

Identifikasi Jenis Mineral Dan Unsur Elemen Utama Pada Material Lempung Serta Penyebarannya Di Daerah Mataraman, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan

Identification of Mineral Types and Main Elements in Clay Materials and Their Distribution in Mataraman District, Banjar Regency, South Kalimantan Province

Waldo Anatama*, Marselinus Untung Dwiatmoko, Eko Santoso,

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

e-mail: *Waldoanatama@gmail.com, untung@ulm.ac.id, eko@ulm.ac.id

ABSTRAK

Provinsi Kalimantan Selatan merupakan salah satu provinsi yang mempunyai potensi mineral dan batuan yang sangat berlimpah untuk didayagunakan sebagai bahan galian yang mempunyai nilai ekonomis. Potensi mineral seperti lempung merupakan beberapa mineral industri yang paling penting dan bermanfaat. Proses-proses geologi pada lingkungan geologi yang berbeda-beda akan mengontrol pembentukan material lempung.

Penelitian ini melakukan menganalisis hasil sampel berdasarkan *X-Ray Diffraction* (XRD) yang dimaksudkan untuk mengidentifikasi mineral dari material lempung dan *X-Ray Fluorescence* (XRF) yang digunakan untuk mengetahui kandungan unsur elemen utama pada material lempung kemudian untuk mengetahui sebaran dilakukan dengan bantuan software Surfer untuk memperoleh peta kontur dan ArcGIS untuk pembuatan layout peta.

Komposisi mineral yang terkandung di dalam material lempung pada daerah penelitian adalah *kaolinite*, *mica*, dan *Quartz*. Berdasarkan hasil analisa XRF, unsur elemen utama yang memiliki jumlah kandungan paling tinggi adalah aluminium oksida (Al_2O_3) dan *silicon dioxide* (SiO_2). Endapan dijumpai pada daerah penelitian adalah endapan batulempung, endapan batulempung pasir dan endapan batupasir. Konsentrasi endapan batupasir lebih banyak terpusat pada bagian timur laut daerah, endapan batulempung lebih banyak terpusat pada tenggara daerah penelitian sedangkan endapan batulempung pasir lebih banyak dijumpai pada dibagian barat daerah penelitian.

Kata-kata kunci: Lempung Mataraman, *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF)

ABSTRACT

South Kalimantan Province is one of the provinces that has abundant mineral and rock potential to be utilized as minerals that have economic value. Potential minerals such as clays are some of the most important and useful industrial minerals. Geological processes in different geological environments will control the formation of clay materials.

This study analyzes the results of samples based on X-Ray Diffraction (XRD) which is intended to identify minerals from clay materials and X-Ray Fluorescence (XRF) which is used to determine the content of the main elements in clay materials then to determine the distribution is carried out with the help of Surfer software. to obtain contour maps and ArcGIS for map layout creation.

The mineral composition contained in the clay material in the study area is kaolinite, mica, and quartz. Based on the results of XRF analysis, the main elements that have the highest amount of content are aluminum oxide (Al_2O_3) and silicon dioxide (SiO_2). The deposits found in the research area are claystone deposits, sandy claystone deposits and sandstone deposits. The concentration of sandstone deposits is more concentrated in the northeastern part of the area, claystone deposits are more concentrated in the southeast of the study area, while sandstone claystone deposits are more commonly found in the western part of the study area.

Keywords: Mataraman Clay, *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF)

PENDAHULUAN

Provinsi Kalimantan Selatan merupakan salah satu provinsi yang mempunyai potensi mineral dan batuan yang sangat berlimpah untuk didayagunakan sebagai bahan galian yang mempunyai nilai ekonomis. Potensi mineral seperti lempung merupakan beberapa mineral industri yang paling penting dan bermanfaat. Proses-proses geologi pada lingkungan geologi yang berbeda-beda akan mengontrol pembentukan material lempung.

Karakterisasi lempung secara umum tidak memerlukan spesifikasi proses laboratorium yang kaku, tetapi analisa laboratorium ini tetap diperlukan untuk dapat membedakan mutu dari lempung itu sendiri dan untuk dapat diarahkan terhadap penggunaannya. Penelitian ini melakukan menganalisis hasil sampel berdasarkan *X-Ray Diffraction* (XRD) yang dimaksudkan untuk mengidentifikasi mineral dari material lempung dan *X-Ray Fluorescence* (XRF) yang digunakan untuk mengetahui

kandungan unsur elemen utama pada material lempung yang berasal dari daerah penelitian yang terdapat pada Kecamatan Mataraman, dengan luas area penelitian sebesar 4,316 Ha.

Hal tersebut yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian sebagai tugas akhir dengan judul Identifikasi Jenis Mineral dan Unsur Elemen Utama Pada Material Lempung Serta Penyebarannya Di Daerah Mataraman, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan.

METODELOGI

Teknik Pengumpulan Data

Kegiatan pengumpulan data dilakukan dengan beberapa tahapan kegiatan. Hal ini dilakukan untuk memperoleh data yang benar – benar representatif yang dapat digunakan dalam penelitian ini. Adapun tahapan pengumpulan data adalah sebagai berikut :

a. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder merupakan kegiatan mempelajari, mengumpulkan dan membaca berbagai sumber pustaka yang bersifat menunjang atau memperkuat landasan teori, sebagai dasar penelitian maupun sebagai referensi. Data sekunder yang diperoleh berupa peta geologi, peta RBI, penelitian terdahulu dan tabel.

b. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan langsung dilapangan, yang dimana data berupa kegiatan *survey* di lapangan dan pengujian sampel di laboratorium. Kegiatan *survey* menghasilkan data berupa kesampain daerah penelitian, hasil *tracking* lintasan, deskripsi geologi lokal, pengambilan sampel, titik koordinat sampel.

Teknik Pengolahan dan Analisa

Setelah semua data-data diperoleh, kemudian dilanjutkan dengan proses analisis data. Proses analisis data juga dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu :

a. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan berupa penyebaran mineral kaolin, penyebaran litologi kaolin, penyebaran kimia SiO₂ dan Al₂O₃, penentuan *grade*/kelas material kaolin yang kemudian dilakukan pengolahan data.

b. Analisis Data

Hasil dari pengolahan data kemudian digunakan untuk menentukan komposisi mineral yang terkandung di dalam material lempung, menentukan unsur elemen utama yang ada dalam material tersebut, mengetahui penyebaran material lempung, mengetahui konsentrasi penyebaran mineral utama (mineral lempung).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Singkapan Material Lempung




Singkapan batuan di daerah penelitian ditemukan secara setempat-setempat yang relatif jarang. Kondisi tersebut dikarenakan daerah penelitian merupakan daerah rawa yang umumnya tergenang air. Daerah rawa dengan morfologi dataran menjadikan daerah ini sedikit terdapat alur atau sungai kecil. Secara garis besar lokasi penelitian terdapat 2 satuan endapan batuan yaitu: Satuan Batulempung pasiran dan Batulempung.

Batupasir dengan ciri warna putih hingga putih kecoklatan, struktur masif, ukuran butir pasir kasar – kerikil hingga lempung, pemilahan baik – jelek, butiran membundar - membundar tanggung, porositas sedang - baik, mineral utama kuarsa. Satuan batuan ini banyak dijumpai dibagian barat dari wilayah penelitian. Satuan Batulempung, berupa Batulempung liat berukuran butir lempung hingga pasir halus, warna putih hingga putih kecoklatan, struktur masif, terdiri dari fragmen kuarsa, batulempung dan lainnya. Satuan ini menempati bagian timur dari wilayah penelitian.

Kedua satuan batuan tersebut menurut peta geologi lembar Banjarmasin termasuk dalam Quater Alivium (Qa).

Dari pengamatan geologi yang telah dilakukan di daerah penelitian, serta berdasarkan bukti di lapangan, lingkungan kejadian, asosiasi batuan dan bentuk perawakan mineral, endapan kaolin di daerah penelitian adalah hasil proses alluvial atau proses pengendapan sungai.

Tabel -1. Deskripsi Singkapan

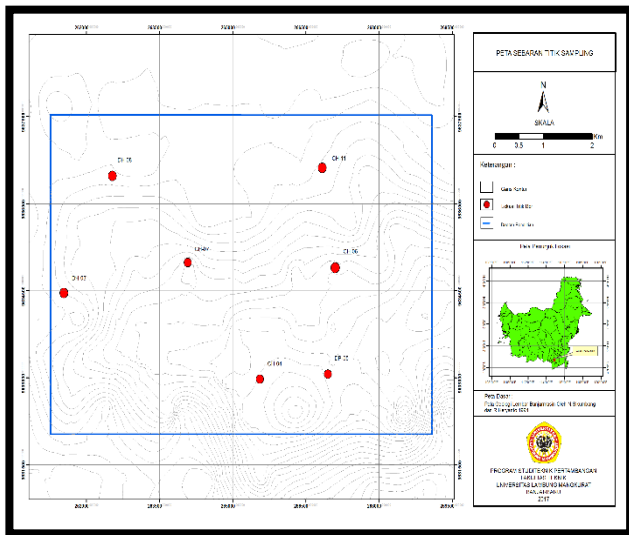
Gambar	Keterangan
	Endapan sedimen, Warna abu-abu hingga putih, Struktur masif, ukuran butir pasir sangat halus – sedang, kemas terbuka, pemilahan sedang, pembundaran <i>rounded</i> , fragmen matrik terdiri kuarsa, batuan beku dll, dan semen silika Nama litologi : Batupasir
	Endapan sedimen, Warna abu-abu hingga putih, Struktur masif, ukuran butir lempung - kerikil, kemas terbuka, pemilahan buruk, pembundaran <i>rounded</i> , fragmen matrik terdiri kuarsa, batuan beku dll, dan semen silika. Nama litologi : batulempung pasiran
	Endapan sedimen, Warna abu-abu hingga putih, Struktur masif, ukuran butir lempung, kemas tertutup, pemilahan baik. Nama litologi : batulempung

Kondisi Geologi

Secara umum kondisi topografi wilayah kegiatan penelitian dicirikan dengan sudut kemiringan lereng umum kurang dari 7° atau 5%. Beda tinggi sekitar 0,5 m – 2 m. Dalam pengelompokkan satuan morfologi dapat dikelompokkan kedalam Satuan Morfologi Dataran. Stratigrafi daerah penelitian diketahui berdasar hasil pengamatan lapangan, dicirikan dengan berkembangnya dua satuan batuan yaitu: Satuan Batulempung pasiran dan Batulempung.

Struktur geologi yang berkembang di sekitar wilayah kegiatan penelitian adalah struktur monoklin dicirikan dengan berkembangnya lapisan batuan tersier satuan batuan batupasir dengan kedudukan umum lapisan satuan batuan N 237° E/ 9-16° (menurut peta geologi lembar Banjarmasin), struktur sesar diperkirakan tidak terjadi. Dalam penelitian ini dilakukan sampling dengan

cara pemboran guna mengetahui komposisi mineral dan unsur elemen utama dari material lempung. 7 titik lokasi sampling dapat dilihat gambar-1



Gambar-1 Peta Sebaran Titik Sampling Pada Daerah Penelitian

Analisa Laboratorium

Pada penelitian ini dilakukan analisa laboratorium yang meliputi :

a. Analisa XRD (*X-Ray Powder Diffraction*)

Pada analisa XRD menunjukkan bahwa komposisi mineral yang terkandung di dalam material lempung pada daerah penelitian adalah *kaolinite*, *mica*, dan *Quartz*. Dapat dilihat pada tabel -2 dan tabel-3

b. Analisa XRF (*X-Ray Fluorescence*)

Berdasarkan tabel-4, dapat disimpulkan bahwa kaolin dengan rumus kimia $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ didominasi oleh Aluminium oksida dengan rumus kimia Al_2O_3 dengan rata-rata persentase 14% dan *Silicon Dioxide* dengan rumus kimia SiO_2 dengan rata-rata persentase lebih dari 75%.

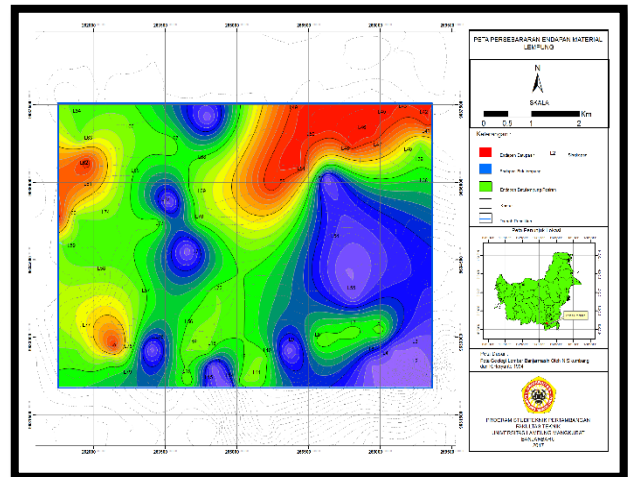
PEMBAHASAN

Sebaran Endapan Material Lempung

Data sebaran endapan material lempung didapatkan berdasarkan pada titik- titik singkapan yang didominasi oleh endapan batupasir dan endapan batulempung yang kemudian disesuaikan dan diolah oleh *software Surfer 14* untuk dijadikan peta kontur yang kemudian di *export* dan digabungkan peta kontur ketinggian yang sudah disiapkan pada *software ArcGIS*. Dari peta kontur yang dihasilkan memperlihatkan sebaran masing-masing endapan material lempung di daerah penelitian. Dengan warna merah menunjukkan endapan batupasir, warna biru menunjukkan endapan batulempung dan warna hijau merupakan endapan batulempung pasiran.

Berdasarkan gambar-2 diketahui bahwa endapan batupasir lebih banyak ditemukan di bagian timur laut daerah penelitian, endapan batulempung lebih banyak

ditemukan di bagian tenggara daerah penelitian sedangkan endapan batulempung pasiran lebih banyak ditemukan pada bagian barat daerah penelitian karena terbentuk dari endapan batupasir bercampur dengan endapan batulempung pada daerah penelitian.



Gambar 2. Peta Persebaran Endapan Material Lempung Pada Daerah Penelitian

Berdasarkan gambar-2 diketahui bahwa endapan batupasir lebih banyak ditemukan di bagian timur laut daerah penelitian, endapan batulempung lebih banyak ditemukan di bagian tenggara daerah penelitian sedangkan endapan batulempung pasiran lebih banyak ditemukan pada bagian barat daerah penelitian karena terbentuk dari endapan batupasir bercampur dengan endapan batulempung pada daerah penelitian.

Sebaran Material Lempung Berdasarkan Mineral *Kaolinite*

Berikut ini adalah analisis hasil pengujian sampel dengan XRD menunjukkan bahwa material lempung di daerah penelitian didominasi oleh mineral *kaolinite*.

a. Sampel CH-04, CH-06, CH-07, dan DP-05

Hasil analisa XRD (tabel-2) menunjukkan bahwa masing-masing sampel ini mineral penyusunnya adalah *kaolinite* ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) dan dalam hal komposisi kimia yang ditentukan oleh Analisis XRF (tabel-4) Sampel - sampel ini terutama terdiri dari senyawa SiO_2 dan Al_2O_3 . Namun mineral lempung yang terdeteksi pada masing-masing sampel ini hanya *kaolinite* oleh karena itu, kandungan kimiawi Al_2O_3 dapat menjadi terkait dengan kandungan *kaolinit*

b. Sampel CH-11

Hasil analisa XRD (tabel-2) menunjukkan bahwa sampel ini mineral penyusunnya adalah *kaolinite* ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$), mineral *quartz* (SiO_2) dan *mica* ($KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ atau $Al_2K_2O_6Si$) dan dalam hal komposisi kimia yang ditentukan oleh Analisis XRF (tabel-4) Sampel CH-11 clay terutama terdiri dari senyawa SiO_2 dengan persentase 81,88% dan Al_2O_3

dengan persentase 12,72%. Berbeda dengan sebelumnya, *kaolinite* berbagi senyawa SiO_2 kepada *quartz* dengan persentase besar karena berdasarkan hasil analisa XRD yang mencapai sebesar 41,4% jika dibandingkan dengan *mica* hanya mencapai 6,1%

c. Sampel DH-03

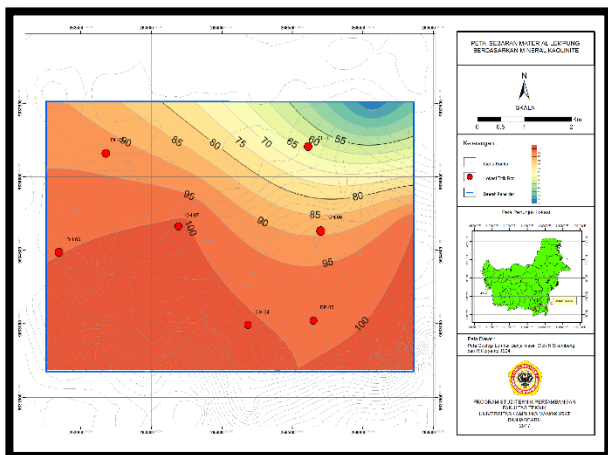
Hasil analisa XRD (tabel-2) menunjukkan bahwa sampel ini mineral penyusunnya adalah *kaolinite* ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) sebesar 98% dan *mica* ($KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ atau $Al_2K_2O_6Si$) sebesar 2% dan dalam hal komposisi kimia yang ditentukan oleh Analisis XRF (tabel-4) Sampel DH-03 clay terutama terdiri dari senyawa SiO_2 dengan persentase 77,26 % dan Al_2O_3 dengan persentase 15,90%.

d. Sampel DH-08

Hasil analisa XRD (tabel-2) menunjukkan bahwa sampel ini mineral penyusunnya adalah *kaolinite* ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) dan mineral *quartz* (SiO_2) dan dalam hal komposisi kimia yang ditentukan oleh Analisis XRF (tabel-4) Sampel DH-08 clay terutama terdiri dari senyawa Al_2O_3 dengan persentase 9,85%. dan SiO_2 dengan persentase 85,67% dimana senyawa SiO_2 terkait dengan mineral *quartz* dengan persentase mineral penyusunnya 10,3% pada sampel CH-11 mineral penyusunnya terdiri dari *kaolinite* sebesar 52,5%, *quartz* sebesar 41,4%, dan *mica* sebesar 6,1%.

Dari hasil analisa atas diperoleh data jumlah persentase mineral *kaolinite* pada tiap-tiap sampel yang kemudian diolah menjadi peta kontur sebaran material lempung berdasarkan kandungan kimiawi dengan menggunakan *software Surfer 14* yang dapat dilihat pada gambar-3

Dari peta kontur yang dihasilkan memperlihatkan penyebaran konsentrasi kandungan material lempung yang berorientasi dari arah barat daya - tenggara kearah timur laut daerah penelitian. Warna yang semakin merah menunjukkan nilai persentase jumlah kandungan mineral *kaolinite* yang lebih tinggi dan warna biru menunjukkan nilai persentase kandungan yang lebih rendah.



Gambar-3 Peta Sebaran Material Lempung Berdasarkan Mineral Kaolinit Pada Daerah

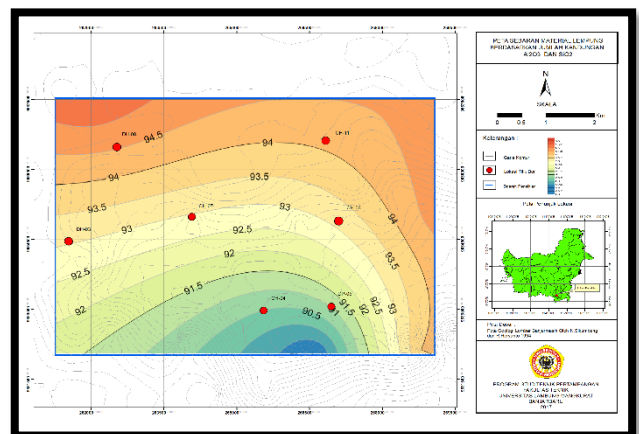
Sebaran Material Lempung Berdasarkan Jumlah Kandungan Aluminium oksida (Al_2O_3) dan Silicon Dioxide (SiO_2)

Berdasarkan analisis data singkapan material lempung diketahui adanya sebaran alluvial di daerah penelitian seperti yang digambarkan di dalam peta geologi regional yang didukung oleh ditemukannya singkapan litologi endapan batulempung dan batupasir lempungan sebagai penyusun endapan alluvial sebagai lapisan pembawa kaolin.

Secara umum kaolin merupakan kumpulan tanah liat halus dengan rumus kimia $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ yang berarti dua lapisan kristal (*lapisan silicon-oxygen tetrahedral* bergabung dengan lapisan *alumina octahedral*) ada secara bergantian. Hasil penelitian menunjukkan Uji XRF menunjukkan bahwa senyawa SiO_2 dan Al_2O_3 merupakan penyusun terbesar pada mineral kaolin.

hasil analisa XRF diperoleh data hasil persentase kandungan Al_2O_3 dan SiO_2 pada tiap-tiap sampel yang kemudian diolah menjadi peta kontur sebaran material lempung berdasarkan kandungan kimiawi dengan menggunakan *software Surfer 14* yang dapat dilihat pada gambar-4 d bawah

Dari peta kontur yang dihasilkan memperlihatkan penyebaran konsentrasi kandungan material lempung yang berorientasi dari arah barat laut – timur laut kearah selatan. Dengan nilai persentase jumlah kandungan aluminium oksida (Al_2O_3) dan *silicon dioxide* (SiO_2) 96% hingga 86%. Warna yang semakin merah menunjukkan nilai persentase jumlah kandungan aluminium oksida (Al_2O_3) dan *silicon dioxide* (SiO_2) yang lebih tinggi dan warna biru menunjukkan nilai persentase kandungan yang lebih rendah.



Gambar-4 Peta Sebaran Material Lempung Berdasarkan Jumlah Kandungan Aluminium oksida (Al_2O_3) dan Silicon Dioxide (SiO_2)

Tabel-2 Hasil Analisa XRD (*X-Ray Powder Diffraction*)

No	Sampel	Height	Mineral
1	CH-04	835,26,37,41,10,443,15,18,17	Kaolinite,
2	CH-06	1033,16,16,27,14,480,18	Kaolinite,
3	CH-07	335,20,19,26,17,12,217,18,17,15	Kaolinite,
4	CH-11	27,455,19,12,16,110,27,18,25,18,239,523,18,23	Kaolinite, Quartz, Mica
5	DH-03	13,832,15,22,26,27,15,454,9,5,19	Kaolinite, Mica
6	DH-08	1240,52,28,40,845,194	Kaolinite, Quartz
7	DP-05	1003,20,33,34,24,1026,12,20	Kaolinite

Tabel-3 Persentase Mineral Penyusun Mineral Lempung Pada Setiap Sampel

No	Sampel	Persentase Mineral		
		Kaolinite	Quartz	Mica
1	CH-04	100%	-	-
2	CH-06	100%	-	-
3	CH-07	100%	-	-
4	CH-11	52,5%	41,4%	6,1%
5	DH-03	98%	-	2%
6	DH-08	89,7%	10,3%	-
7	DP-05	100%	-	-

Tabel-4 Hasil Analisa XRF (*X-Ray Fluorescence*)

No	Parameter	Hasil Analisis (%)						
		DH-03	CH-04	DP-05	CH-06	CH-07	DH-08	CH-11
1	Al ₂ O ₃	15,90	22,96	12,97	14,60	17,99	9,85	12,72
2	TiO ₂	0,44	0,93	0,38	0,33	0,44	0,31	0,36
3	Fe ₂ O ₃	0,57	0,66	0,75	0,47	0,53	0,55	0,51
4	CaO	0,14	0,12	0,13	0,12	0,14	0,13	0,13
5	MgO	0,02	0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01
6	MnO ₂	0,005	0,007	0,0006	0,003	0,005	0,005	0,005
7	SO ₃	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
8	SiO ₂	77,26	66,02	81,04	80,13	75,09	85,67	81,88

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Komposisi mineral yang terkandung di dalam material lempung pada daerah penelitian adalah *kaolinite*, *mica*, dan *Quartz*.
2. Berdasarkan hasil analisa XRF, unsur elemen utama yang memiliki jumlah kandungan paling tinggi adalah aluminium oksida (Al₂O₃) dengan persentase rata-rata sebesar 14% dan *silicon dioxide* (SiO₂) dengan persentase rata-rata sebesar 75%.
3. Mineral *kaolinite* paling banyak dijumpai pada daerah penelitian adalah endapan batulempung kemudian endapan batulempung pasiran dan lebih sedikit dijumpai pada endapan batupasir.
4. Konsentrasi endapan batupasir lebih banyak terpusat pada bagian timur laut daerah penelitian karena memiliki persentase mineral quartz yang tinggi, endapan batulempung lebih banyak terpusat pada tenggara daerah penelitian dimana persentase mineral *kaolinite* yang ditemukan dapat mencapai 100% sedangkan endapan batulempung pasiran lebih banyak dibagian barat karena merupakan campuran dari endapan batupasir dan endapan batulempung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullloh, 2004, Evaluasi Teknik Uji Geser dan Uji Tekan dalam Kajian Pengaruh Kadar Air Dan Penambahan Zat Limbun Terhadap Platisitas Lempung Asal Dsn. Pandisari Ds. Sawoo Kec. Kuterejo Kab. Mokokerto, Thesis tidak diterbitkan, Departemen Kimia Fakultas MIPA ITB.
- [2] Aji, Setyo.B dan Anjar, 2009, *The Role Of a Coal Gasification Fly Ash as Clay Additive in Building Ceramic*, *Journal of the European Ceramic Society* 26 (2006) 3783-3787.
- [3] Anonim, 2016, *Grades of Kaolin*, Larchmont, New York. USA.
- [4] Anonim, 2017, Kecamatan Mataraman Dalam Angka, Badan Pusat Statistik Kabupaten banjar
- [5] Cetin , Mahir C. dan Altun N. Emre, 2016, *Application of a rapid methodology for preliminary appraisal kaolinite deposit*, *Middle East Technical University, Mining Engineering Departemen*, Ankara, Turkey
- [6] Das, Braja M., 1998, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Erlangga, Jakarta

- [7] Ginting, I, Gugun dan Yayan, 2005, Pembuatan Perangkat Lunak Analisis Kualitatif Difraksi Sinar X Dengan Metode Hanawalt, Prosiding seminar Nasional Sains dan Teknik Nuklir P3TkN-BATAN, 14-15 Juni 2015
- [8] Grim, R. E, 1962, *Applied Clay Minerology*. McGraw Hill Book Company, New York, Hal.1-51
- [9] Kurniasari, H. D, 2008, Solidifikasi Limbah Alumina dan Sand Blasting PT Pertamina UP IV Cilacap Sebagai Campuran Bahan Keramik, Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Dakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan. Yogyakarta: Universiitas Negeri Islam Indonesia.
- [10] Nelson, S. A., 2001, *Clay Minerals*, Tulane University
- [11] Nurahmi, e. 2001, Uji Stabilitas Struktur Bentonit Terhadap Perlakuan Asam Sulfat Dan Pemanasan, Skripsi, Yogyakarta : FMIPA UGM, Hal 1-2
- [12] Qadari, Moh. T, 2010, Karakterisasi Lempung Dari Daerah Pagedangan Kec. Turen Kab. Malang Dan Daerah Getaan Kec. Pagelaran Kab. Malang, Tugas Akhir Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Negeri Islam Malang
- [13] Sumantri, T. 2010, Aplikasi XRF Untuk Identifikasi Lempung Pada Kegiatan Penyimpanan Lestari Limbah Radioaktif. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah VII Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAB ISSN 1410-6086 Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi-Ristek
- [14] Sunardi, Kim dan Yateman Arryanto, 2009, Purifikasi dan Karakterisasi Kaolin Alam Asal Tatakan, tapin , Kalimantan Selatan, Prosiding Sseminar Nasional Penelitian, pendidikan dan Penerapan MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
- [15] Vaccari, a. 1999, *Clay and Catalystis: Apromising Future*. J. Applied Clay Sciences, Vol.14. Hal. 161-198.