



Analisa Komposisi Fasa Lempung Kalimantan Selatan Berdasarkan Data Difraksi Sinar X

Muhammad Saukani^{1*)}, Rullyana Febrianti²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Kalimantan MAAB

²⁾ Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Kalimantan MAAB

^{*)} Penulis korespondensi: saukani@fatek.uniska-bjm.ac.id

ABSTRAK-Penelitian tentang karaktersisasi mineral lempung Kalimantan Selatan sebagai bahan dasar geopolymer telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam masing-masing sampel dan menganalisa potensinya sebagai bahan geopolymer. Sampel diambil di Sungai Tabuk, Cintapuri dan Tatakan. Informasi kandungan fasa dalam sampel lempung tersebut dikarakterisasi menggunakan difraktometer sinar X yang dianalisa secara kualitatif dengan metode *search-match* dan kuantitatif dengan metode Rietveld. Agar analisa difraksi sinar X lebih mudah, sampel juga dilakukan karakterisasi menggunakan XRF. Hasil karakterisasi XRF menginformasikan bahwa ketiga sampel lempung tersebut mengandung unsur Si, Al, Fe, K dan Ti. Seluruh puncak-puncak kristalin yang dianalisis dari data XRD secara kualitatif menggunakan perangkat lunak X'Pert HighScore Plus menunjukkan adanya fasa mayor Quartz (SiO_2) dan Kaolinit ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$). Analisa secara kuantitatif menggunakan perangkat lunak Rietica menunjukkan kandungan Quartz dan kaolinit berturut-turut untuk sampel CT02 29,4%, 70,6%, ST02 30,7%, 69,3% dan TT02 5,4%, 94,6%. Berdasarkan data kuantitatif ini menunjukkan bahwa seluruh sampel berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan dasar geopolymer.

Kata Kunci: Geopolimer, Kaolinit, Rietica, XRD.

I. PENDAHULUAN

Istilah geopolymer pertama kali diperkenalkan oleh Davidovits pada tahun 1980an yang digunakan untuk polimer inorganik yang diproduksi dari aktivasi terhadap bahan yang mengandung alumino-silikat (Bergaya dan Lagaly, 2013). Geopolimer dapat dipabrikasi dengan material alam seperti kalsinasi lempung, kaolin, metakaolin, smektit atau limbah industri seperti abu layang dan lumpur yang kaya silika-aluminat (Damilola, 2013). Geopolimer merupakan bentuk baru dari polimer inorganik yang terpolarisasi dan mencapai kestabilan secara dimensional pada suhu di bawah 100°C serta dapat mensubstitusi semen portland, plastik, bahan keramik (bata tahan panas) dan produk-produk mineral lainnya.

Lempung (*clay*) adalah salah satu bahan yang ketersediaannya melimpah, namun belum dikelola secara optimal. Lempung secara alami membentuk *alumino-silicate hydrate* dengan berbagai variasi jumlah besi, magnesium, logam alkali dan logam-logam alkali tanah (Bergaya dan Lagaly, 2013). Mineral lempung diklasifikasikan berdasarkan rasio silika terhadap alumina diantaranya kaolinit (1:1), illit (2:1) Smektit (2:2) dan klorit (2:1:1) (Ogundiran dan Kumar, 2015).

Potensi aplikasi material ini sebagai bahan dasar pembuatan geopolimer semakin besar mengingat ketersediaan lempung khususnya di Kalimantan Selatan sangat melimpah, sebagai langkah awal untuk memanfaatkan lempung sebagai bahan geopolimer maka perlu dilakukan karakterisasi bahan ini menggunakan XRD

yang dibantu dengan karakterisasi XRF untuk mengetahui fasa yang terkandung di dalamnya.

II. METODE PENELITIAN

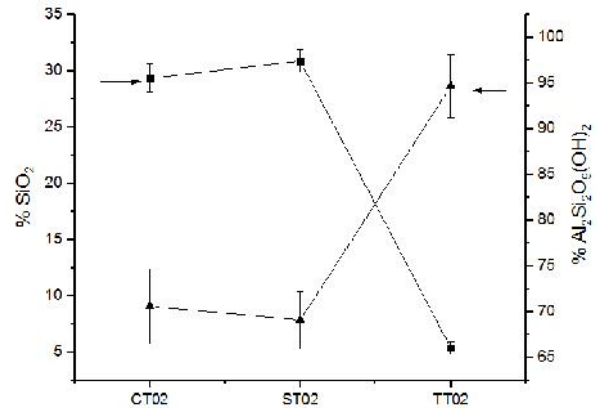
Sampel lempung yang diambil pada 3 lokasi yang berbeda, Larutan H_2O_2 dan H_2SO_4 digunakan untuk purifikasi sampel. Sampel yang telah dipurifikasi dan lolos ayak 170 mesh dikarakterisasi unsur yang terkandung di dalamnya menggunakan EDXRF Analyzer (Thermo Fisher Scientific) dan karakterisasi struktur menggunakan Difraktometer Sinar-X (Philips X'Pert Pro) panjang gelombang radiasi $Cu K\alpha$ 1,54060 Å. Pola difraksi sinar-X dianalisis secara kualitatif menggunakan perangkat X'Pert HighScore Plus dengan metode *search-match* sedangkan analisa kuantitatif menggunakan perangkat lunar Rietica yang bekerja berdasarkan metode *Rietveld Refinement* dengan pendekatan kuadrat terkecil (Pratapa, 2011).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel lempung yang telah diambil dari lapangan dipreparasi dan dikarakterisasi menggunakan metode Difraksi Sinar X (XRD) dan Fluoresensi Sinar-X (XRF). XRD digunakan untuk mengetahui senyawa kristalin yang terkandung dalam sampel, sudut pengamatan (2θ) antara 10° - 90° dengan langkah scan $0,02^\circ$, hasil karakterisasi ketiga sampel disajikan pada gambar 1. Sedangkan XRF digunakan untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung pada sampel, luas areal cakupan pengamatan adalah $132,7 \text{ mm}^2$, hasil pengujian ketiga sampel disajikan pada Tabel 1.

Data komposisi unsur yang didapatkan dari pengujian XRF digunakan untuk mempermudah analisa secara kualitatif data XRD. Metode analisa kualitatif digunakan dengan teknik *search and match* menggunakan perangkat lunak X'Pert HighScore Plus yang telah dilengkapi dengan *database PDF (powder diffraction file)*. Informasi senyawa yang terkandung dalam material uji bisa terdeteksi sebagai puncak hanyalah puncak kristalin,

untuk sampel yang bersifat amorf dideteksi sebagai *background*.



Gambar 1. Hasil analisa kualitatif sampel lempung Tatakan, Cintapuri dan Sungai Tabuk.

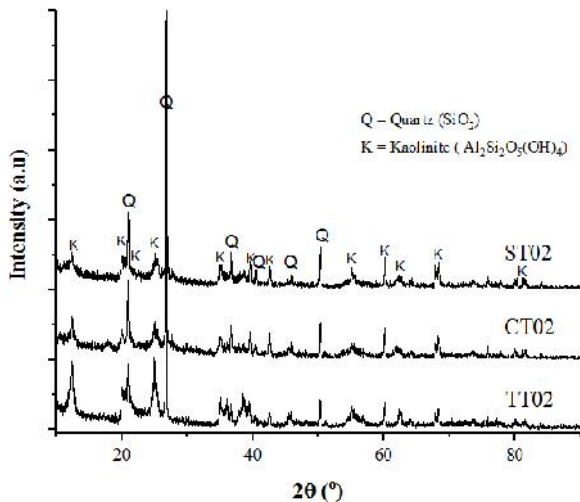
Tabel 1. Komposisi unsur dalam sampel.

Unsur	% Massa		
	%CT02	ST02	TT02
Si	34,86	35,24	34,12
Fe	8,28	4,74	1,63
Al	4,48	7,14	11,16
K	2,28	1,47	0,897
Ti	1,21	1,39	1,44
OCC	0,67	0,22	0,08

Hasil analisa secara kualitatif menunjukkan bahwa ketiga sampel lempung membentuk fasa kristalin Quartz (SiO_2) dengan nomor PDF #01-085-0504 dan Kaolinit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) dengan nomor PDF #00-029-1448. Jika dibandingkan dengan hasil karakterisasi menggunakan XRF, unsur yang bisa dideteksi dan analisa XRD hanya unsur Al dan Si sedangkan unsur Fe, K dan Ti tidak terdeteksi. Hal ini diduga senyawa yang dibentuk oleh unsur tersebut masih berbentuk amorf.

Komposisi fasa yang terkandung dalam sampel dari data XRD dapat dilakukan dengan analisa kuantitatif. Analisa yang populer digunakan dan dapat diterima kebenarannya adalah dengan metode *rietveld-refinement*. Metode ini telah dikomputasikan dalam perangkat lunak Rietica. Metode rietveld menggunakan pendekatan kuadrat terkecil (*least square*), dengan

membandingkan pola difraksi terhitung sebagai referensi data (model) terhadap pola difraksi terukur (sampel analisis). Parameter pencocokan yang dilakukan adalah tinggi puncak, posisi puncak dan lebar puncak (Pratapa, 2011). Hasil refinement akan diterima dan dipercaya kebenarannya jika nilai *goodness-of-fit* (GoF) atau dilambangkan dengan χ kurang dari 4% (Kisi, 1994).



Gambar 2. Komposisi fase kristalin yang terkandung dalam sampel lempung

Nilai GoF hasil refinement untuk masing-masing sampel adalah CT02 2,06%, ST02 1,89% dan TT02 = 2,46%. Berdasarkan nilai GoF tersebut maka, hasil refinement keseluruhan seluruh sampel dapat diterima. Komposisi fasa seluruh sampel ditunjukkan pada Gambar 3. Jika diperhatikan komposisi fasa yang didapatkan dari hasil refinement sampel yang diambil dari tatakan memiliki kadar kaolinit terbesar hampir mencapai 95% dan diikuti lempung dari sungai tabuk dan cintapuri dimana kedua sampel ini memiliki kadar kaolinit lebih dari 50%. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga jenis lempung ini dapat digunakan sebagai bahan dasar geopolimer. Pengaplikasian lempung pada ketiga tempat sampling dapat digunakan sebagai bahan dasar geopolimer dengan syarat perlu dilakukan hidroksilasi OH, sehingga senyawa kristalin berubah menjadi amorf. Perubahan ini dapat dilakukan

dengan pembakaran (kalsinasi) pada suhu diatas 600°C sehingga akan muncul sifat semennya (Subaer, 2007).

IV. KESIMPULAN

1. Fasa kristalin yang terkandung dalam sampel lempung pada tiga titik lokasi adalah CT02 (SiO₂ 29,37%, Al₂Si₂O₅(OH)₄ 70,63%), ST02 (SiO₂ 30,66%, Al₂Si₂O₅(OH)₄ 69,12%) dan TT02 (SiO₂ 5,37%, Al₂Si₂O₅(OH)₄ 94,63%).
2. Ketiga sampel berpotensi digunakan sebagai bahan geopolimer, kandungan fasa kaolinit yang terkandung di dalamnya lebih dari 60%.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari yang telah memberikan pendanaan penuh melalui dana APBU 2016. Selain itu ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Saudara Nurul Hidayat yang telah membantu dalam karakterisasi Difraksi Sinar X.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Bergaya, F., Lagaly, G., 2013. *Chapter 1 - Introduction to Clay Science: Techniques and Applications*, in: Lagaly, F.B. and G. (Ed.), *Developments in Clay Science, Handbook of Clay Science*. Elsevier, pp. 1–7.
- Damilola, O.M., 2013. Syntheses, characterization and binding strength of geopolymers: A review. *Int. J. Mater. Sci. Appl.* 2, pp. 185–193.
- Karmous, M.S., 2011. Theoretical study of kaolinite structure; energy minimization and crystal properties. *World J. Nano Sci. Eng.* 1, pp. 62.
- Murray, H.H., 2006. *Applied Clay Mineralogy: Occurrences, Processing and Applications of Kaolins, Bentonites, Palygorskitesepiolite, and Common Clays*. Elsevier.
- Okoye, F.N., Durgaprasad, J., Singh, N.B., 2015. Mechanical properties of alkali activated flyash/Kaolin based

- geopolymer concrete. *Constr. Build. Mater.* 98, pp.685–691.
- Ogundiran, M.B., Kumar, S., 2015. Synthesis and characterisation of geopolymer from Nigerian Clay. *Appl. Clay Sci.* 108, pp.173–181.
- Sindhunata, van Deventer, J.S.J., Lukey, G.C., Xu, H., 2006. Effect of Curing Temperature and Silicate Concentration on Fly-Ash-Based Geopolymerization. *Ind. Eng. Chem. Res.* 45, pp. 3559–3568.
- Subaer, 2007. *Pengantar fisika geopolimer*. Jakarta: Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.
- Pratapa, S., 2011. *Analisis Data Difraksi Menggunakan Metode Rietveld*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Noverber.