Al dan Si. Analisa SEM menunjukkan sampel asal watu limo berbentuk gumpalan kecil dengan luas permukaan yang lebih besar dengan kristalinitas yang cukup tinggi sementara untuk sampel asal durenan berbentuk gumpalan dengan luas permukaan yang lebih besar dengan kristalinitas yang cendrung *amorf*. Hasil uji karakterisasi dengan metode Atterberg menunjukkan sampel asal watu limo mempunyai batas cair 57,55% batas plastis 33,43% dan indeks plastisitas 24,12% sementara sampel asal durenan mempunyai batas cair 50,28% batas plastis 30,00% dan Indeks Platisitas 20,28%.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRACT

Muslim, M. 2014. **The Physical properties Chemical Characterization of Clay in the Regional District Watulimo And Durenan Trenggalek**. Thesis. Department of Chemistry Faculty of science and technology State Islamic University of Malang Maulana Malik Ibrahim. Lector: Susi Nurul Caliph, M.Si, Consultant: Nur Aini, M.Si

Keywords: Clay, Characterization, Plasticity Index.

Clay minerals are crystalline aggregates form the basic skeleton silicate flakes. Clays in regions and districts Watulimo Durenan been used as the manufacture of bricks and tiles. This study aims to determine the surface morphology, the building blocks of clay content, liquid limit, plastic limit and plasticity index.

The structure Characterization of the sample used X-Ray Diffraction (XRD), while the surface morphology is used to determine the Scaning Electron Microscopy (SEM) and to know the content of the sample used Dipersive X-Ray Energy (EDX). Determination of liquid limit and plastic limit plasticity index with Atterberg method.

The results showed that of the XRD analysis of samples containing mineral origin Watulimo dominant form compounds Kyanite (Al2SiO5), Quartz (SiO2), silicon oxide (SiO_2) and Sodium cobalt oxide (CoH0.201 Na0.278O1.24). and the dominant compound samples Durenan origin is Feldspar (NaAlSi3O8), Zirconium Oxide (O2Zr0.946), silicon oxide (SiO_2). XRD results are also supported by EDX of kraterisasi where the dominant element of the second sample is Al and Si. SEM analysis showed the sample origin Watu Limo small blob-shaped with a larger surface area with a fairly high crystallinity while for sample origin Durenan shaped blob with a larger surface area with the crystallinity tends amorphous. Characterization test results show samples of the Atterberg method Watulimo origin have liquid limit 57.55% 33.43% plastic limit and plasticity index of 24.12% while the sample origin Durenan have liquid limit 50.28% 30.00% and plastic limit Platisitas Index 20.28%.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

مستخلص البحث

مسليم ، ٢٠١٤ ، **الخصائص الفيزيائية الكيميائية توصيف كلاي في منطقة واتو ليما ودورينان الإقليمي ترينجاليك**

المشرفة : سوسي نور الخليفة الماجستيرة ، المشرفة الاستشارية: نور العيني، الماجستيرة

الكلمات الرئيسية: كلاي، توصيف، مؤشر اللدونة .

المعادن الطينية هي المجاميع البلورية تشكيل هيكل عظمي الأساسية رقائق السيليكات. الطين في المناطق والمقاطعات واتو ليما دورينان تم استخدامها في صناعة الطوب والبلاط. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد مورفولوجيا السطح، لبنات بناء المحتوى الطين، والحد من السائل، والحد من البلاستيك ومؤشر اللدونة .

وتوصيف هيكل العينة المستخدمة الأشعة السينية حيود(XRD) ، في حين يتم استخدام مورفولوجيا السطح لتحديد إسكانا المجهر الإلكتروني (SEM) ومعرفة محتوى العينة المستخدمة ديفرسيف الأشعة السينية للطاقة .(EDX) تحديد الحد السائل والبلاستيك مؤشر الحد اللدونة مع طريقة أتيربيرج.

الشكل السائد مركبات واتو ليما من العينات التي تحتوي على أصل معدني XRD أظهرت النتائج أن التحليل والصوديوم أكسيد الكوبالت (SiO_2) ، وأكسيد السيليكون(SiO_2) ، كوارتز(Al_2SiO_5) كيانيت دورينان الأصل هو الفلسبار وعينات مركب المهيمنة . ($CoH0.201\ Na0.278O_1.24$) يتم اعتماد نتائج . (SiO_2) ، وأكسيد السيليكون($O_2Zr0.946$) ، أكسيد الزركونيوم ($NaAlSi_3O_8$) حيث العنصر المهيمن من العينة الثانية هي القاعدة وسي. وأظهر تحليل كراتيريساسي من EDX أيضا XRD دورينان شكل صغيرة مع مساحة سطح أكبر مع التبلور عالية نسبيا بينما لعينة أصل واتو ليما أصل عينة SEM سائل مع مساحة سطح أكبر مع التبلور على شكل سائل يميل غير متبلور. تظهر نتائج الاختبار توصيف عينات أتيربيرج الأصل يكون الحد السائل ٥٧.٥٥٪ ٣٣.٤٣٪ الحد من البلاستيك ومؤشر اللدونة واتو ليما من طريقة دورينان يكون الحد السائل ٥٠.٢٨٪ ٣٠.٠٠٠٪ والحد من البلاستيك من ٢٤.١٢٪ في حين أن عينة الأصل ٢٠،٢٨٪. فلاتيسيتاس مؤشر

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dalam kitab Al-Quran Allah SWT telah menjelaskan berbagai macam arti kehidupan bahkan asal muasal kehidupan di alam semesta ini. Lempung merupakan salah satu unsur yang terkandung di dalam tanah. Allah SWT menerangkan di dalam ayat Al-Quran bahwasanya manusia pertama nabi Adam As diciptakan dari bahan dasar tanah. Hal ini tertera dalam surat al Hijr ayat 26 :

وَلَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَـٰنَ مِن صَلْصَـٰلٍ مِّنْ حَمَإٍ مَّسْنُونٍ ﴿٢٦﴾

"Dan Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia (Adam) dari tanah liat kering (yang berasal) dari lumpur hitam yang diberi bentuk". (Q.S.al Hijir.:26)

Pada ayat tersebut diterangkan lempung berkaitan erat dengan tanah yang pada tahap selanjutnya merupakan bahan penciptaan manusia. Sebagaimana kita ketahui dalam kehidupan ini lempung cukup mempunyai peranan tersendiri untuk kemajuan kehidupan masyarakat.

Indonesia merupakan negara yang cukup luas dan memiliki sumber daya alam yang berlimpah, wilayah darat di negeri kepulauan ini begitu banyak potensi sumberdaya alam mulai dari mineral tambang hingga mineral yang ada di permukaan tanah, seperti halnya lempung. Kandungan lempung di negeri Indonesia ini terbilang cukup berlimpahruah. Salah satu daerah dengan kandungan lempung yang melimpah yaitu Kabupaten Trenggalek. Sebagian masyarakat daerah Trenggalek memanfaatkan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

mineral lempung sebagai bahan dasar industri rumahan pembuatan batu bata dan genting.

Berbagai penelitian menyebutkan bahwa lempung yang tersebar di beberapa wilayah indonesia memiliki banyak kandungan mineral dengan potensi kembang (*welling potential*) tinggi. Lempung dengan kondisi seperti ini sering disebut sebagai lempung ekspansif (Hardiyatmo, 2006). Lempung ekspansif memiliki potensi kembang-susut yang tinggi apabila terjadi perubahan kadar air. Fenomena kembang-susut yang tinggi tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan (Gourley, dkk., 1993). Untuk memprediksi sifat kembang-susut lempung ekspansif dapat dilakukan uji kembang-susut di laboratorium, yaitu dengan mengetahui sifat fisika kimia lempung.

Sifat fisika kimianya meliputi batas cair, batas plastis, batas susut, komposisi unsur dan senyawa serta morfologi permukaannya. Batas cair merupakan campuran lempung air yang tidak dapat mempertahankan plastisitasnya atau mulai mengalir akibat gaya berat, dengan kata lain posisi kadar air berada pada batas antara cair dan plastis. Lempung dengan batas cair kurang dari 50 % plastisitasnya rendah, sedangkan lempung yang batas cairnya diatas 50 % memiliki plastisitas yang tinggi. Batas plastis adalah besar kadar air dimana lempung apabila digulung sampai diameter 3,2 mm tanah akan retak. Plastisitas menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang tetap tanpa mengalami retakan. Lempung dibagi menjadi tiga kelompok yaitu Plastisitas rendah <35 %,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

sedang 35 – 50 % dan tinggi >50 %. Batas susut merupakan jumlah kadar air tanah dimana tanah tersebut memiliki volume terkecil saat airnya mengering. Lempung dengan batas susut yang semakin kecil menunjukkan bahwa lempung tersebut memiliki kembang susut yang semakin besar. Lempung yang kurang baik yaitu yang mempunyai kemudahan untuk mengalami kembang susut yang besar dan kandungan air yang tinggi. (Santoso, dkk., 1998).

Sifat kembang susut berhubungan langsung dengan kadar mineral lempung khususnya mineral *montmorillonite* dan *illite*. Tanah dengan kandungan *montmorillonite* mempunyai luas permukaan lebih besar dan mudah menyerap air dalam jumlah banyak jika dibandingkan dengan mineral lain. Tanah yang mempunyai kecepatan terhadap pengaruh air sangat mudah mengembang dan akan cepat merusak struktur yang ada di atasnya (Chen, 1975). Apabila kadar mineral lempung naik, maka jumlah mineral silikat primer akan bertambah sehingga luas permukaannya naik, dan batas cair serta indeks plastisitas akan naik, sehingga potensi kembang susut akan naik (Muhunthan, 1991).

Proses kembang susut lempung dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor perbedaan iklim, curah hujan, sistem drainasi dan fluktuasi muka air tanah. Myers (2005) menyebutkan bahwa perubahan kadar air pada lempung, akan menyebabkan perubahan volume dimana pengurangan kadar air menyebabkan lempung menyusut dan sebaliknya bila kadar air bertambah lempung mengembang.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kecamatan Watu Limo dan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek dikenal sebagai daerah pengrajin batu bata dan genting yang menggunakan bahan dasar lempung. Maka dari itu untuk mengetahui sifat kembang susut lempung di daerah tersebut dilakukan uji di laboratorium diantaranya; penentuan batas cair, indeks plastis, batas susut dan identifikasi mineralogi menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD), komposisi unsur dan senyawa serta morfologi permukaannya menggunakan SEM-EDX. Informasi dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan dasar guna mengetahui kualitas lempung pada kecamatan Watu Limo dan Durenan Kabupaten Trenggalek yang akan diproses menjadi batu bata atau genting di kedua kecamatan tersebut serta menjadi referensi penelitian selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

a. Bagaimana morfologi permukaan dan kandungan senyawa penyusun lempung dari Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek?

b. Bagaimana batas cair, batas plastis dan Indeks Plastisitas lempung di Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek?

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.3 Tujuan Penelitian

a. Mengetahui morfologi permukaan dan kandungan senyawa penyusun lempung dari daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek

b. Mengetahui batas cair, batas plastis dan Indeks Plastisitas lempung di Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek

1.4 Batasan Masalah

a. Jenis lempung yang digunakan dalam penelitian ini bersal dari Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek.

b. Karakterisasi batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas dilakukan dengan menggunakan metode Atterberg

c. Analisis senyawa menggunakan XRD.

d. Karakterisasi komposisi unsur dan morfologi permukaan dengan menggunakan SEM-EDX

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang keadaan lempung mengenai batas cair, batas plastis, indeks plastisitas, senyawa penyusun, morfologi permukaan dan jenis lempung yang ada di daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Kabupaten Trenggalek dan bisa digunakan untuk memperbaiki kualitas batu bata dan genting yang selama ini sudah diproduksi.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Lempung

Lempung adalah agregat mineral kristalin berbentuk serpih berukuran mikroskopis dan semi mikroskopis. Tanah lempung termasuk dalam klasifikasi tanah berbutir halus dengan ukuran butiran lebih kecil dari 0,002 mm (Wesley, 1977). Lempung mempunyai ciri khas dan sifat-sifat koloid seperti plastisitas, kohesi dan kemampuan mengabsorsi pada kisaran air yang besar. Kohesi adalah sifat bahan yang bagian-bagiannya melekat satu sama lain, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu berubah-ubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retak-retak atau pecah (Wesley, 1977; Sjarif, 1991).

Lempung atau tanah liat adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer (Damawijaya, 1990). Lempung mengandung leburan silika dan/atau aluminium yang halus. Unsur-unsur ini, silikon, oksigen dan aluminum adalah unsur yang paling banyak menyusun kerak bumi. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi. Lempung membentuk gumpalan keras saat kering dan lengket apabila basah terkena air. Sifat ini ditentukan oleh jenis mineral lempung yang mendominasinya. Mineral lempung digolongkan berdasarkan susunan lapisan oksida silikon dan oksida aluminium yang membentuk kristalnya. Golongan 1:1 memiliki lapisan satu oksida silikon

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dan satu oksida aluminium, sementara golongan 2:1 memiliki dua lapis golongan oksida silikon yang mengapit satu lapis oksida aluminium. Mineral lempung golongan 2:1 memiliki sifat elastis yang kuat, menyusut saat kering dan memuai saat basah. Karena perilaku inilah beberapa jenis tanah dapat membentuk kerutan-kerutan atau "pecah-pecah" bila kering. (Darmawijaya, 1990; Sjarif, 1991; Sastiono,1997).

Pemanfaatan lempung untuk pembuatan batu bata harus diperhatikan beberapa hal berikut ini (Hartono, 1990):

a) Lempung yang digunakan harus memenuhi sifat plastis dan kohesif sehingga dapat mudah dibentuk. Lempung yang memiliki nilai plastis yang tinggi dapat menyebabkan batu bata yang dibentuk akan meledak, retak atau pecah saat dibakar.
b) Lempung harus mempunyai kekuatan kering tinggi dan susut kering rendah (maksimum 10%).
c) Tidak boleh mengandung butiran kapur dan kerikil lebih besar dari 5 mm.
d) Lempung berpasir akan menghasilkan produk batu bata yang lebih baik jika dibandingkan dengan penggunaan lempung murni.

2.2 Jenis-Jenis Lempung

Menurut Chen (1975) mineral lempung terdiri dari 3 komponen utama yaitu *montmorillonite, illite,* dan *kaolinite*. *Montmorillonite* adalah suatu unit dasar tiga lapis (kira-kira setebal 9,5 Å) terbentuk dengan menempatkan sebuah lempeng silika diatas dan sebuah lagi di bawah lempeng gibsit. Ikatan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

montmorillonite sangat lemah dan air dapat masuk diantara unit-unit, menyebabkan mineral ini mengembang hingga lempung *montmorillonite* bersifat sangat ekspansif. Diantara ketiga mineral ini, *montmorillonite* adalah mineral paling halus sehingga mempunyai permukaan paling besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah banyak, sehingga sangat mudah mengembang dan menimbulkan permasalahan.

Jenis mineral lempung dapat dibagi menjadi :

a.	Kaolinit	1:1	$Al_2 (Si_2O_5 (H_2O))$
b.	Illit	2:1	$KAl_2 (AlSi_3O_{10} (OH)_2)$
c.	Smektit	2:2	$(AlMg)_4 Si_8 O_{20} (OH)_{10})$
d.	Klorit	2:1:1	$(MgFe)_{6-x} (AlFe)_x Si_{4-x} Al_x (OH)_{10}$

Berdasarkan struktur kristal dan variasi komposisinya dapat dibedakan menjadi belasan jenis mineral lempung dan diantaranya; Kaolit, *Halloysit*, *Omtmorillonit (bentonite), Illit, Smectit, Vermiculit, Chlorit, Attapulgit, Allophon.* Dalam dunia perdangan kita mengenal beberapa tipe mineral lempung, diantaranya adalah *Ball clay, Bentonite, Common clay, Fire clay, Fuller's earth, Kaolin*

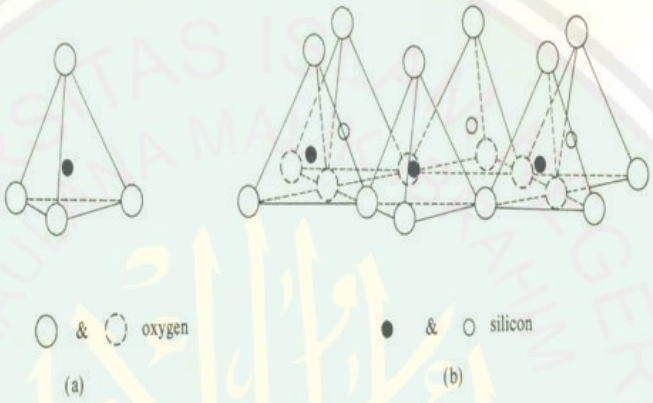
2.3. Struktur Lempung

Mineral lempung terdiri dari silikon, aluminium atau magnesium, oksigen dan hidrogen. Beberapa tanah lempung juga memiliki sodium potasium atau kalsium. Komposisi kimia tersebut sangat rumit, tetapi semua itu dapat dirangkum ke dalam *hydrous aluminosilicates* (Sudjianto, 2012).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

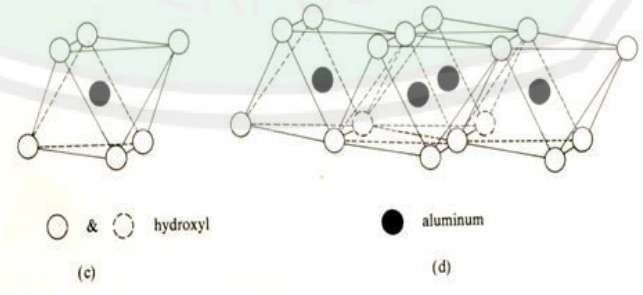
Struktur atom mineral lempung terdiri dari dua unit struktural, yaitu (Das, 1998):

a) Silika tetrahedral, yang terdiri dari empat atom oksigen mengelilingi satu atom silikon. Kombinasi ini membentuk lempeng Silika (*silica sheet*).



Gambar 2.1 : a.Tetahedron b. *Silica sheet* (Setyobudi, 2010)

b) Aluminium oktahedral, yang terdiri dari enam gugus hidroksil yang mengelilingi sebuah atom aluminium. Kombinasi ini membentuk lempeng gibbsite (*gibbsite sheet*) atau dapat juga disebut lempeng brucite (*brucite sheet*) bila atom Al digantikan oleh Mg.



Gambar 2.2. : a.Oktahedron b .*Alumina sheet* (Setyobudi, 2010)

Lembaran oktahedral dan tetrahedral bersama sama membentuk lapisan, Masing-masing lapisan terbentuk melalui gaya Van der walls, gaya elektrostatis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

serta ikatan hidrogen, antara lapisan satu dengan lapisan lainnya memiliki ruang yang dapat dihuni oleh sejumlah kation, molekul air maupun molekul lainnya (anonymous, 2010).

2.4 Plastisitas Lempung

Menurut (Montohar 2007) plastisitas adalah kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk atau volume tanpa terjadinya retak-retak yang disebabkan oleh penyerapan air disekeliling permukaan partikel lempung. Pada kadar air yang sangat rendah, tanah menjadi padat, sedangkan pada kadar air yang sangat tinggi, tanah dan air mengalir seperti cairan (Muntohar, 2007).

Tanah lempung terdiri dari butir-butir yang sangat kecil (< 0.002 mm) dan menunjukkan sifat-sifat plastisitas dan kohesi. Kohesi menunjukkan kenyataan bahwa bagian-bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dapat diubah-ubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terpecah-pecah (Wesley, 1977).

Plastisitas terutama disebabkan adanya lapisan air yang mengelilingi butiran silika (Muntohar, 2007). Tanah yang mempunyai kecepatan terhadap pengaruh air sangat mudah mengembang dan akan cepat merusak struktur yang ada di atasnya. Potensi pengembangan (*swelling* potensial) tanah lempung sangat erat kaitannya dengan indeks plastisitas, sehingga tanah khususnya tanah lempung dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang mempunyai potensi

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

mengembang tertentu yang didasarkan oleh indeks plastisitasnya (Chen, 1975). Klasifikasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1. Hubungan Potensi Pengembangan dengan Indeks Plastisitas

Potensi Pengembangan	Indeks Plastisitas
Rendah	0-15%
Sedang	10-25%
Tinggi	25-55%
Sangat tinggi	>55%

Sumber : Chen, 1975

2.4.1 Teori Plastisitas

Beberapa teori yang membahas plastisitas lempung adalah teori air Kristal, teori kehalusan butir, teori lempengan, teori kunci mengunci, teori koloid (Prasetyo, 2004).

a. Teori air Kristal

Pada lempung aluminosilikat jika ditambahkan air dalam jumlah sedang akan dihasilkan pasta kental yang mudah dicetak menjadi berbagai bentuk. Lempung mengembang jika air memasuki di antara lembaran-lembaran aluminosilikat yang bersebelahan dengan mineral tersebut, tetapi material ini melepas sebagian air tersebut ke atmosfir yang kering dan menjadi mengerut. Sebagian kecil air atau ion hodroksida tetap terikat agak kuat oleh adanya gaya ion-dipol ke kation-kation diantara lembaran-lembaran aluminosilikat dan akan lepas jika lempung dipanaskan pada suhu yang tinggi

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

b.Teori Kehalusan Butir

Keplastisan suatu lempung di tentukan oleh derajat kehalusan butir.Teori ini didasarkan atas kenyataan bahwa bahan-bahan non plastis seperti kuarsa atau feldspar dapat memperlihatkan daya keplastisan (sekalipun kecil), jika bahan tersebut sebelumnya telah digiling halus.

c. Teori Lempengan atau Lapis Tipis.

Pada pengujian suatu lempung dibawah mikroskop, mineral lempung terdiri dari sejumlah lempengan - lempengan kecil. Lempengan - lempengan ini dimisalkan sebagai dua lempengan kaca. Dalam keadaan basah menyebabkan lempengan satu mudah meluncur atau bergeser dai lempengan yng lainya dan hamper tidak mungkin lempengan- lempengan tersebut dapat dipisahkan satu sama lain, keadaan inilah yang mendorong keplastisan.

d. Teori Kunci Mengunci Teori Koloid

Keplastisan suatu lempung disebabkan oleh susunan butir-butir yang tidak teratur sehingga dapat saling mengunci atau pegang memegang satu sama lain. Butir- butir yang saling mengunci tersebut dapat memberikan sifat kohesif terhadap lempung selanjutnya menyebabkan keplastisan.

2.4.2 Metode Penentuan Plastisitas.

2.4.2.1 Metode Cincin Plastis.

Metode ini dilakukan dengan menambahkan sejumlah air kedalam lempung, kemudian membuat silinder atau cincin berdiameter kurang lebih 15

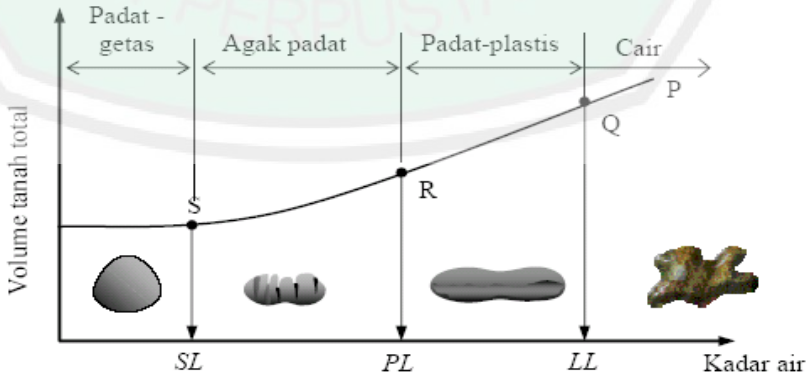
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

mm. Jika tidak terjadi retak-retak maka lempung tersebut non plastis (Prasetyo, 2004). Dan prinsipnya hanya menentukan limit plastisitas dari suatu lempung.

2.4.2.2 Metode Atterberg

Batas Atterberg diperkenalkan oleh Albert Atterberg pada tahun 1911 dengan tujuan untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus dan menentukan sifat indeks properti tanah. Batas Atterberg meliputi batas cair, batas plastis, dan batas susut (Muhtadi, 2012)

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas tanpaa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang terserap di sekeliling permukaan danpartikel lempung Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat Konsistensi Tanah berbutir halus pada kadar air yangbervariasi. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan, Oleh karena itu, tanah dapat dibagi dalam empat keadaan yaitu padat, agak padat, plastis, dan cair seperti diilustrasikan pada Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3 Variasi Volume dan Kadar Air pada Kedudukan Batas Cair, Batas Plastis dan Batas Susut (Muntohar, 2007)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Bila pada tanah yang berada pada kondisi cair (titik P) kemudian kadar airnya berkurang hingga titik Q, maka tanah menjadi lebih kaku dan tidak lagi mengalir seperti cairan. Kadar air pada titik Q ini disebut dengan batas cair (*liquid limit*) yang disimbolkan dengan LL.Bila tanah terus menjadi kering hingga titik R, tanah yang dibentuk mulai mengalami retak-retak yang mana kadar air pada batas ini disebut dengan batas plastis (*plastic limit*), PL. Rentang kadar air dimana tanah berada dalam kondisi plastis, antara titik Q dan R, disebut dengan indek plastisitas *(plasticity index)*, PI, yang dirumuskan :

P L= LL – PL……..……..2.1

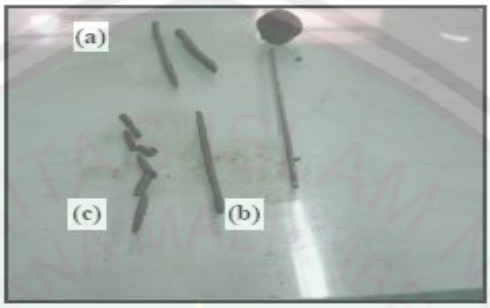
Jika kadar air tanah terus berkurang hingga ke titik S, tanah menjadi kering dan berada dalam kondisi padat. Dalam kondisi ini, berkurangnya kadar air tidak menyebabkan terjadinya perubahan volume. Kadar air yang mana tanah berubah dari kondisi agak padat menjadi padat dinamakan dengan batas susut (*shrinkage limit*), SL.Batas cair ini merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan kembang-susut tanah.

a.Batas Plastis/ *Plastic Limit (PL)*

Batas plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu % kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak2 ketika digulung. Batas plastis merupakan batas terendah dari kondisi plastis tanah. Batas plastis dapat ditentukan dengan pengujian yang sederhana dengan cara menggulung sejumlah tanah dengan menggunakan tanah secara berulang menjadi bentuk ellipsoidal.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

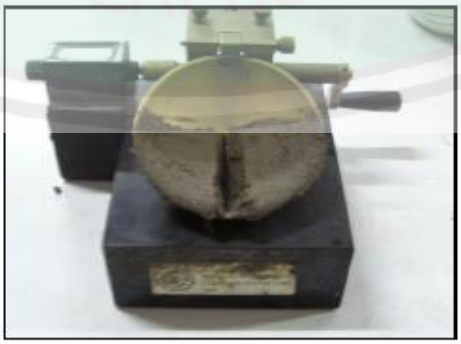
Cara pengujian batas plastis sangat sederhana, yaitu dengan menggulung contoh tanah basah diatas kaca, hingga tepat 3,2 mm tanah menjadi retak retak seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pengujian batas plastis : (a) tahap awal pengujian, (b) hasil setelah digulung dengan diameter ±3 mm (c) tanah retak-retak (Muhtadi, 2012)

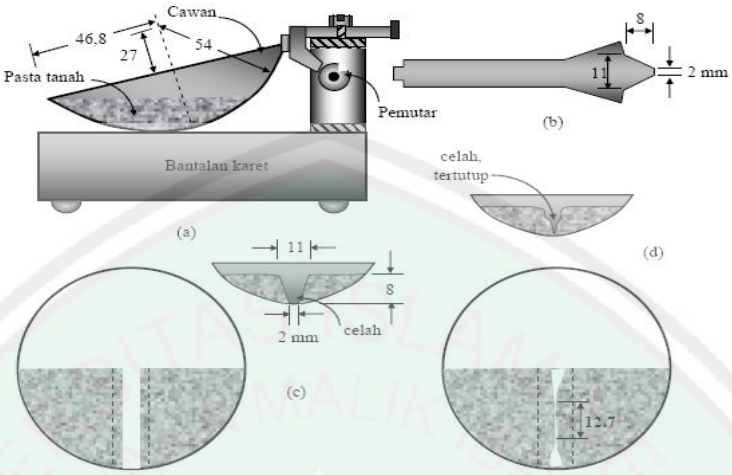
b. Batas Cair / *Liquid Limit (LL)*

Kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis Batas cair tanah berbutir halus dapat ditentukan dengan pengujian Casagrande dan kerucut penetrasi (*cone penetration*) (Muhtadi, 2012). Alat dan skema uji Casagrande seperti pada Gambar 2.5 dan 2.6



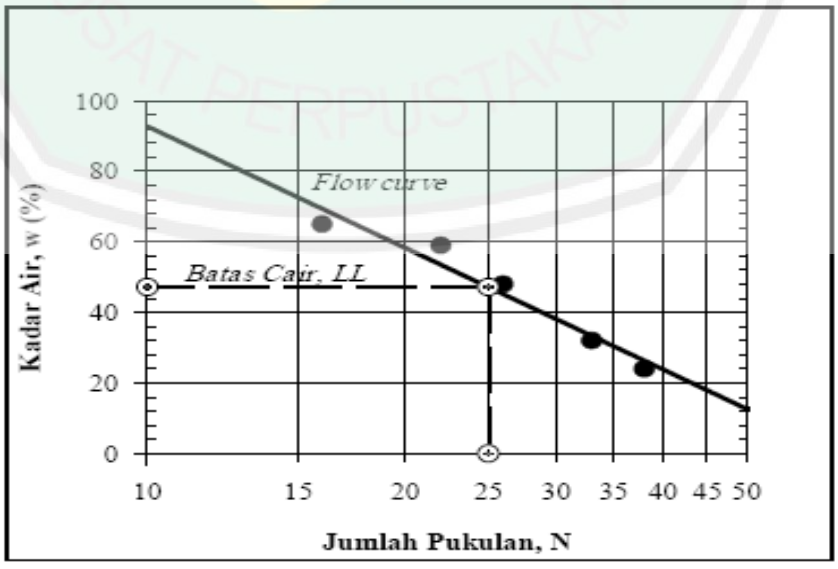
Gambar 2.5. Alat uji Cassagrande (Muhtadhi, 2012)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2.6. Skema uji batas cair metode Casagrande: (a) susunan alat uji batas cair, (b) *grooving tool*, (c) pasta tanah sebelum pengujan, (d) pasta tanah sesudah pengujian (Muhtadi, 2012)

Hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan ini selanjutnya digambarkan dalam grafik semi-logaritma, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.7 (Muhtadi, 2012).



Gambar 2.7. grafik semi-logaritma

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dari pasangan data tersebut ditarik suatu hubungan linear yang terbaik (*best-fit straight line*) yang disebut dengan *flow curve*. Kadar air pada jumlah pukulan 25 yang dihasilkan dari *flow curve* ini selanjutnya ditetapkan sebagai batas cair tanah. Kemiringan garis lurus dalam *flow curve*, selanjutnya didefinisikan sebagai *flow index* (FI) yang ditulis sebagai :

$$\mathrm{F1} = \frac{w1 - w2}{\log \left(\frac{N1}{N2}\right)}$$

Dimana, w1 dan w2 masing-masing adalah kadar air (%) pada jumlah pukulan N1 dan N2.

c. Batas Susut (*Shrinkage Limit* (SL))

kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat; % kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan voumel tanah. Tanah basah dimasukkan dalam mangkuk porselin sampai penuh kemudian diratakan, sebelumnya mangkok diberi vaselin (petrolium jelly). Berat tanah basah dalam mangkok ditentukan misal m1, kemudian dioven pada T 105^{o}C selama 24 jam, berat tanah kering setelah di oven ditentukan misal m2. volume porselin sebagai volume tanah basah yaitu Vi, dan volume tanah kering yaitu Vf, juga ditentukan, cara menentukan volume tanah kering dengan air raksa.

SL = wi(%)- w(%)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.5 *X-Ray Diffraction* (XRD)

Difraksi sinar-X adalah metode analisa yang menarik untuk diterapkan pada studi terhadap material kristal yang menghasilkan difraksi (Ewing, 1985). Difraksi sinar-X merupakan bentuk metode yang menggunakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang pendek yang sesuai dengan jarak antar atom atau bidang kristal.

Prinsip kerja dari XRD adalah Sinar-X dihasilkan dari tabung sinar-X yang terjadi akibat adanya tumbukan elektron-elektron yang bergerak sangat cepat dan mengenai logam sasaran electron ini membawa energi foton yang cukup untuk mengionisasikan sebagian electron di kulit K (1s), sehingga electron yang berada pada orbital kulit luar akan berpindah dan mengisi orbital 1s dengan memencarkan sejumlah energi berupa sinar-X. radiasi yang dihasilkan orbital K ke orbital yang lain disebut sinar-X deret K, dimana K_1 adalah eksitasi electron ke kulit L. K_2 adalah eksitasi electron ke kulit M. Demikian juga untuk K_3 dan seterusnya.

Sinar-X yang dipakai dalam analisa suatu kristal biasanya memancarkan pita-pita radiasi K_1 dan K_2. sebagai contoh adalah penggunaan logam Cu sebagai sasaran dan logam Ni sebagai filter, dimana K_2 akan diserap oleh Ni dan Cu K_1 dengan panjang gelombang 1,54 °A akan lolos dan digunakan untuk suatu analisa. Berkas sinar radiasi Cu K_1 ini jika mengenai bidang kristal dari suatu mineral, maka akan dipancarkan oleh atom-atom dalam kristal (Ewing, 1985).

Hukum Bragg menyatakan bahwa jika berkas sinar-X ditembakkan pada permukaan kristal pada sudut θ, sebagian dihamburkan oleh lapisan atom-atom

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dipermukaan. Bagian yang tidak dihamburkan akan menembus menuju lapisan kedua atom-atom dan dihamburkan sebagian sehingga yang tidak terhambur selanjutnya akan lewat menuju lapisan ketiga dan seterusnya. Efek kumulatif dari hamburan yang berasal dari pusat kristal-pusat kristal yang berjarak teratur adalah terjadinya difraksi sinar. Syarat terjadinya difraksi yaitu:

1. Jarak antar lapisan dari atom-atom secara kasar harus sama dengan panjang gelombang radiasi
2. Pusat hamburan harus terdistribusi teratur dalam ruang

Bragg menggambarkan difraksi sinar-X oleh kristal ditunjukkan seperti gambar 2.11. Berkas cahaya sempit ditembakkan pada permukaan kristal pada sudut θ, hamburan terjadi sebagai konsekuensi dari interaksi radiasi dengan atom-atom pada lokasi O dan P. Jika (Niemantsverdiet 2003):

$$AP + PC = n\lambda$$

Dimana n adalah suatu bilangan interger, radiasi yang terhambur dan kristal akan nampak memantulkan radiasi sinar-X.

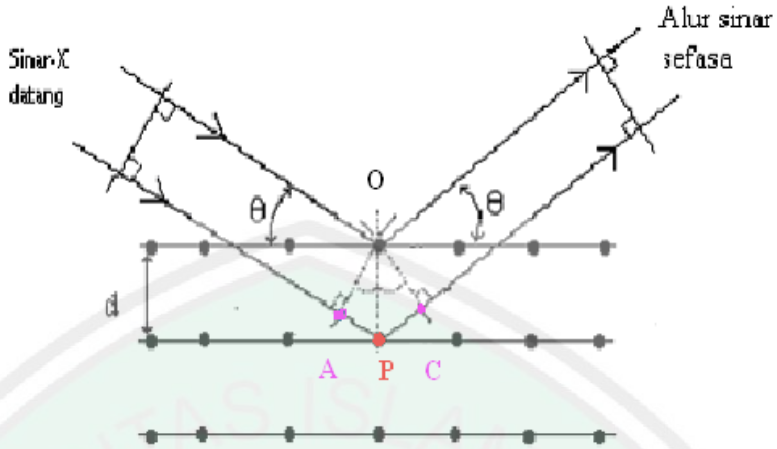
Dapat dilihat :

$$AP = PC = d \sin \theta$$

Dimana d adalah jarak antar bidang kristal. Maka kondisi untuk interferensi konstruktif disinari pada sudut θ adalah:

$$n\lambda = 2\, d \sin \theta$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2.8 Difraksi Sinar-X (Niemantsverdiet 2003)

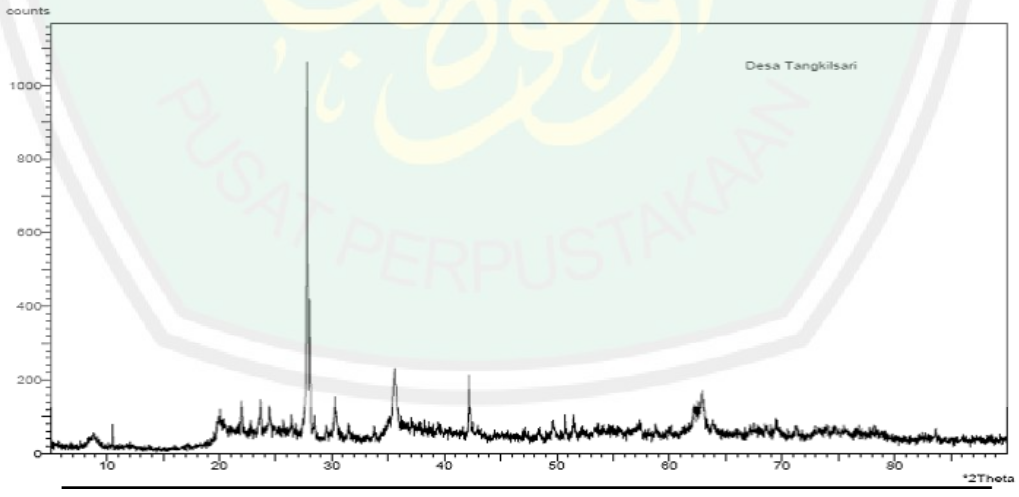
Persamaan diatas disebut persamaan Bragg. Sinar-X nampak dipantulkan dari kristal hanya pada saat sudutnya memenuhi persamaan Bragg, selain dari sudut tersebut maka terjadi interferensi destruktif.

Identifikasi spesies dari pola difraksi didasarkan pada posisi garis (dalam θ dan 2θ) dan intensitas relatifnya. Harga 2θ ditentukan oleh harga d. Dengan bantuan persamaan Bragg, maka harga d dapat dihitung dari panjang gelombang yang diketahui dan sudut terukur. Intesitas garis tergantung pada jumlah dan jenis pusat atom pemantul yang ada pada setiap lapisan. Identifikasi kristal dilakukan secara empiris dimana diperlukan data standar mengenai harga d dan garis intensitas dari senyawa murni. Standar diatur dengan urutan mulai dari harga d dengan garis intensitas paling besar. Eliminasi dari senyawa-senyawa yang mungkin dapat dilakukan dengan mempertimbangkan harga d dengan garis intensitas tertinggi kedua, ketiga dan seterusnya. Biasanya tiga atau empat harga d cukup untuk mengidentifikasi senyawa dengan tepat. Dengan mengukur intensitas dari garis difraksi dan membandingkannya dengan standar maka analisis kuntitatif dari campuran kristal dapat dilakukan (Skoog dan West, 1980).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

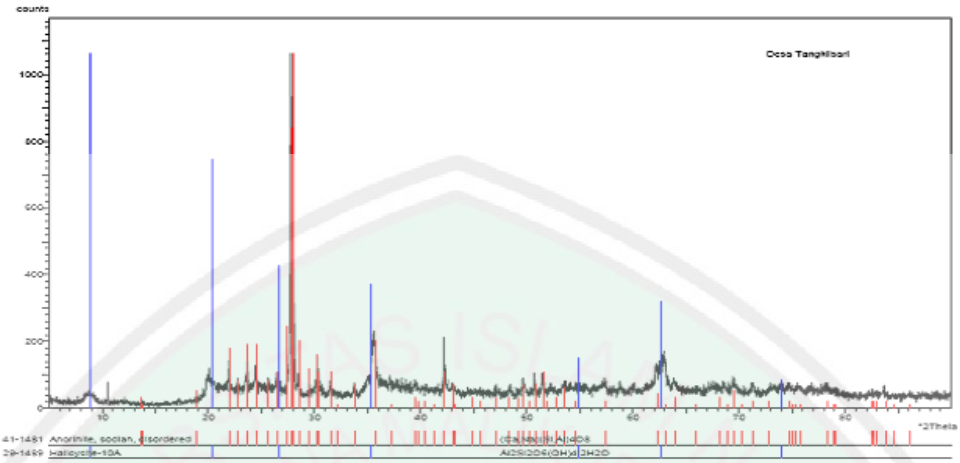
Difraksi sinar-X digunakan unuk memperoleh informasi tentang struktur, komposisi, dan tingkat kristalinitas material. Beberapa aplikasi adalah mengidentifikasi sampel yang didasarkan pada puncak kristalinitas, variabel temperatur, pengukuran kisi kristal. Sampel dapat berupa bubuk, padatan, dan film. Jumlah minimum dari material yanng dibutuhkan adalah beberapa miligram, tetapi akurasi lebih besar jika sampel dalam jumlah gram. Pola-pola difraktogram yang tidak sama untuk suatu zeolit tertentu, menandakan bahwa terdapat fasa baru, teapi biasanya disebabkan oleh kristalinitas yang berbeda dan adanya senyawa lain (Szostak, 1989).

Berikut gambar Difraktogram sampel lempung dengan uji XRD dan Difragtogram hasil analisis kualitatif (Helmi, 2011):



Gambar : 2.9 Difragtogram sampel lempung hasil uji degan XRD

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



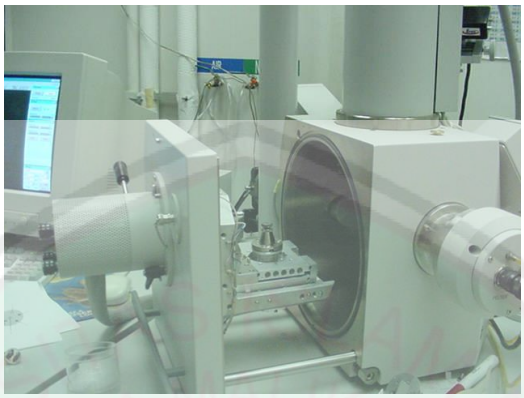
Gambar : 2.10 Difragtogram sampel lempung hasil uji degan kualitatif

Hasil analisis kualitatif dengan XRD diperoleh data diatas komposisi kimia lempung tersebut ialah anorthite, sodian, disordered ($(Ca,Na)(Si,Al)_4\ O_8$) dan halloysite-10A ($Al_2\ Si_2O_5\ (OH)_4\ 2H_2O$) (Helmi,2011).

2.6. *Scanning Electron Microscope* (SEM)

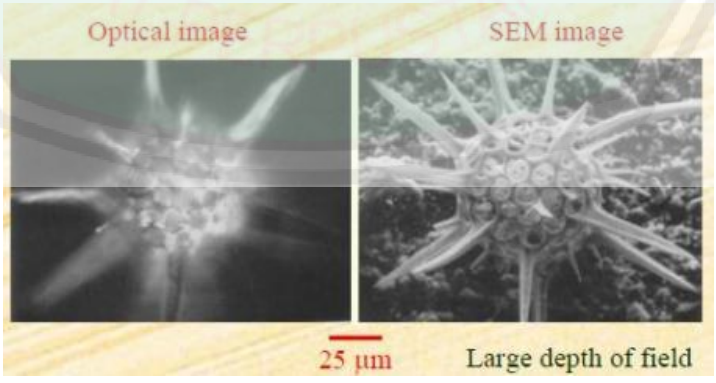
Mikroskop elektron adalah sebuah mikroskop yang dapat melakukan pembesaran objek sampai 2 juta kali. Mikroskop ini menggunakan elektrostatik dan elektromagnetik untuk mengontrol pencahayaan dan tampilan gambar serta memiliki kemampuan pembesaran objek serta resolusi yang jauh lebih bagus daripada mikroskop cahaya. Mikroskop elektron menggunakan jauh lebih banyak energi dan radiasi elektromagnetik yang lebih pendek dibandingkan mikroskop cahaya (Anonymous, 2012). Alat SEM seperti pada gambar 2.11.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2.11 Instrumen SEM-EDX (Martinez, 2010)

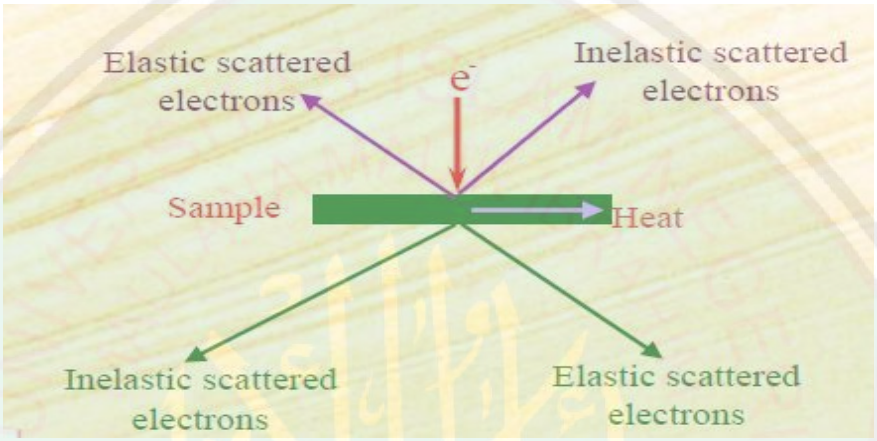
Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200 nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm. Dibawah ini diberikan perbandingan hasil gamba rmikroskop cahaya dengan elektron seperti pada Gambar 2.12. (Anonymous, 2012)



Gambar 2.12 Mikroskop Cahaya Dengan Elektron (Martinez, 2010)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Disamping itu dengan menggunakan elektron kita juga bisa mendapatkan beberapa jenis pantulan yang berguna untuk keperluan karakterisasi. Jika elektron mengenai suatu benda maka akan timbul dua jenis pantulan yaitu pantulan elastis dan pantulan non elastis seperti pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Pantulan Elastis Dan Pantulan Non Elastis (Martinez, 2010)

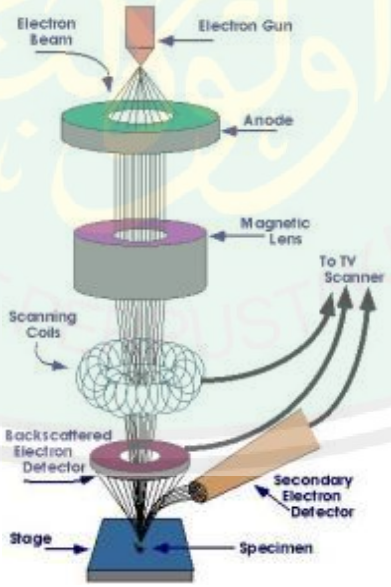
Pada sebuah mikroskop elektron (SEM) terdapat beberapa peralatan utama antara lain:

a. Pistol elektron, biasanya berupa filamen yang terbuat dari unsur yang mudah melepas elektron misal tungsten.
b. Lensa untuk elektron, berupa lensa magnetis karena elektron yang bermuatan negatif dapat dibelokkan oleh medan magnet.
c. Sistem vakum, karena elektron sangat kecil dan ringan maka jika ada molekul udara yang lain elektron yang berjalan menuju sasaran akan terpencar oleh tumbukan sebelum mengenai sasaran sehingga menghilangkan molekul udara menjadi sangat penting.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Prinsip kerja dari SEM adalah sebagai berikut:

a. Sebuah pistol elektron memproduksi sinar elektron dan dipercepat dengan anoda.
b. Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel.
c. Sinar elektron yang terfokus memindai (scan) keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
d. Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (CRT). Secara lengkap skema SEM dijelaskan oleh gambar dibawah ini: (Prasetyo, 2004)



Gambar 2.14 Mekanisme Kerja SEM (Prasetyo, 2004)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.7. Energy Dispersive X-ray (EDX)

Energy Dispersive X-ray (EDX) analisis adalah alat yang berharga untuk analisis kuantitatif dan kualitatif elemen.Metode ini memungkinkan cepat dan analisis kimia non-destruktif dengan resolusi spasial dalam rezim mikrometer. Hal ini didasarkan pada analisis spektral radiasi sinar-X karakteristik yang dipancarkan dari atom sampel pada iradiasi dengan berkas elektron difokuskan dari SEM.Dalam sistem kami spektroskopi dari foton sinar-X dipancarkan dilakukan oleh detektor-Li Si dengan resolusi energi sekitar 150 eV pada 5 mm jarak kerja (Martinez, 2010).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III

METODOLOGI

3.1. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-Oktober di Laboratorium Kimia Fisika, kimia UIN Malang dan Uji Plastisitas di Laboratorium mekanika tanah POLTEK Malang, uji XRD dan SEM-EDX di UM Malang.

3.2. Alat Dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan meliputi XRD, SEM-EDX, neraca digital, gelas beaker, ayakan ukuran 40 dan 60 mesh, mortal, desikator, oven, cawan, spatula, seperangkat alat pembuat pellet, alat atterberg, plat kaca, batang pembanding (d=3 mm, p=10 cm).

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lempung dan akuades.

3.3. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini ada dua macam sampel yang digunakan sampel yang berasal dari Dusun Sumber Desa Prigi kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek yang kemudian akan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dilakukan benefisiasi, preparasi samplel, penentuan indeks plastisitas dengan metode atterberg yang meliputi ; penentuan batas cair, penentuan batas plastis, penentuan kadar air dan penentuan indeks plastisitas, kemudian dilanjutkan dengan karakterisasi dengan XRD dan karakterisasi dengan SEM-EDS. Diagram alir rancangan penelitian disajikan dalam Lampiran. 1.

3.4. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap yaitu :

a. Benefisiasi lempung untuk memperoleh fasa lempung dari tanah.

b. Preparasi sampel dengan membuat ukuran partikel lempung sebesar 40-60 mesh.

d. Karakterisasi komposisi kimia pada lempung dengan indeks plastisitas terbesar dengan XRD dan SEM-EDX

c. Penentuan index plastisitas dengan metode Atterberg.

3.4.1. Benefisiasi (Abdulloh, 2004)

Lempung alam terlebih dahulu dikeringkan pada suhu kamar, kemudian ditumbuk dan dilarutkan dengan akuades, campuran diaduk sampai semua lempung larut, selanjutnya dibiarkan beberapa hari sampai terjadi pemisahan. Bagian paling atas adalah senyawa organik dan garam-garam terlarut, sedangkan pada bagian paling bawah adalah kerikil dan pasir yang merupakan *tailing* lempung dipisahkan. Adapun lempung berada di antara keduanya. Lempung hasil benefisiasi kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari, dan ditentukan kadar

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

airnya dengan cara berat lempung sebelum dikeringkan dikurangi berat lempung setelah dikeringkan.

3.4.2. Preparasi Sampel

Fraksi lempung yang sudah dikeringkan ditumbuk sampai menjadi serbuk, kemudian diayak dengan ayakan 40 mesh. Lempung yang lolos diayak kembali dengan ayakan 60 mesh. Lempung yang tertahan diambil sebagai sampel.

3.4.3. Penentuan Indeks Plastisitas dengan Metode Atterberg

Plastisitas ditentukan berdasarkan indeks plastisitas (*plasticity index*) yang besarnya sama dengan selisih antara kadar air pada batas cair (*liquid limit*) dengan kadar air pada batas platis (*plastic limits*). Indeks plastisitas sama dengan nilai kadar air pada batas cair dikurangi kadar air pada batas plastis, Cara pengujian batas plastis dengan menggulung contoh tanah basah diatas kaca, hingga tepat 3,2 mm tanah menjadi retak retak. Indeks plastisitas berada diantara batas cair dan batas plastis sehingga persamaan yang diperoleh :

PI = LL – PL……..(3.1)

Dengan PI adalah (*plasticity index*), LL adalah (*liquid limit*) dan PL adalah (*plastic limits*)

3.4.3.1 Penentuan Batas Cair

Penentuan batas cair dilakukan dengan beberapa langkah yaitu :

a. Sebagai blangko, lempung kering ukuran 40-60 mesh sebanyak 40g ditambahkan aquades hingga membentuk pasta.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

b. Lempung diaduk hingga homogen

c. Pasta lempung diambil sebagian dan dimasukkan kedalam mangkok (± 8 mm tegak lurus dari dasar mankuk) pada alat atterberg hingga merata.

d. Pasta lempung pada mangkok dibelah menjadi dua bagian dengan alat pengalur (*grooving tool*).

e. Engkol diputar (dengan Kecepatan 1 pukulan/ menit) sampai kedua bagian lempung menyatu (± sebanyak 12,7 mm) jumlah pukulan dicatat.

f. Diambil contoh tersebut sebagian untuk ditentukan kadar airnya, dengan langkah seperti sub- bab 3.4.3.3.

g. Batas cair terjadi pada pasta lempung yang memiliki kadar air dengan jumlah pukulan sama dengan 25, namun karena hal ini sulit dilakukan maka ditentukan melalui hubungan linear antara jumlah pukulan terhadap kadar air pada kertas semi-logaritma. Untuk mendapatkan hasil akurat, percobaan dilakukan minimal 3 kali dengan kadar air pada pukulan 20-30.

h. Langkah a-g diterapkan lempung dari Dusun Sumber Desa Prigi kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek

i. Hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan ini selanjutnya digambarkan dengan grafik semi logaritma.

j. Dari pasangan data tersebut ditarik suatu hubungan linear yang terbaik (*best fit straight line)* yang disebut dengan *flow curve*. Kadar air pada jumlah pukulan25 yang dihasilkan dari *flow curve* ini selanjutnya diterapkan sebagai batas cair tanah.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.4.3.2 Penentuan Batas Plastisitas

Penentuan batas plastis dilakukan dengan beberapa langkah yaitu:

a. Pasta lempung diambil ± 8 gr dan digulung perlahan dengan telapak tangan di atas plat kaca membentuk silinder (d= 3 mm) hingga timbul retak. Proses ini dilakukan minimal 3 kali untuk mendapatkan rerata yang lebih akurat.

b. Jika belum mencapai diameter 3 mm sudah retak maka harus diulang dengan menambahkan air. Jika sudah mencapai diameter 3 mm belum retak maka diaduk aduk dengan cawan hingga airnya berkurang.

c. Ditentukan kadar airnya sesuai sub-bab 3.4.3.3 sebagai batas plastis.

d. Langkah a-c diterapkan untuk kedua jenis lempung dari Daerah Dusun Sumber Desa Prigi kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek

3.4.3.3 Penentuan Kadar Air

Penentuankadar air dilakukan dengan beberapa langkah antara lain :

a. Cawan yang telah dibersihkan dan dikeringkan lalu ditimbang, begitu pula tutupnya.

b. Cawan beserta isinya ditutup kemudian ditimbang.

c. Cawan beserta isinya tanpa tutup dikeringkan dalam oven pada suhu 100^{o} sampai berat konstan.

e. Cawan dan isinya ditutup lalu didinginkan dalam desikator hingga berat konstan.

f. Setelah dingin ditimbang dan beratnya dicatat

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

kadar air = $\frac{w1 - w2}{w3 - w4}$ x 100 % .....(3.2)

dengan w1 = berat cawan dan tutup + sampel basah (g).
w2 = berat cawan dan tutup + sampel kering (g).
w3 = Berat cawan kosong dan tutup (g)

3.4.3.4 Penentuan Indeks Plastisitas

Indeks plastisitas sama dengan nilai kadar air pada batas cair dikurangi kadar air pada batas plastis :

$$P\ I = LL - PL$$

Dengan PI adalah (*plasticity index*), LL adalah (*liquid limit*) dan PL adalah (*plastic limits*)

3.4.4. Karakterisasi dengan XRD

Karakterisasi XRD bertujuan untuk mengetahui komposisi senyawa yang terkandung pada sampel lempung. Karakterisasi dengan XRD ini dilakukan di laboratorium Universitas Negeri Malang. Pertama sampel dihaluskan hingga menjadi serbuk yang sangat halus, kemudian ditempatkan pada preparat dan dipress dengan alat pengepres. Selanjutnya ditempatkan pada sampel holder dan disinari dengan sinar-X.

3.4.5. Karakterisasi dengan SEM-EDX

SEM-EDX dilakukan untuk memproleh gambaran permukaan atau fitur material dengan resolusi yang sangat tinggi hingga memperoleh suatu tampilan dari permukaan sampel yang kemudian di komputasikan dengan **softwere** untuk

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

menganalitis komponen materialnya baik dari kuantitatif maupun dari kualitalitatifnya.

Pertama Sampel dilapisi dengan Pt dan ditempatkan pada instrumen SEM kemudian dilakukan pengamatan SEM pada rentang perbesaran 1000 sampai dengan 30.000 kali hingga terlihat ukuran dan bentuk partikel lempung dengan jelas dan dapat diketahui komposisi senyawa dari lempug tersebut.

SEM EDX kemudian dilakukan untuk mengetahui gambar yang lebih jelas dari hasil SEM di atas. Ini dimaksudkan karena SEM EDX bisa menghasilkan gambar yang lebih detail dan jelas dibanding dengan penelitian mengunakan SEM. Dengan EDX kita juga bisa membuat elemental mapping (pemetaan elemen) dengan memberikan warna berbeda - beda dari masing - masing elemen di permukaan bahan. EDX bisa digunakan untuk menganalisa secara kunatitatif dari persentase masing-masing elemen.

3.5. Analisis Data

Data yang diperoleh dengan XRD berupa difaktogram yang kemudian dibandingkan dengan data hasil uji Indeksplastisitas yang berupa tabel dan data dari hasil uji SEM-EDX yang berupa gambar dan difaktrogram dan tabel.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Sampel

4.1.1 Benefisiasi

Benefisiasi merupakan langkah awal dalam penelitian ini yaitu proses fisika yang bertujuan untuk memperoleh fase lempung dari tanah. Sampel tanah dari daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek belum termasuk lempung murni oleh karenanya dibutuhkan proses benefisiasi untuk memisahkan lempung yang masih tercampur dengan pasir dan krikil atau senyawa organik lainnya. Benesifisiasi dilakukan dengan menaruh masing-masing dari kedua sampel lempung campuran di bak sekitar 5 Kg, kemudian bak diisi aquades kurang lebih 10 liter setelah itu dilarutkan dengan aquades dan didiamkan selama 3 hari. Partikel-partikel akan mengalami pengendapan yang terdiri dari tiga lapisan. Lapisan paling bawah adalah krikil dan pasir sementara lempung berada dilapisan tengah dengan warna khas kecoklatan dan yang paling atas adalah partikel-partikel organik. Pada tahap ini diperoleh lempung kurang lebih 3 Kg.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.1.2 Preparasi Sampel

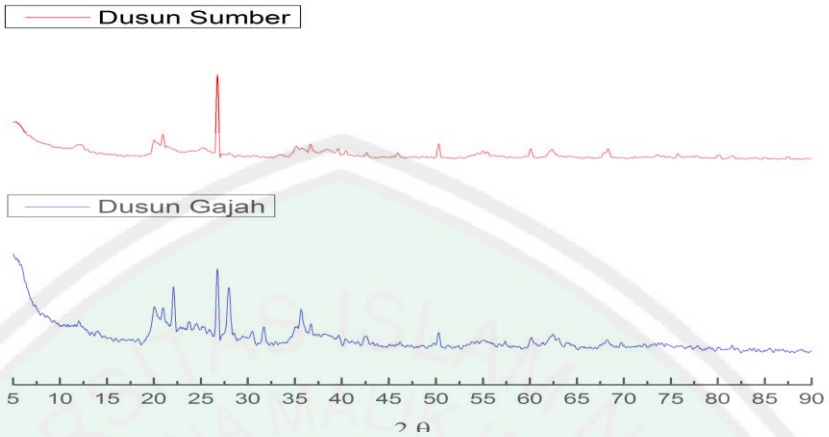
Lempung hasil benifisiasi dituangkankan pada cawan penguap untuk diukur kadar airnya dimana untuk Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo didapatkan 9,6% dari berat awal 64,36 g dan berat akhir 57,66 g dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan didapatkan 6,72% dari berat awal 64,81 g dan berat akhir 58,09 g hasil akhir kedua sampel tersebut diperoleh setalah sampel di panaskan pada suhu 100 °C selama 4 jam. Setelah melalui proses pemanasan kemudian masing-masing sampel ditumbuk dengan mortal agate untuk menperkecil ukuran kedua sampel lempung kemudian untuk memperluas permukaan lempung dengan ukuran yang lebih seragam diperoleh dengan diayak menggunakan 40-60 mesh selanjutnya diuji karakterisasi menggunakan XRD, SEM-EDX dan Indek Plastisitas.

4.2. Karakterisasi

4.2.1 Karakterisasi XRD

Untuk mengetahui kandungan senyawa dari lempung maka dalam penelitian kali ini menggunakan teknik difraksi sinar-X (XRD). Hasil uji XRD terhadap lempung dari daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan didapatkan hasil seperti dalam Gambar 4.1

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.1 Hasil Uji XRD Lempung Daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan

Dari hasil uji XRD (Gambar 4.1) didapatkan bahwa kedua sampel lempung tersebut mempunyai keteraturan kristal yang cukup tinggi. Akan tetapi, lempung dari daerah dusun gajah terlihat lebih amorf dari pada dusun sumber. Sampel lempung dari daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo terdapat puncak yang tajam pada nilai 2θ di daerah puncak 26,76. Hasil analisis juga menyebutkan komposisi senyawa yang terkandung pada sampel Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo terdiri dari tiga macam komposisi yaitu Kuarsa (SiO_2) , Silikon oksida (SiO_2) dan Sodium kobalt oksida. Dengan sudut 2θ antara 5-90, Kuarsa (SiO_2) berada pada 2θ; 5,4, 20,9, 26,7, 36,6, 50,2 sementara itu Silikon okisda SiO_2 berada pada sudut 2θ ; 20,9, 50,2 dan komponen Sodium Kobalt Oksida ($CoH_{0.201}\ Na_{0.278}O_{1.24}$) berada pada sudut 2θ ; 50,2, 68,4, 20. Pada sampel lempung Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan puncak yang tajam ada pada nilai 2θ yaitu 27,95. Pada sampel lempung Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Durenan terdapat dua macam kandungan senyawa yaitu Zirkonium ($O_2Zr_{0.946}$) Oksida dan Silikon Oksida (SiO_2). Silikon oksida berada pada sudut 2θ ; 26,7, 27,9, 20.0, 20,9, 22, 23,7, 31,7, 35,6, 36,7, 50,3 dan Zirkonium Oksida berada pada sudut 2θ ; 30,5, 35,6, 50,3, 81,5.

Mukhlisin (2013) menjelaskan pada data *International Structure Crytallographic Data* (ICSD) dengan nomor 16970 senyawa *kyanite* berada pada daerah 2θ : 26,7 dan data ICSD dengan nomor 88899 senyawa *feldspar* berada pada daerah 2θ : 28,84. Dari hasil penelitian ini kandungan senyawa yang diduga menjadi senyawa penyusun lempung dari daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo Kabupaten Trenggalek merupakan Senyawa Kyanite dengan rumus umum Al_2SiO_5 dan data struktur kristalnya berada pada ICSD jika dibandingkan dengan data difraksi lempung dari Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo Kebupaten Trenggalek mempunyai kesesuaian pada daerah 2θ : 5,4; 20,9; 26,7; 36,6; 50,2. Dari data tersebut maka dapat diduga bahwa kandungan *Kyanite* dalam lempung Dusun Sumber cukup besar dengan puncak tertinggi pada 2θ: 26,7 yang menandakan keberadaan senyawa *Kyanite*.

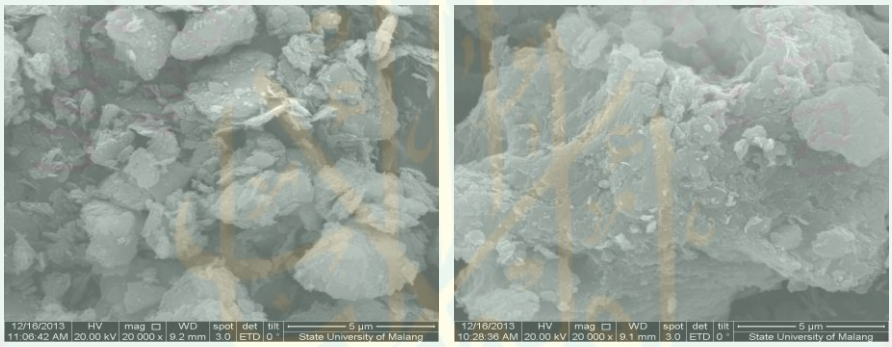
Sementara dugaan kandungan senyawa penyusun lempung dari Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan adalah senyawa feldspar dengan rumus umum $NaAlSi_3O_8$ dan data sturktur berada pada data ICSD dan apabila dibandingkan dengan data difraksi lempung Dusun Gajah maka mempunyai kesesuaian pada daerah 2θ:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

27,9 yang menandakan terdapatnya puncak paling tinggi, hal ini bisa diartikan kandungan senyawa feldspar cukup besar.

4.2.2 Karakterisasi *Scanning Electron Microscopy* (SEM-EDX)

Dalam penelitian ini untuk mengetahui morfologi permukaan sampel lempung maka digunakanlah karakterisasi SEM. Hasil uji dengan pembesaran 20.000 kali. Morfologi permukaan kedua sampel lempung dapat dilihat pada gambar 4.2.



A B

Gambar 4.2 A : Morfologi Permukaan Lempung Daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan dengan perbesaran 20.000 kali
B : Morfologi Permukaan Lempung Daerah Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan dengan perbesaran 20.000 kali.

Dari Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa lempung daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dengn uji SEM digambarkan sampel tersusun atas gumpalan-gumpalan kecil dengan luas permukaan yang lebih besar dan lempung daerah Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan berupa gumpalan besar dengan luas permukaan yang lebih kecil, hal ini berkesesuaian dengan hasil uji XRD

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dimana dijelaskan bahwa lempung asal Dusun Sumber mempunyai kristalinitas yang cukup teratur dibandingkan lempung asal Dusun Gajah yang terlihat lebih amorf dari pada Dusun Sumber.

Untuk mengetahui kandungan unsur lempung dari Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek karakterisasi yang menggunakan teknik *Energy Dispersive X-Ray Analizer* (EDX). Dari hasil uji lempung dari Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo didapatkan hasil seperti dalam Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Uji Kandungan Unsur Lempung Dari Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo Dengan Menggunakan EDX

Element	Wt%
O	38,48
Mg	00,58
Al	20,43
Si	25,53
K	00,71
Ca	00,43
Ti	00,80
Mn	01,40
Fe	11,64

Dari analisa EDX didapatkan kandungan Al dan Si cukup tinggi sebagaimana penyusun utama dari meneral lempung yang cukup besar . Hal ini bisa diasumsikan

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

bahwa kandungan lempung pada sampel tersebut cukup besar, sementara prosentase keberadaan senyawa senyawa yang lain lebih kecil.

Hasil uji EDX untuk lempung dari daerah Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek bisa dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Uji Kandungan Unsur Lempung Dari Daerah Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Kabupaten Trenggalek Dengan Menggunakan EDX

Unsur	Wt%
C	10,24
O	44,21
Na	00,49
Mg	01,17
Al	12,61
Si	20,33
K	00,56
Ca	01,10
Ti	00,66
Fe	08,63

Dari hasil uji EDX didapatkan hasil yang berbeda dibandingkan dengan lempung dari daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dimana kandungan Al dan Si yang merupakan penyusun utama dari mineral lempung adalah lebih kecil.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.2.3 Indeks Plastisitas Dengan Metode Atterberg

Pada dasarnya dalam penelitian kali ini karakterisasi dengan indeks plastisitas dengan metode atterbreg merupakan acuan utama untuk mengetahui apakah sampel lempung yang ada mempunyai potensi kembang susut yang tinggi atau rendah karna lempung alam mempunyai indeks plastisitas yang beragam. Dari hasil analisa yang dilakukan di laboratorium mekanika tanah Politeknik Negeri Malang didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Indeks Plastisitas Lempung Uji

No	Asal Lempung	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastisitas (%)
1.	Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo	57,55	33,43	24,12
2.	Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan	50,28	30,00	20,28

Dari Tabel 4.3 diketahui bahwa kedua sampel lempung tersebut mempunyai nilai batas cair tergolong tinggi yaitu untuk Dusun sumber 57,55 % dan untuk dusun Gajah 50,28 % dan untuk batas plastis kedua sampel lempung tersebut tergolong rendah yaitu untuk Dusun Sumber 33,43 % sementara untuk Dusun Gajah 30,00 %, dalam hal ini semakin rendah batas plastis maka kadar air semakin rendah tapi sebaliknya jika batas plastis tinggi maka lempung mudah retak dan tingginya kadar air

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

memudahkan bagi lempung mengalami kembang susut. Batas cair dan batas plastis dari kedua sampel lempung ini menentukan nilai indeks platisitas dimana lempung dari Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo diperoleh nilai sebesar 24,12% dan lempung dari Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan diperoleh nilai sebesar 20,28% sama-sama mempunyai kualitas yang bagus untuk dijadikan bahan dasar pembuatan genting,batu bata atau bahkan keramik namun lebih bagus sampel yang berasal dari Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan karna nilai indeks plastisitasnya lebih kecil dimana semakin kecil nilai indeks pastisitas maka semakain bagus untuk dijadikan bahan dasar pembuatan genting, batu bata atau bahkan keramik karna potensi pengembangannya lebih rendah karna potensi kembang susut yang ada pada sampel lempung tersebut tergolong rendah.

4.3 Lempung Dalam Perspektif Islam

Pada dasarnya tanah merupakan salah satu pijakan kelangsungan hidup mahluk di muka bumi ini, banyak kandungan kimia tanah yang membantu proses pertumbuhan dan perkembangan mahluk hidup. Dalam kehidupan sehari-hari berbagai macam fungsi tanah ataupun manfaat tanah telah banyak kita nikmati seperti pada pross pertanian, perkebunan ataupun pembangunan dan masih banyak contoh yang lainnya.

Tanah liat merupakan tanah yang kandungan lempungnya mendominasai, karna butiran halusnya yang rapat maka sulit menyerap air . Persebaran tanah liat ini terdapat di dataran rendah seperti di Pulau Jawa . Allah menciptakan dunia dan isinya

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

tidak ada yang tidak bermanfaat bahkan beberapa ayat dalam Al Quran Allah menjelaskan manfaat tanah itu sendiri seperti halnya beberapa ayat dibawah ini :

وَلَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَـٰنَ مِن سُلَـٰلَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٢﴾

“ Dan Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari suatu saripati (berasal) dari tanah”. (Q.S.al Mu’minun.:12)

Ayat di atas menjelasakan manfaat tanah bagi kelangsungan hidup manusia dimana tanah berperan sebagai media pertumbuhan mahluk hidup baik jenis tumbuhan maupun hewan yang kaya akan gizi hingga pada proses berikutnya dikonsumsi oleh manusia. Sihab (1992) menjelaskan hendaknya manusia mengamati asal kejadiannya. Sebab, penciptaan manusia itu termasuk salah satu bukti kekuasaan kami yang mengharuskan orang-orang untuk beriman kepada Allah dan hari akhir. Tafsir tersesebut juga berkaitan dengan tafsir yang ada pada al-Quran surat al-Hijr ayat : 26

وَلَقَدْ خَلَقْنَا ٱلْإِنسَـٰنَ مِن صَلْصَـٰلٍ مِّنْ حَمَإٍ مَّسْنُونٍ ﴿٢٦﴾

“Dan Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia (Adam) dari tanah liat kering (yang berasal) dari lumpur hitam yang diberi bentuk”. (Q.S.al Hijr.:12)

Pada ayat tersebut di jelaskan bahwa Shalshâl (tanah liat) dan hama' (tanah lumpur) adalah jenis tanah yang memiliki komponen yang sama dengan manusia. Secara kimiawi, jenis tanah itu terdiri atas unsur-unsur debu dan air, dua unsur yang

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

membentuk manusia. (Sihab, 1992). Sementara itu yang dimaksud tanah liat kering dari lumpur hitam adalah zat lemas : nitrogenium : Ni (*wrought from back mud*) = *minhamaimmasnuun*.

Dan pada surat Al-An'am ayat : 2 dijelaskan tentang penciptaan manusia dari tanah.

هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَكُم مِّن طِينٍ ثُمَّ قَضَىٰٓ أَجَلًا ۖ وَأَجَلٌ مُّسَمًّى عِندَهُۥ ۖ ثُمَّ أَنتُمْ تَمْتَرُونَ ﴿٢﴾

" Dialah yang menciptakan kamu dari tanah, sesudah itu ditentukannya ajal (kematianmu), dan ada lagi suatu ajal yang ada pada sisi-Nya (yang Dia sendirilah mengetahuinya), kemudian kamu masih ragu-ragu (tentang berbangkit itu)". (Q.S.al An'am.: 2)

Pada surat Ar-Rahman ayat : 14 dijelaskan tentang penciptaan manusia dari tanah.

خَلَقَ ٱلْإِنسَـٰنَ مِن صَلْصَـٰلٍ كَٱلْفَخَّارِ ﴿١٤﴾

" Dia menciptakan manusia dari tanah kering seperti tembikar" (Q.S.ar Rahman.: 14)

Pada ayat di atas dijelasakan bahwa penciptaan manusia berasal dari dua jenis tanah yaitu *shalshaalin* dan *kalfakhkhaar* . secara kimiawi *shalshaalin* diartikan sebagai tanah kering yang merupakan zat pembakar: *oxygenium* O_2 (*dry ringin clay*). Sedangkan *kalfakhkhaar* adalah tembikar yang merupakan zat arang : carbonium : C (*earthenware*)

Ayat lain yang menjelaskan penciptaan manusia dari tanah adalah ada pada surat As-Sajadah ayat : 7

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ٱلَّذِىٓ أَحۡسَنَ كُلَّ شَىۡءٍ خَلَقَهُۥۖ وَبَدَأَ خَلۡقَ ٱلۡإِنسَـٰنِ مِن طِينٍ ۝٧

" *Yang membuat segala sesuatu yang Dia ciptakan sebaik-baiknya dan yang memulai penciptaan manusia dari tanah."* (Q.S.as Sajadah.: 7)

Yang dimaksud lafat A-Thin dari ayat diatas adalah atom hidrogenium : H_2 (*clay*) = Thiin. Sementara lafat *thiinin laazib* merupakan zat besi : ferum : *Fe* (*coshesive clay*).

Tanah liat ataupun lempung sebagai bahan utama penciptaan manusia juga disebutkan dalam surat ash Shaaffat ayat : 11

فَٱسۡتَفۡتِهِمۡ أَهُمۡ أَشَدُّ خَلۡقًا أَم مَّنۡ خَلَقۡنَآۚ إِنَّا خَلَقۡنَـٰهُم مِّن طِينٍ لَّازِبِۭ ۝١١

" Maka Tanyakanlah kepada mereka (musyrik Mekah): "Apakah mereka yang lebih kukuh kejadiannya ataukah apa[Maksudnya: malaikat, langit, bumi dan lain-lain.] yang telah Kami ciptakan itu?" Sesungguhnya Kami telah menciptakan mereka dari tanah liat." (Q.S.ash Shaaffat.: 11)

Dari beberapa sumber ayat di atas dijelaskan bahwa pengertian Thiin (lempung) dikhususkan pada lapisan tanah (Thurab) yang telah bercampur dengan air (Maa'), pengertian ini diperkuat dengan adanya unsur kepekatan pada Thiin itu sendiri. Dari bahan Thiin inilah Allah memulai penciptaan manusia. Lebih detail lagi Allah menyatakan bahwa hanya beberapa kompponen unsur saja / saripati yang berperan penting dalam proses penciptaan tersebut. Adapun unsur-sunsur tersebut persepektif kajian sains diantaranya adalah C + O_2+ Ni + H_2 + Fe + K + Si + Mn.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Adapun dalam penelitian ini kandungan unsur dari kedua sampel lempung hasil uji krakterisasi dengan XRD untuk daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo adalah SiO_2 (Silikon Oksida), $CoNa_{0.278}O_{1.039}(OH)_{0.201}$ (Kadium Kobal Oksida Hidroksida) dan hasil dari Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan adalah SiO_2 (Silicon Oksida), $Zr_{0.946}O_2$ (Zirkonium Oksida).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan beberapa hasil yang telah diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut :

a. Dari karakterisasi dengan menggunakan SEM maka dapat diketahui bahwa morfologi permukaan lempung asal dusun sumber tersusun atas gumplan-gumpalan kecil dengan luas permukaan yang lebih besar sementara sampel lempung dari Dusun Gajah gumpalan besar dengan luas permukaan yang lebih kecil. Sementara kandungan senyawa lempung asal Dusun Sumber Senyawa Kyanite (Al_2SiO_5), Kuarsa (SiO_2) , Silikon oksida (SiO_2) dan Sodium kobalt oksida ($CoH_{0.201}\ Na_{0.278}O_{1.24}$). sementara lempung asal Dusun Gajah merupakan senyawa Feldspar ($NaAlSi_3O_8$), Zirkonium Oksida ($O_2Zr_{0.946}$), dan Silikon Oksida (SiO_2).

b Lempung daerah Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan memiliki nilai batas plastis 30,00% batas cair 50,28% dan indeks plastisitas 20,28.% Sedangkan lempung daerah Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo memliki nilai batas plastis 33,43% batas cair 57,55% dan indeks plastisitas 24,12%.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah :

a. Perlu adanya karakterisasi lempung daerah lain sehingga dapat menambah pasokan bahan baku pembuatan batubata dan genting.

b. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap pengaplikasian lempung daridaerah daerah DusunSumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo dan Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan dalam pembuatan batu bata dan genting dan perlu dilakukan pengukuran ulang untuk memastikan kualitasnya.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR PUSTAKA

Chen,F.H. 1975. *Foundation on Expansive Soils*. Developments in Geotechnical Enginering, Elseveier Scientific Publication Company. New York, USA.

Das, B. M., dkk. 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Jilid 1 Edisi Keempat. Erlangga. Jakarta.

Darmawijaya. 1990. *MI, Klasifikasi tanah.*. Yogyakarta: Gajah Mada Univercity Press.

Ewing, G. W. 1985. *Instrumental Methods of Chemical Analysis*. McGraw Hill Book Company. New York.

Gourly, C.S., Newill, D., and Schreiner, H.D. 1993. *Expansive Soil, TRL"s Research Strategy*, Proc. Ist Inc. Symp. Engineering Characteristics of Arid Soils London: UK.

Hartono, J.M.V. 1990. *Teknologi Bahan Bangunan Bata dan Genteng*. Balai Penelitian Keramik. UGM

Hardiyatmo, H.C. 2006. Mekanika Tanah I edisi IV. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Martinez,M. 2010. *Sebuah Pemahaman Dasar Scanning Electron Microscopy (SEM) and Mikroskop Elektron (SEM) dan Energy Dispersive X-ray Detection (EDX) Energi dispersif X-ray Deteksi (EDX).*

Helmi , A. 2011. Karakterisasi lempung desa tangkilsari dan jatisari kecamatan tajinan kabupaten malang. *Skripsi.* UIN MALIKI malang.

Muhunthan, B. 1991, *Liquid Limit and Surface Area of Clays, Geotechniques*, Vol XLI, No. 1 March 1991.

Mukhlisin, M. 2013 Karakterisasi sifat fisiko kimia lempung dari daerah Kecamatan Gandusari dan Kampak Kabupaten Trenggalek. *Skripsi.* UIN MALIKI Malang

Myers, D. 2005. *Expansive Clays and Road Subgrade an Analysis*, www.godismyjudgeok, 31 Agustus 2007.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Muhtadi, Adhi ST,SE.MSi . 2012. *Batas-Batas Atterberg*. Bogor: LPT.

Muntohar, A. S. 2007. *Pengantar Rekayasa Geoteknik*. http://Muntohar.files.wordpress.com/2007/04/sample-bab3.pdf. Diakses tanggal 15 Juli 2013

Prasetyo, A. 2004. *Kajian Mekanika dalam Penentuan plastisitas lempung secara uji geser dan tekan-tidak-terkungkung*. Thesis. tidak diterbitkan. Bandung: Departemen Kimia ITB.

Sihab,Q. 1992. *"Membumikan" Al-Quran.* Yogyakarta: Mizan pustaka.

Sjarif, S. 1991. *Metode Analisis Mineral Lempung. Jurusan tanah*. Bogor: Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Setyobudi, A .2010. *Bahan Kuliah Karakterisasi Material*. http://file.upi.edu/ai.php?dir=Direktori/D-FPMIPA/Jur.Pend.Kimia/ 1966808031992031. Diakses tanggal 28 Juli 2013.

Sudjianto, A.T. 2012. Pemodelan Perilaku Kembang Tiga Dimensi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Oedometer Modifikasi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Skoog, D.A., West, D.M. 1980. *Principles of Instrumental Analysis Second Edition*. Philadelphia: Sounders College.

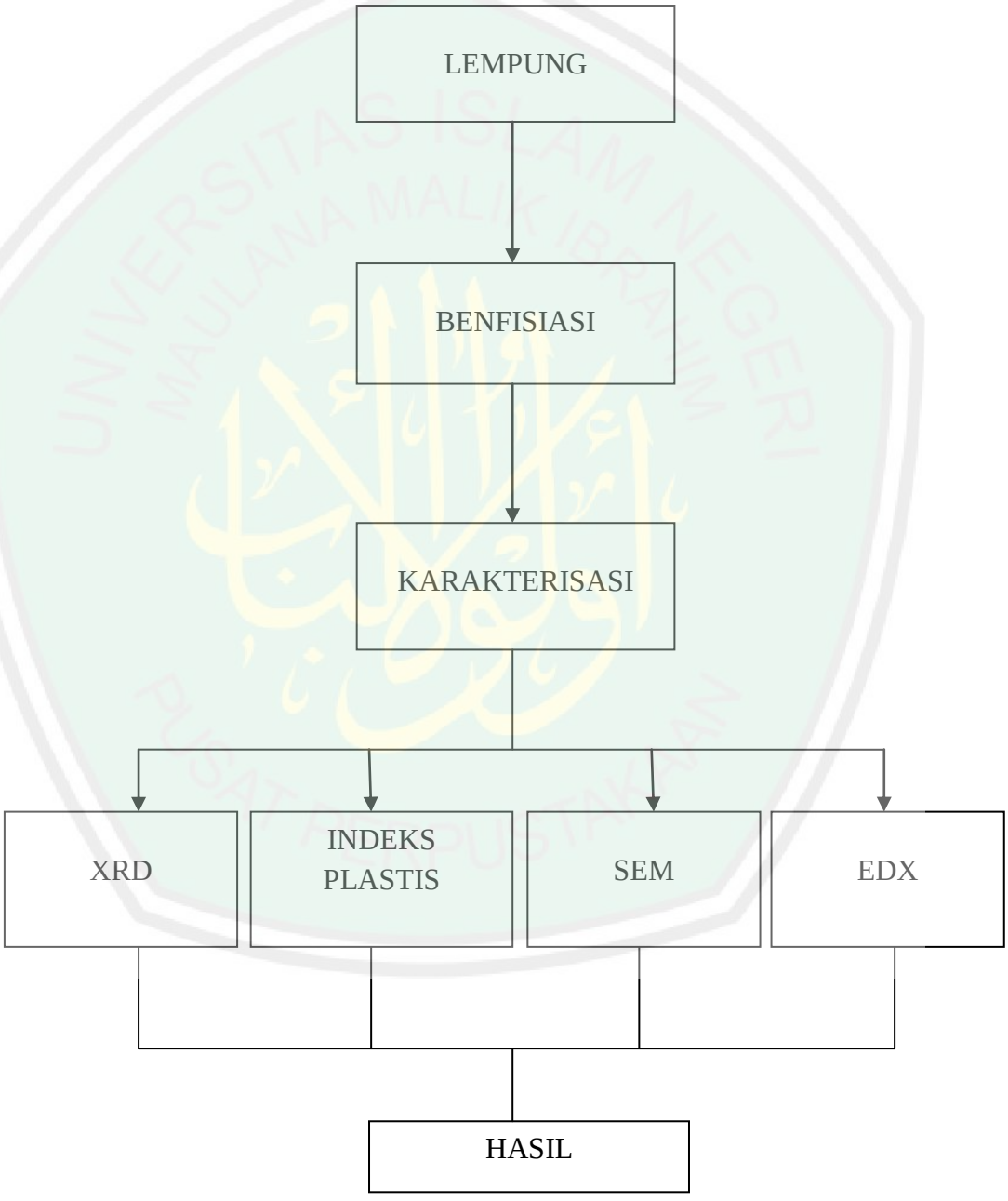
Szostak, R. 1989. *Molecular Sieves Principle of Synthesis and Identification*. New York: Reinhold.

Wesley, L. D. 1977. *Mekanika Tanah*, Penerbit Badan Pekerjaan Umum, Jakarta. Sciences. Vol. 14. Hal. 16-198.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

LAMPIRAN

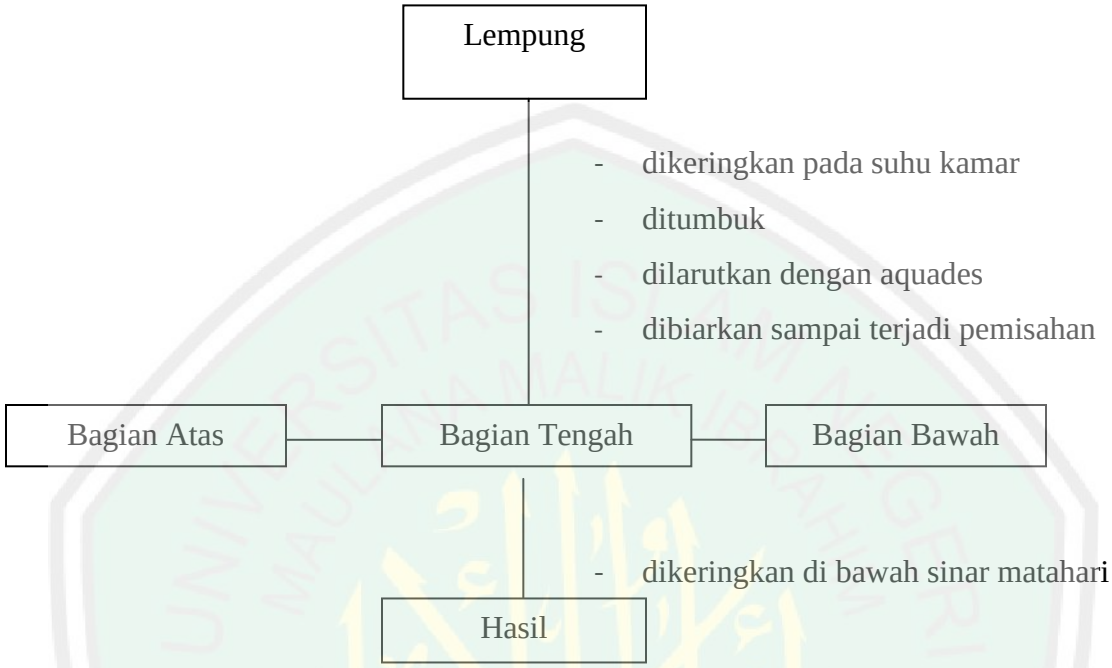
Lampiran 1. Rancangan Penelitian



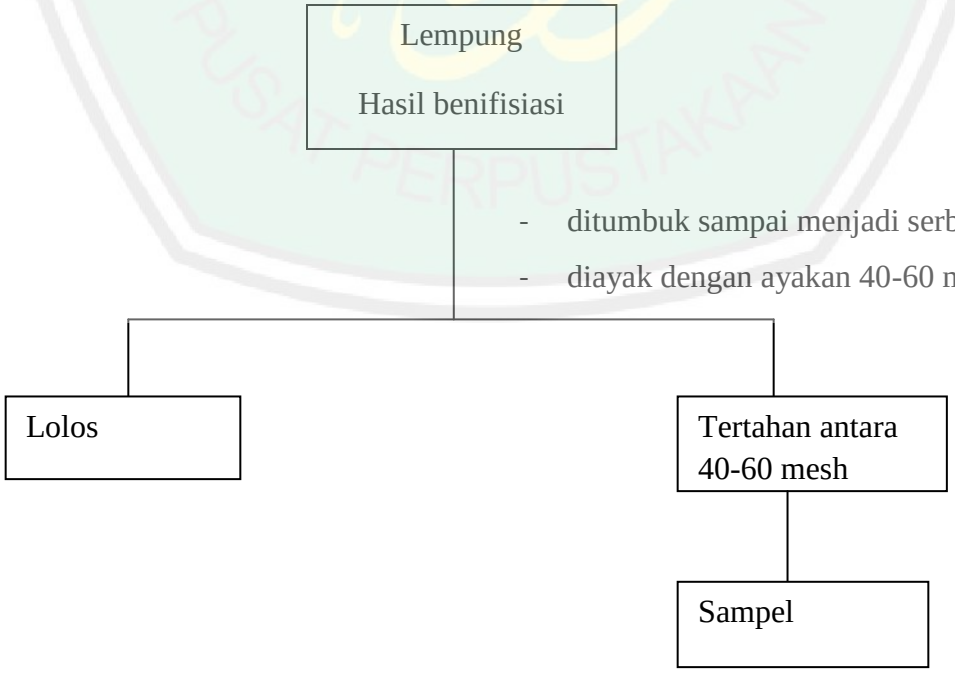
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran 2. Skema Kerja

1.1 Benifisiasi



1.2 Preparasi sampel



CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.3 Penentuan indeks plastisitas

1.3.a Penentuan Batas Cair

40 gr Sampel

- ditambah aquades hingga membentuk pasta
- diaduk hingga homogen
- dimasukkan dalam mangkuk (± 8 mm tegak lurus dari dasar mankuk) pada alat atterberg hingga merata
- dibelah pasta lempung pada mangkuk menjadi dua bagian
- dengan alat pengalur (grooving tool).
- diputar engkol (dengan kecepatan 1 pukulan/ menit) sampai kedua bagianlempung menyatu (± sebanyak 12,7 mm) jumlah pukulanya di catat
- diambil sebagian untuk menentukan kadar airnya
- dilakukan minimal tiga kali dengan kadar air berbeda pada pukulan 20-35.
- dibuat grafik hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan
- ditentukan batas cairnya
- dilakukan untuk kedua sampel lempung

Hasil

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.3.b Penentuan Batas Plastis

Pasta Lempung

± 8 gr

- digulung perlahan dengan telapak tangan di atas plat kaca membentuk silinder (d= 3mm) hingga timbul retak
- dilakukan minimal 3 buah untuk mendapatykan rerata yang lebih akurat
- diulang dengan menambahkan air jika belum mencapai diameter 3 mmdiulang dengan menambahkan air jika belum mencapai diameter 3 mm sudah retak
- diaduk-aduk dengan cawan hingga airnya berkurang jika sudah mencapai diameter 3 mm sudah retak
- ditentukan kadar airnya sebagai batas plastis
- diulangi untuk kedua jenis lempung

Hasil

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.3.c Penentuan Kadar Air

Sampel

- ditimbang cawan yang sudah bersih dan kering
- ditimbang tutup cawan yang telah bersih dan kering
- ditempatkan sampel dalam cawan dan ditutup
- ditimbang
- ditempatkan cawan tanpa tutup dalam oven sampai berat konstan
- ditutup cawan dan isinya
- didinginkan dalam desikator
- ditimbang dan dicatat beratnya

Hasil

$$\text{Kadar Air} = \frac{W1 - W2}{W2 - W3} X\ 100\%$$

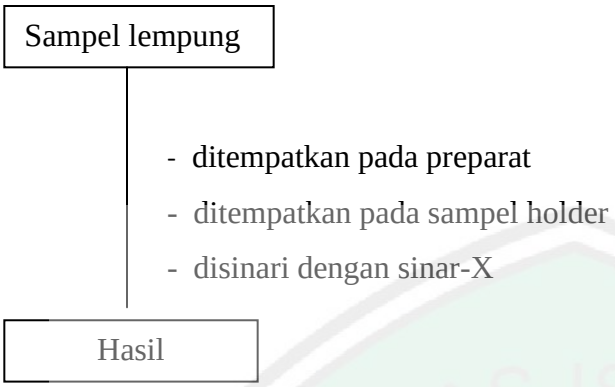
dimana, W 1 = berat cawan + sampel basah (g)

W 2 = berat cawan + sampel kering (g)

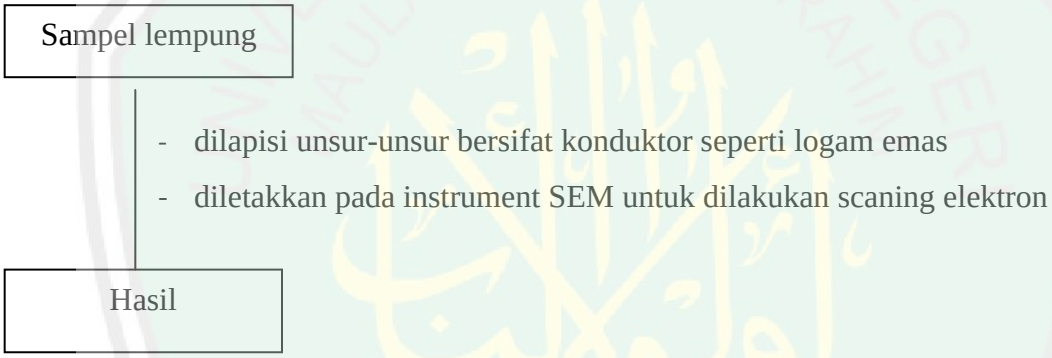
W 3 = berat cawan kosong (g)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

1.4 Karakterisasi dengan XRD



1.5 Karakterisasi dengan SEM

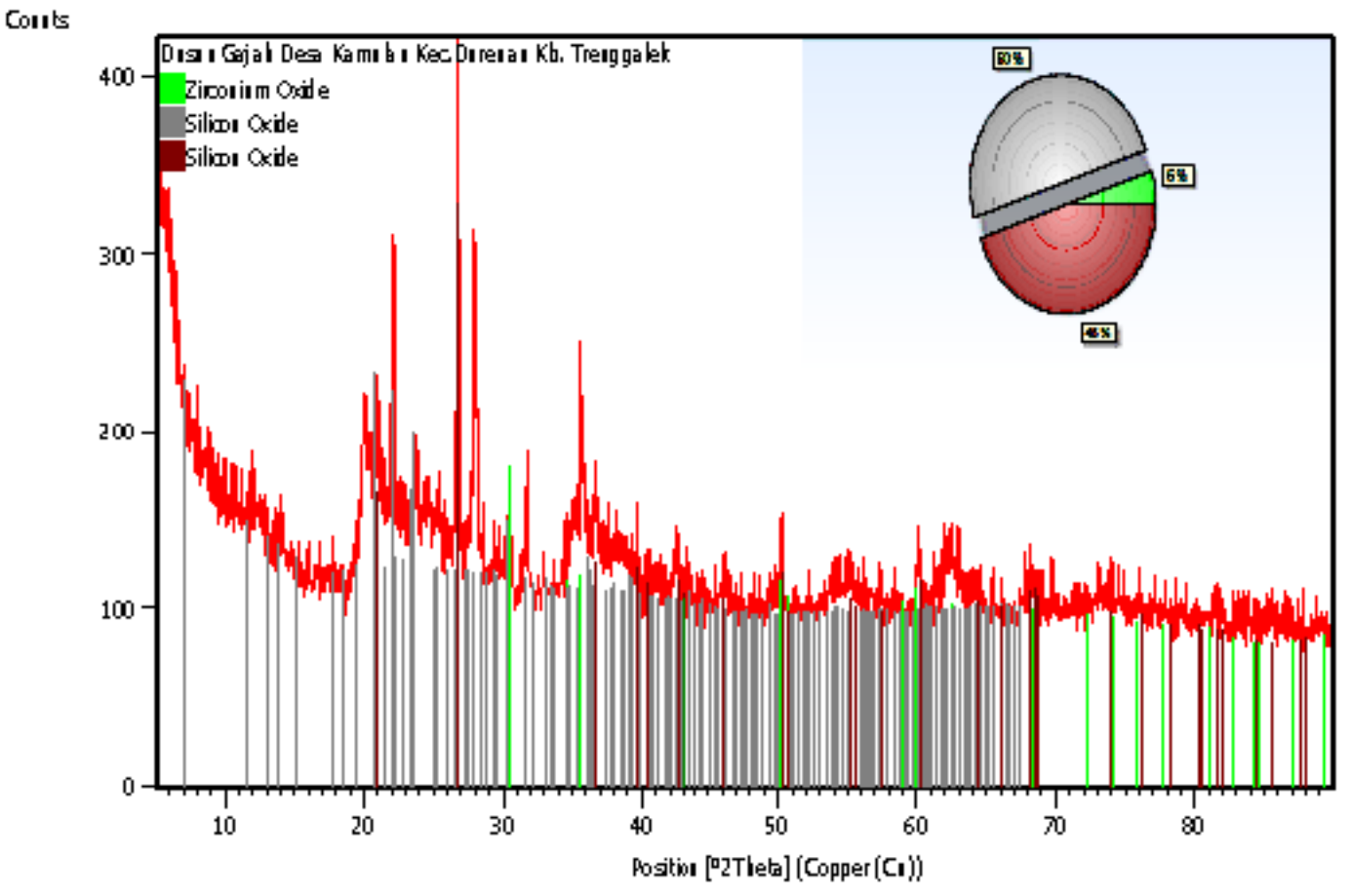


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Anchor Scan Parameters

Dataset Name:	Dusun Gajah Desa Kamulan Kec.Durenan Kb. Trenggalek
File name:	E:\DATA PENGUJIAN\Analisa\Muhammah Muslim\Dusun Gajah Desa Kamulan Kec.Durenan Kb. Trenggalek\Dusun Gajah Desa Kamulan Kec.Durenan Kb. Trenggalek.xrdml
Comment:	Configuration=Reflection-Transmission Spinner, Owner=User-1, Creation date=12/2/2011 8:19:55 AM Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Minimum step size 2Theta:0.001; Minimum step size Omega:0.001 Sample stage=Reflection-Transmission Spinner PW3064/60; Minimum step size Phi:0.1 Diffractometer system=XPERT-PRO Measurement program=C:\PANalytical\Data Collector\Programs\Powder_10-90_Spinner Stage.xrdmp, Identifier={5E9EA5AD-DBFE-4821-8BD5-ACD84B3E3A7D}
Measurement Date / Time:	12/24/2013 10:57:37 AM
Operator:	Institut Teknologi
Raw Data Origin:	XRD measurement (*.XRDML)
Scan Axis:	Gonio
Start Position [°2Th.]:	5.0144
End Position [°2Th.]:	89.9804
Step Size [°2Th.]:	0.0170
Scan Step Time [s]:	10.1600
Scan Type:	Continuous
PSD Mode:	Scanning
PSD Length [°2Th.]:	2.12
Offset [°2Th.]:	0.0000
Divergence Slit Type:	Fixed
Divergence Slit Size [°]:	0.2177
Specimen Length [mm]:	10.00
Measurement Temperature [°C]:	25.00
Anode Material:	Cu
K-Alpha1 [Å]:	1.54060
K-Alpha2 [Å]:	1.54443
K-Beta [Å]:	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio:	0.50000
Generator Settings:	30 mA, 40 kV
Diffractometer Type:	0000000011119014
Diffractometer Number:	0
Goniometer Radius [mm]:	240.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]:	100.00
Incident Beam Monochromator:	No
Spinning:	Yes

Graphics



Peak List

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY MALANG

Pos.[°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft[°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
20.0400	79.56	0.3346	4.43088	26.21
20.9844	102.48	0.1673	4.23356	33.75
22.1594	180.77	0.1338	4.01166	59.54
23.7493	55.79	0.2007	3.74657	18.38
26.7949	303.61	0.0669	3.32724	100.00
27.9526	190.43	0.0502	3.19201	62.72
30.5697	26.00	0.2676	2.92445	8.56
31.7681	37.02	0.1338	2.81681	12.19
35.6185	117.03	0.0502	2.52065	38.55
36.7220	55.16	0.2007	2.44740	18.17
39.6772	28.05	0.3346	2.27166	9.24
42.5197	24.53	0.4015	2.12615	8.08
50.3397	45.39	0.2342	1.81268	14.95
60.1555	22.55	0.2676	1.53826	7.43
68.1160	15.83	0.8029	1.37659	5.21
69.7242	25.58	0.1004	1.34873	8.42
81.5554	24.71	0.2007	1.18038	8.14

Pattern List

Visible	Ref.Code	Score	Compound Name	Displ.[°2Th]	Scale Fac.	Chem. Formula
*	01-081-1323	32	Zirconium Oxide	0.630	0.146	Zr0.946 O2
*	01-070-8142	8	Silicon Oxide	0.335	0.257	Si O2
*	01-078-1254	35	Silicon Oxide	-0.091	0.480	Si O2

Document History

Insert Measurement:
- File name = "Dusun Gajah Desa Kamulan Kec.Durenan Kb. Trenggalek.xrdml"
- Modification time = "1/11/2014 9:17:57 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Default properties:
- Measurement step axis = "None"
- Internal wavelengths used from anode material: Copper (Cu)
- Original K-Alpha1 wavelength = "1.54060"
- Used K-Alpha1 wavelength = "1.54060"
- Original K-Alpha2 wavelength = "1.54443"
- Used K-Alpha2 wavelength = "1.54443"
- Original K-Beta wavelength = "1.39225"
- Used K-Beta wavelength = "1.39225"
- Irradiated length = "10.00000"
- Receiving slit size = "0.10000"
- Step axis value = "0.00000"
- Offset = "0.00000"
- Sample length = "10.00000"
- Modification time = "1/11/2014 9:17:57 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Interpolate Step Size:
- Derived = "Yes"
- Step Size = "0.01"
- Modification time = "1/11/2014 9:17:57 AM"
- Modification editor = "PANalytical"

Determine Background:
- Add to net scan = "Nothing"
- User defined intensity = "-5"
- Correction method = "Automatic"
- Bending factor = "20"
- Minimum significance = "0.7"
- Minimum tip width = "0"
- Maximum tip width = "1"
- Peak base width = "2"
- Use smoothed input data = "Yes"
- Granularity = "85"
- Modification time = "1/11/2014 9:18:16 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Smooth:
- Polynomial type = "Cubic"
- Convolution range = "7"
- Degree of smoothing = "1"
- Fast Fourier = "No"
- Omit Peaks = "Yes"
- Modification time = "4/29/2013 1:17:57 PM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Search Peaks:
- Minimum significance = "1"
- Minimum tip width = "0.01"
- Maximum tip width = "1"
- Peak base width = "2"
- Method = "Minimum 2nd derivative"
- Modification time = "1/11/2014 8:52:19 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Search & Match:
- Allow pattern shift = "Yes"
- Auto residue = "Yes"
- Data source = "Peak list"
- Demote unmatched strong = "Yes"
- Multi phase = "Yes"
- Restriction set = "Default"
- Restriction = "None"
- Subset name = ""
- Match intensity = "Yes"
- Two theta shift = "0"
- Identify = "Yes"
- Max. no. of accepted patterns = "10"
- Minimum score = "50"
- Min. new lines / total lines = "60"
- Search depth = "10"
- Minimum new lines = "5"
- Minimum scale factor = "0.1"
- Intensity threshold = "0"
- Use line clustering = "Yes"
- Line cluster range = "1.5"
- Search sensitivity = "1.8"
- Use adaptive smoothing = "Yes"
- Smoothing range = "1.5"
- Threshold factor = "3"
- Modification time = "1/11/2014 9:18:46 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Convert Ref. Pattern to Phase:
- Modification time = "1/11/2014 9:23:18 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Convert Ref. Pattern to Phase:
- Modification time = "1/11/2014 9:23:21 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

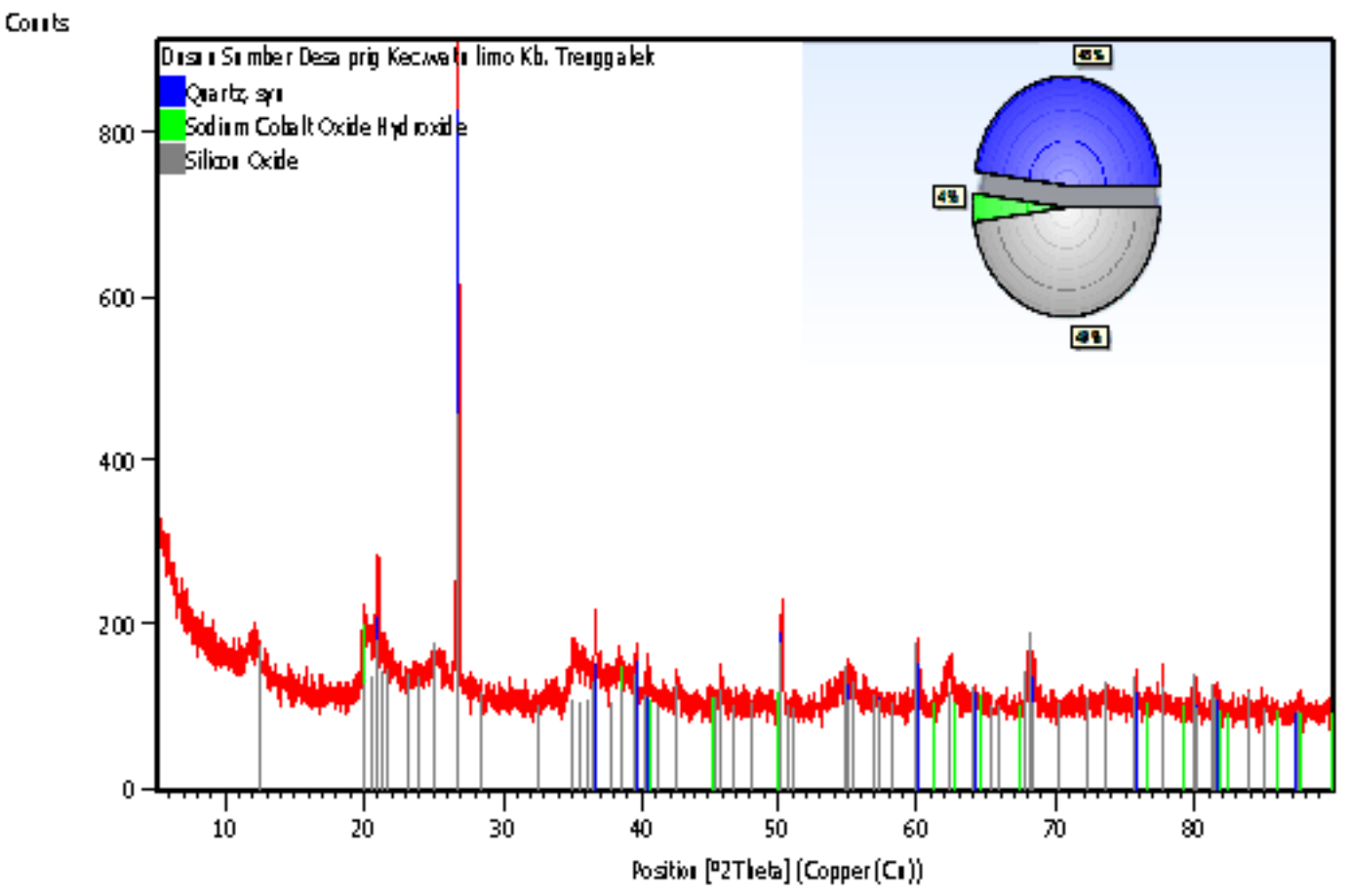
Convert Ref. Pattern to Phase:
- Modification time = "1/11/2014 9:23:24 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Anchor Scan Parameters

Dataset Name:	Dusun Sumber Desa prig Kec.watu limo Kb. Trenggalek
File name:	E:\DATA PENGUJIAN\Analisa\Muhammah Muslim\Dusun Sumber Desa prig Kec.watu limo Kb. Trenggalek \Dusun Sumber Desa prig Kec.watu limo Kb. Trenggalek.xrdml
Comment:	Configuration=Reflection-Transmission Spinner, Owner=User-1, Creation date=12/2/2011 8:19:55 AM Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Minimum step size 2Theta:0.001; Minimum step size Omega:0.001 Sample stage=Reflection-Transmission Spinner PW3064/60; Minimum step size Phi:0.1 Diffractometer system=XPERT-PRO Measurement program=C:\PANalytical\Data Collector\Programs\Powder_10-90_Spinner Stage.xrdmp, Identifier={5E9EA5AD-DBFE-4821-8BD5-ACD84B3E3A7D}
Measurement Date / Time:	12/24/2013 11:08:37 AM
Operator:	Institut Teknologi
Raw Data Origin:	XRD measurement (*.XRDML)
Scan Axis:	Gonio
Start Position [°2Th.]:	5.0144
End Position [°2Th.]:	89.9804
Step Size [°2Th.]:	0.0170
Scan Step Time [s]:	10.1600
Scan Type:	Continuous
PSD Mode:	Scanning
PSD Length [°2Th.]:	2.12
Offset [°2Th.]:	0.0000
Divergence Slit Type:	Fixed
Divergence Slit Size [°]:	0.2177
Specimen Length [mm]:	10.00
Measurement Temperature [°C]:	25.00
Anode Material:	Cu
K-Alpha1 [Å]:	1.54060
K-Alpha2 [Å]:	1.54443
K-Beta [Å]:	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio:	0.50000
Generator Settings:	30 mA, 40 kV
Diffractometer Type:	0000000011119014
Diffractometer Number:	0
Goniometer Radius [mm]:	240.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]:	100.00
Incident Beam Monochromator:	No
Spinning:	Yes

Graphics



Peak List

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Pos.[°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft[°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
5.4935	84.50	0.8029	16.08746	11.59
12.2263	32.48	0.6691	7.23940	4.46
20.0080	84.11	0.2676	4.43790	11.54
20.9948	152.76	0.0836	4.23148	20.96
25.2322	27.59	0.5353	3.52965	3.79
26.7646	728.81	0.0836	3.33093	100.00
33.4719	15.74	0.8029	2.67722	2.16
35.1166	68.99	0.2676	2.55551	9.47
36.6676	109.54	0.1338	2.45090	15.03
38.4029	49.03	0.9368	2.34405	6.73
39.6523	49.00	0.2342	2.27303	6.72
40.4473	50.90	0.2007	2.23017	6.98
42.6163	31.00	0.2676	2.12155	4.25
45.8838	43.73	0.1004	1.97779	6.00
50.2912	103.91	0.0836	1.81431	14.26
55.0224	39.09	0.2007	1.66898	5.36
55.5090	27.72	0.2007	1.65550	3.80
60.1150	57.41	0.2007	1.53920	7.88
62.4490	44.15	0.6022	1.48717	6.06
67.8064	32.77	0.2007	1.38212	4.50
68.4054	63.10	0.1004	1.37148	8.66
73.7411	9.58	0.8029	1.28488	1.31
75.8219	14.75	0.4015	1.25471	2.02
80.0827	19.20	0.4015	1.19833	2.63
81.5558	19.22	0.4015	1.18037	2.64

Pattern List

Visible	Ref.Code	Score	Compound Name	Displ.[°2Th]	Scale Fac.	Chem. Formula
*	01-085-0798	67	Silicon Oxide	0.109	0.769	Si O2
*	01-077-9911	36	Sodium Cobalt Oxid..	0.056	0.085	Co Na0.278 O1.039 ..
*	00-061-0035	48	Silicon Oxide	0.053	0.368	Si O2

Document History

Insert Measurement:
- File name = "Dusun Sumber Desa prig Kec.watu limo Kb. Trenggalek.xrdml"
- Modification time = "1/11/2014 9:24:13 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Default properties:
- Measurement step axis = "None"
- Internal wavelengths used from anode material: Copper (Cu)
- Original K-Alpha1 wavelength = "1.54060"
- Used K-Alpha1 wavelength = "1.54060"
- Original K-Alpha2 wavelength = "1.54443"
- Used K-Alpha2 wavelength = "1.54443"
- Original K-Beta wavelength = "1.39225"
- Used K-Beta wavelength = "1.39225"
- Irradiated length = "10.00000"
- Receiving slit size = "0.10000"
- Step axis value = "0.00000"
- Offset = "0.00000"
- Sample length = "10.00000"
- Modification time = "1/11/2014 9:24:13 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Interpolate Step Size:
- Derived = "Yes"
- Step Size = "0.01"
- Modification time = "1/11/2014 9:24:13 AM"
- Modification editor = "PANalytical"

Search Peaks:
- Minimum significance = "1"
- Minimum tip width = "0.01"

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

- Maximum tip width = "1"
- Peak base width = "2"
- Method = "Minimum 2nd derivative"
- Modification time = "1/11/2014 8:52:19 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Search & Match:
- Allow pattern shift = "Yes"
- Auto residue = "Yes"
- Data source = "Peak list"
- Demote unmatched strong = "Yes"
- Multi phase = "Yes"
- Restriction set = "Default"
- Restriction = "None"
- Subset name = ""
- Match intensity = "Yes"
- Two theta shift = "0"
- Identify = "Yes"
- Max. no. of accepted patterns = "10"
- Minimum score = "50"
- Min. new lines / total lines = "60"
- Search depth = "10"
- Minimum new lines = "5"
- Minimum scale factor = "0.1"
- Intensity threshold = "0"
- Use line clustering = "Yes"
- Line cluster range = "1.5"
- Search sensitivity = "1.8"
- Use adaptive smoothing = "Yes"
- Smoothing range = "1.5"
- Threshold factor = "3"
- Modification time = "1/11/2014 9:18:46 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Convert Ref. Pattern to Phase:
- Modification time = "1/11/2014 9:27:08 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Convert Ref. Pattern to Phase:
- Modification time = "1/11/2014 9:27:11 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

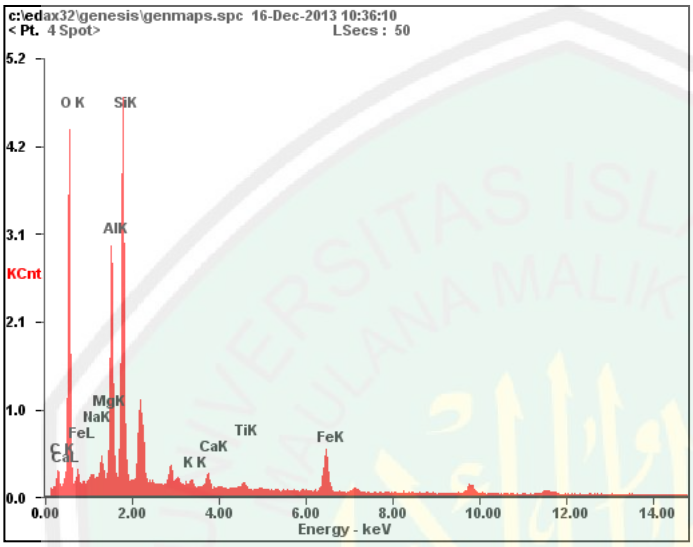
Convert Ref. Pattern to Phase:
- Modification time = "1/11/2014 9:27:14 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

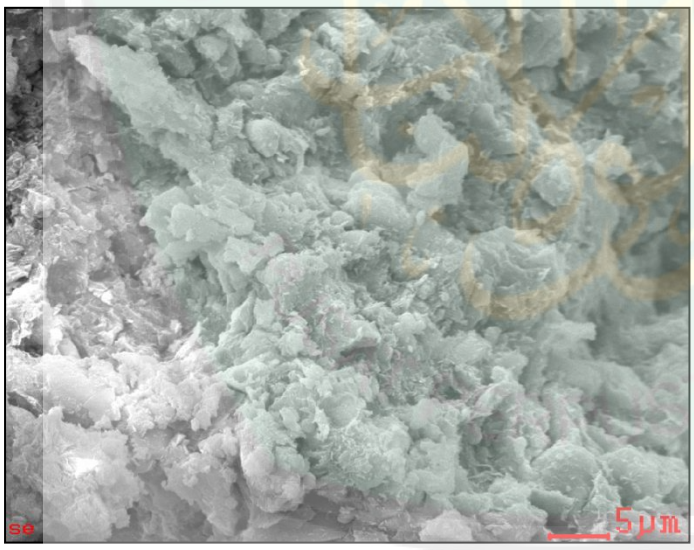
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Microanalysis Report

Prepared for: ***M. Muslim – Kimia UIN***

Prepared by: ***Laboratorium Sentral FMIPA UM*** ***12/16/2013***



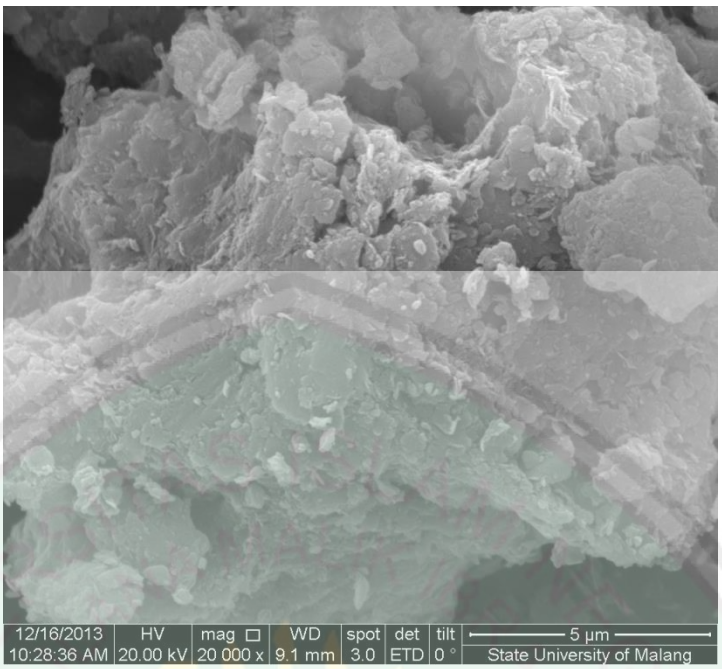


Element	*Wt%*	*At%*
CK	10.24	16.76
OK	44.21	54.32
NaK	00.49	00.42
MgK	01.17	00.95
AlK	12.61	09.19
SiK	20.33	14.23
KK	00.56	00.28
CaK	01.10	00.54
TiK	00.66	00.27
FeK	08.63	03.04
Matrix	Correction	ZAF

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran. Hasil Karakterisasi Menggunakan SEM

Hasil Karakterisasi Lempung Dusun Gajah Desa Kamulan Kecamatan Durenan Menggunakan SEM



Gambar. Hasil karakterisasi lempung dengan perbesaran 20.000 kali

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

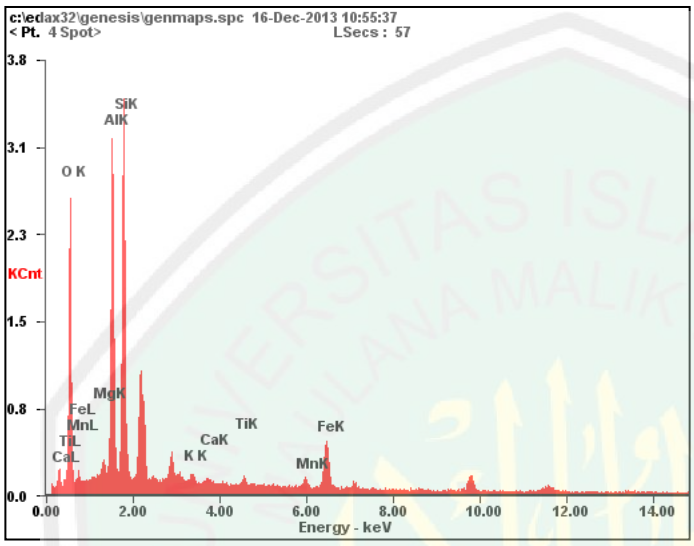
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Microanalysis Report

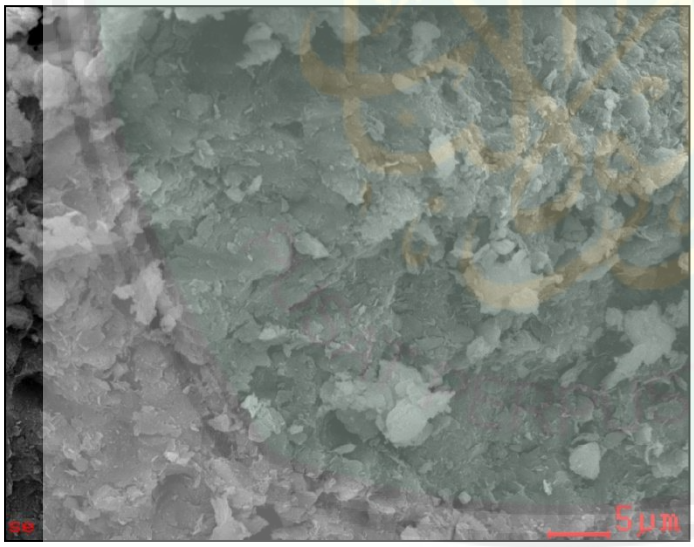
Prepared for: ***M. Muslim – Kimia UIN***

Prepared by: ***Laboratorium Sentral FMIPA UM***

12/16/2013



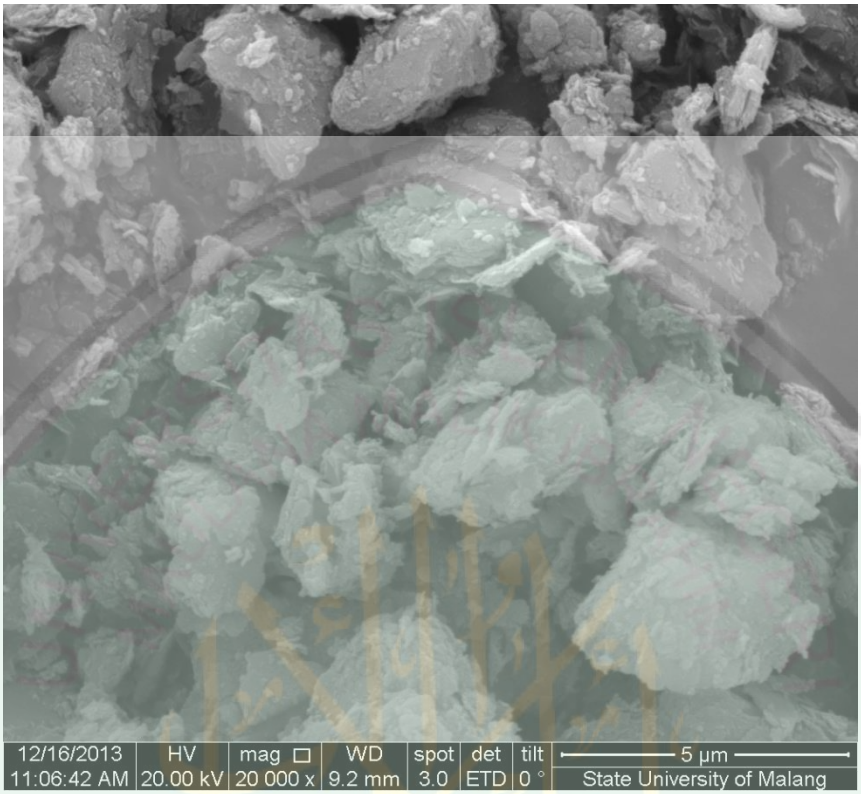
Element	*Wt%*	*At%*
OK	38.48	54.98
MgK	00.58	00.55
AlK	20.43	17.31
SiK	25.53	20.78
KK	00.71	00.41
CaK	00.43	00.25
TiK	00.80	00.38
MnK	01.40	00.58
FeK	11.64	04.77
Matrix	Correction	ZAF



CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Lampiran. Hasil Karakterisasi Menggunakan SEM

Hasil Karakterisasi Lempung Dusun Sumber Desa Prigi Kecamatan Watu Limo Menggunakan SEM



Gambar. Hasil karakterisasi lempung dengan perbesaran 20.000 kali

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

POLITEKNIK NEGERI MALANG

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jl. Veteran PO.BOX 04 Malang 65145,Telp. (0341) 575750 Fax. (0341) 575750
email : polinemalabmektan@gmail.com

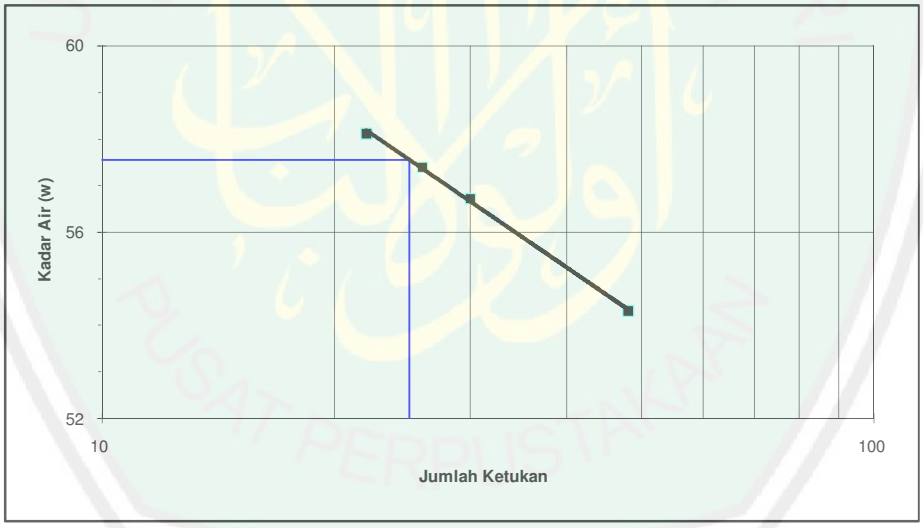
Proyek	: **Penelitian Mahasiswa UIN Malang**	Tgl. pengujian	: 19/12/2013
Lokasi	: **Dusun Sumber, Kec. Watu Limo - Trenggalek**	Diuji oleh	: Yn
Titik/Kedalaman	:	Dikontrol oleh	: Ap

BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS

(ASTM D 4318 - 84)

Penentuan Batas Cair

No. Cawan		1	2	3	4	5	6	7	8
Berat cawan + tanah basah	(grm)	20.57	18.06	19.21	18.07	21.52	21.66	23.66	26.33
Berat cawan + tanah Kering	(grm)	16.53	14.98	15.58	14.87	17.04	17.10	18.24	19.78
Berat cawan	(grm)	9.09	9.31	9.19	9.22	9.23	9.16	8.93	8.49
Berat air	(grm)	4.04	3.08	3.63	3.20	4.48	4.56	5.42	6.55
Berat tanah kering	(grm)	7.44	5.67	6.39	5.65	7.81	7.94	9.31	11.29
Kadar air	(%)	54.30	54.32	56.81	56.64	57.36	57.43	58.2	58.02
Kadar air rata-rata	(%)	54.31		56.72		57.40		58.12	
Jumlah ketukan		48		30		26		22	



Penentuan Batas Plastis

No. Cawan		9	10
Berat cawan + tanah basah	(grm)	15.24	13.86
Berat cawan + tanah Kering	(grm)	13.86	12.92
Berat cawan	(grm)	9.73	10.11
Berat air	(grm)	1.38	0.94
Berat tanah kering	(grm)	4.13	2.81
Kadar air	(%)	33.41	33.45
Kadar air rata-rata	(%)	33.43	

Liquid Limit (LL) **(%) =** ***57.55***

Plastic Limit (PL) **(%) =** ***33.43***

Plasticity Index (PI) **(%) =** ***24.12***

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

POLITEKNIK NEGERI MALANG

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jl. Veteran PO.BOX 04 Malang 65145,Telp. (0341) 575750 Fax. (0341) 575750
email : polinemalabmektan@gmail.com

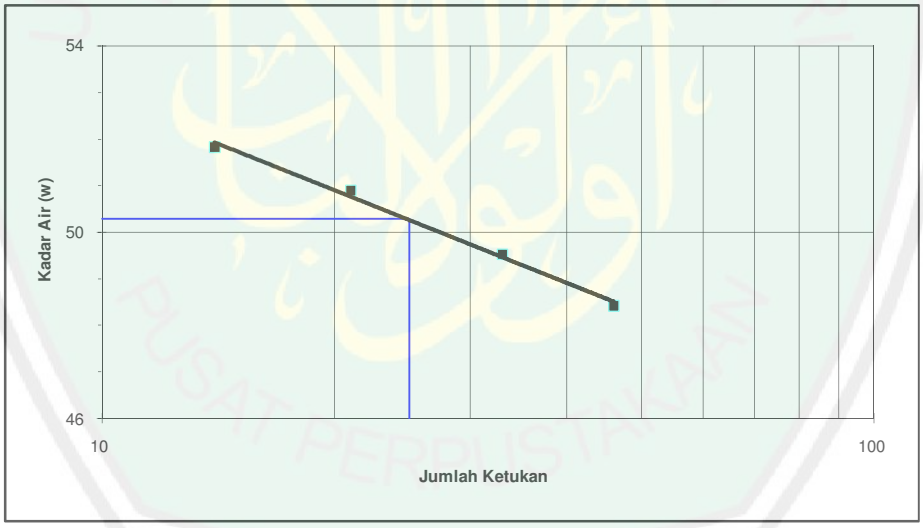
Proyek	: **Penelitian Mahasiswa UIN Malang**	Tgl. pengujian	: 19/12/2013
Lokasi	: **Dusun Gajah, Kec. Durenan - Trenggalek**	Diuji oleh	: Yn
Titik/Kedalaman	:	Dikontrol oleh	: Ap

BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS

(ASTM D 4318 - 84)

Penentuan Batas Cair

No. Cawan		1	2	3	4	5	6	7	8
Berat cawan + tanah basah	(grm)	21.23	22.31	22.18	25.07	22.23	23.47	23.16	26.34
Berat cawan + tanah Kering	(grm)	17.36	18.21	17.97	19.70	18.79	18.02	18.45	20.75
Berat cawan	(grm)	9.35	9.76	9.46	8.87	9.45	9.63	9.34	9.99
Berat air	(grm)	3.87	4.10	4.21	5.37	3.44	5.45	4.71	5.59
Berat tanah kering	(grm)	8.01	8.45	8.51	10.83	9.34	8.39	9.11	10.76
Kadar air	(%)	48.31	48.52	49.47	49.58	36.83	64.96	51.7	51.95
Kadar air rata-rata	(%)	48.42		49.53		50.89		51.83	
Jumlah ketukan		46		33		21		14	



Penentuan Batas Plastis

No. Cawan		9	10
Berat cawan + tanah basah	(grm)	14.18	13.96
Berat cawan + tanah Kering	(grm)	13.17	12.93
Berat cawan	(grm)	9.82	9.48
Berat air	(grm)	1.01	1.03
Berat tanah kering	(grm)	3.35	3.45
Kadar air	(%)	30.15	29.86
Kadar air rata-rata	(%)	30.00	

Liquid Limit (LL) **(%) =** ***50.28***

Plastic Limit (PL) **(%) =** ***30.00***

Plasticity Index (PI) **(%) =** ***20.28***

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG