

KARAKTERISTIK ENDAPAN LEMPUNG CITARIK SUKABUMI SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BATA DAN GENTENG

Widodo¹ dan Priyo Hartanto¹

¹ UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon-LIPI
Jl. Cihaur No. 2, Desa Kertajaya, Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi
Email: wwwidodo01@gmail.com

Sari

Di Citarik Kecamatan Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi terdapat endapan lempung, namun belum dimanfaatkan secara baik dan optimal. Dalam usaha untuk memanfaatkan endapan lempung tersebut, sangatlah penting dilakukan penelitian. Penekanan pada penelitian ini adalah mengetahui karakteristik dan pemanfaatan endapan lempung sebagai bahan baku pembuatan bata dan genteng, dengan cara melakukan penelitian terhadap sifat-sifat kimia dan fisik yang dikaitkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang ada.

Analisis kimia dan fisik telah dilakukan terhadap endapan lempung Citarik, kombinasi hasil analisis kimia dan fisik ini untuk dapat mengetahui kualitas lempung sebagai bahan baku pembuatan bata dan genteng, serta mengetahui kualitas produk yang berupa benda uji. Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa endapan lempung Citarik mengandung SiO₂ dan Al₂O₃ yang tinggi, masing-masing 70,45% dan 14,02%. Kandungan SiO₂ dan Al₂O₃ ini merupakan unsur-unsur penting sebagai pembentuk bata dan genteng. Hasil analisis fisik untuk mengetahui fraksi-fraksi pada endapan lempung yang berukuran kerikil, pasir, lanau dan lempung dilakukan dengan cara pengendapan menggunakan metode *Andreasen* dengan hasil 91,92% mengandung lempung dan lanau. Hasil analisis besar butir cara pengendapan menunjukkan bahwa endapan lempung Citarik mengandung pasir kasar 1,85%, pasir halus 20,65%, lanau 24,06% dan lempung 53,44%. Berdasarkan diagram *Winkler* perpotongan dari garis ketiga prosentase fraksi pasir, lanau dan lempung terletak didalam daerah III, ini berarti contoh endapan lempung Citarik dapat diolah dan dibentuk untuk pembuatan bata dan genteng.

Hasil uji keplastisan dengan cara *Atterberg*, mempunyai indek plastisitas (*plasticity index*) cukup tinggi yaitu 64,75%, maka lempung bersifat lengket dan sangat plastis. Hasil analisis fisika terhadap benda uji sebelum dibakar (dalam keadaan mentah) diketahui bahwa lempung Citarik berwarna kuning-kemerahan, sangat plastis, susut kering 10% dan kondisi selama pengeringan baik. Sedangkan benda uji setelah dibakar pada temperatur 800^o C diketahui bahwa susut bakar 1%, suara cukup nyaring, warna coklat kemerahan, kuat lentur 90,80 kg/cm² dan permukaan benda uji cukup halus.

Kata kunci : endapan lempung, analisis, kualitas, bata dan genteng

Abstract

At Citarik Pelabuhan Ratu Sukabumi District there are clay deposits, but has not been utilized properly and optimally. In an effort to take advantage of these clay deposits, it is very important to do research. The emphasis in this research is to understand the characteristics and utilization of sludge as raw material for the manufacture of clay brick and roof-tile, by doing research on the chemical properties and physical associated with National Indonesia Standard (SNI) that exist.

Chemical and physical analysis has been carried out on clay Citarik deposits, a combination of chemical and physical analysis results are to be able to know the quality of clay as raw material

for making bricks and roof-tiles, and know the quality of products in the form of the test object. Results of chemical analysis showed that the clay Citarik deposits contain high SiO_2 and Al_2O_3 , respectively 70.45% and 14.02%. The content of SiO_2 and Al_2O_3 are important elements as building brick and roof-tile. Results of physical analysis to determine the fractions on pebble-sized clay sediment, sand, silt and clay is done by Andreasen sedimentation method with results of 91.92%, containing clay and silt. Grain size analysis results showed that the sediment deposition way Citarik loam containing 1.85% coarse sand, fine sand 20.65%, silt 24.06% and 53.44% clay. According to Winkler diagram intersection from third line percentage sand fraction, silt and clay situated insides region III. This clay sediment example changeable and formed for brick maker and roof-tile. The test results by Atterberg plasticity, has index of plasticity (plasticity index) is high at 64.75%, the clay is sticky and very plastic. Physics analysis results of the test object before burning it (in a raw state) is known that clay Citarik yellow-reddish, very plastic, 10% dry shrinkage during drying and good condition. While the specimens after the burned at a temperature of 800°C is known that the firing shrinkage of 1%, the sound quite loud, sorrel, flexural 90.80 kg/cm^2 and fairly smooth surface specimens.

Keyword: *clay sediment, analysis, quality, brick and roof-tile*

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai potensi yang cukup besar mengenai bahan galian, khususnya bahan galian industri yang tersebar hampir di kepulauan Indonesia. Salah satu dari bahan galian industri tersebut adalah endapan lempung.

Seiring dengan semakin meningkatnya pemanfaatan bahan galian lempung khususnya untuk industri bata dan genteng, maka kebutuhan akan endapan lempung juga akan semakin meningkat. Berkaitan dengan pengembangan wilayah Pelabuhan Ratu sebagai ibu kota Kabupaten Sukabumi, maka kebutuhan bahan bangunan diantaranya bata dan genteng juga akan meningkat. Selama ini untuk mencukupi kebutuhan bata dan genteng di Pelabuhan Ratu diambil dari luar daerah, misalnya Bogor, Bandung, Jatiwangi-Kadipaten.

Bata dan genteng banyak digunakan sebagai komponen bangunan, dibuat dari tanah liat (lempung) dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar pada suhu yang cukup tinggi sehingga tidak hancur apabila direndam dalam air (SNI 15-2094-1991). Lempung adalah salah satu mineral industri (golongan C) berasal dari pelapukan batuan yang mengandung mineral silikat, aluminium, kalium, natrium, magnesium dan kalsium. Silika bebas dalam lempung akan mempengaruhi sifat keplastisan, susut kering dan susut bakar, mengurangi kekuatan tarik dan tekan, kecuali silika bebas terdapat dalam butir-butir yang sangat halus.

Endapan lempung yang telah dicetak sebagai bahan bata dan genteng, apabila dipanaskan pada suhu 800°C maka partikel air akan berkurang karena penguapan, sehingga ikatan antar atom pada lempung menjadi kuat. Pada proses pembakaran bata/genteng tersebut, partikel-partikel lempung akan mengelompok menjadi bahan padat, kemudian permukaan butir yang berdekatan akan menyatu. Secara ideal suhu pembakaran lempung sehingga produk mengalami pematangan berkisar antara 600°C - 900°C (Chanan, 2000).

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik endapan lempung, disamping itu juga mengetahui kualitasnya dan pemanfaatannya yang disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Endapan lempung Citarik ini belum dimanfaatkan secara baik dan optimal khususnya sebagai bahan baku bata dan genteng, karena kualitas pemanfaatannya belum

diketahui dengan baik. Untuk itu selain mengetahui karakteristik endapan lempung, juga dilakukan percobaan pembakaran benda uji pada temperatur 800° C.

METODOLOGI

Contoh endapan lempung yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari tanah pesawahan dan tegalan yang terletak di Desa Citarik, Kecamatan Pelabuhan Ratu, Kabupaten Sukabumi. Contoh endapan lempung ini kemudian dibawa ke laboratorium untuk mengetahui kualitas endapan lempung dengan cara dianalisis kimia dan fisika.

Analisis kimia untuk mengetahui senyawa-senyawa oksida SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅, dan *Lost of Ignition* (LOI). Sedangkan analisis fisika meliputi: analisis besar butir dengan cara pengayakan dan pengendapan, uji keplastisan dengan cara *Atterberg*, mengetahui sifat-sifat lempung dalam keadaan mentah, dan sifat-sifat benda uji setelah dibakar.

Prosedur penelitian dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap persiapan dan tahap pengujian.

Tahap persiapan

Untuk mempersiapkan benda uji yang akan diteliti diambil endapan lempung di lapangan, yaitu di Desa Citarik, Kecamatan Pelabuhan Ratu, Kabupaten Sukabumi. Endapan lempung merupakan endapan sedimen, sehingga sifat-sifat endapan lempung relatif seragam. Endapan lempung ini kemudian dikeringkan pada oven yang suhunya diatur konstan (110° C) selama 2 jam untuk menghilangkan kadar airnya. Endapan lempung ini kemudian dilakukan homogenisasi dan pembagian contoh (*splitting*) untuk tujuan analisis kimia dan fisika. Khusus untuk analisis kimia, endapan lempung digerus hingga berukuran -200 mesh.

Tahap Pengujian

Pada tahap pengujian meliputi analisis besar butir dengan cara pengayakan dan pengendapan, uji keplastisan endapan lempung dengan cara *Atterberg*, mengetahui sifat-sifat lempung dalam keadaan mentah, dan sifat-sifat benda uji setelah dibakar. Benda uji dibuat dengan cara lempung dihancurkan, kemudian ditambah air dan diinjak-injak/dilumatkan hingga merata membentuk adonan yang sesuai untuk bahan bata/genteng, adonan ini kemudian dibuat benda uji berukuran (10,0 x 2,0 x 1,0) cm.

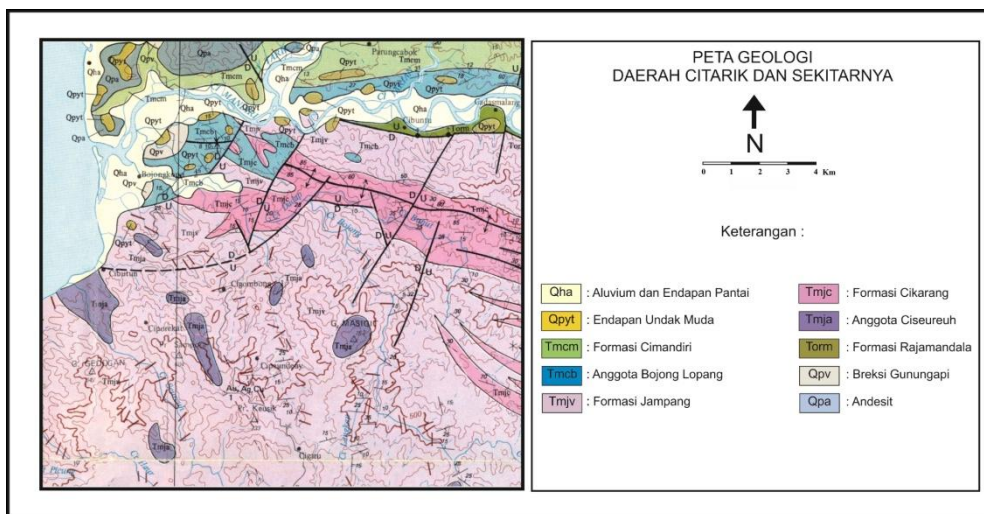
HASIL

Berdasarkan kenampakan bentang alam daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi tiga satuan morfologi yaitu satuan morfologi pedataran, satuan morfologi perbukitan bergelombang sedang dan satuan morfologi perbukitan bergelombang kuat. Satuan morfologi pedataran menempati bagian daerah penelitian yaitu tidak jauh dari sungai Cimandiri, dan secara geologi termasuk kedalam Aluvium dan Endapan Pantai (Qha), daerah morfologi pedataran di bagian selatan umumnya merupakan pedataran pantai sedangkan daerah pedataran di bagian timur merupakan lembah-lembah sekitar aliran sungai yang telah berumur tua, lihat Gambar 1 (Sukamto, 1975).

Satuan morfologi perbukitan bergelombang sedang-kuat menempati areal sebelah utara daerah penelitian yaitu meliputi Endapan Undak Muda (Qpyt), Formasi Cimandiri (Tmcm), Breksi Gunungapi (Qpv) dan Andesit (Qpa).

Satuan morfologi perbukitan bergelombang kuat menempati selatan daerah penelitian, meliputi Anggota Bojong Lopang (Tmcb), Formasi Jampang (Tmjv), Formasi Cikarang (Tmjc), Anggota Cisereuh (Tmja), dan Andesit (Qpa).

Lempung merupakan senyawa hidrat dari aluminium silikat dan merupakan campuran dari bahan mineral yang terbentuk akibat alterasi serta penghancuran batuan pembawa mineral felspar (Suhala, dkk., 1997). Endapan lempung daerah Citarik Kabupaten Sukabumi berwarna kuning kemerahan, plastis, tersingkap cukup luas pada sawah dan tegalan (Gambar 2). Endapan lempung diendapkan pada cekungan yang akhirnya membentuk dataran, secara geologi termasuk ke dalam Aluvium dan Endapan Pantai (Qha).



Gambar 1. Peta Geologi Daerah Penelitian (Sukanto, 1975)



Gambar 2. Foto Pengambilan Contoh Endapan Lempung

Pada Tabel 1 merupakan hasil analisis kimia yang menunjukkan endapan lempung tersebut mengandung kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 yang tinggi, masing-masing 70,45% dan 14,02 %. Kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 unsur-unsur penting sebagai pembentuk bata dan genteng.

Tabel 1. Analisis Kimia Endapan Lempung Citarik, Sukabumi, Jawa Barat

No.	Oksida Kimia	Hasil Analisis (%)
1	SiO ₂	70,45
2	Al ₂ O ₃	14,02
3	Fe ₂ O ₃	1,24
4	K ₂ O	0,29
5	TiO ₂	0,19
6	MnO	1,66
7	MgO	3,89
8	CaO	3,55
9	P ₂ O ₅	1,09
10	Na ₂ O	0,38
11	LOI	3,24

Untuk mengetahui fraksi-fraksi pada endapan lempung yang berukuran kerikil, pasir, lanau dan lempung dilakukan analisis besar butir dengan menggunakan ayakan ukuran 2,50 mm, 1,00 mm, 0,210 mm dan 0,063 mm. Analisis dilakukan dengan cara pengendapan menggunakan Metode *Andreasen* (SNI 15-0258, 1989) dengan hasil sebagai berikut (Tabel 2 dan Tabel 3):

Tabel 2. Hasil Analisis Besar Butir Endapan Lempung

No.	Sifat-Sifat	Pemerian (%)
1	Analisis besar butir :	
	>2,00 mm	0,15
	2,000 - 1,000 mm	0,03
	1,000 - 0,210 mm	1,80
	0,210 - 0,061 mm	6,10
<0,083 mm	91,92	
2	Komposisi	
	Kerikil	0,15
	Pasir	7,93
	Lempung/Lanau	91,92

Tabel 3. Hasil Analisis Butir Dengan Cara Pengendapan

No	Fraksi	Pasir Kasar	Pasir Halus	Lanau	Lempung
1	Ukuran (mm)	>0,210	0,210-0,020	0,020-0,002	<0,002
2	Jumlah (%)	1,85	20,65	24,06	53,44

Hasil Uji keplastisan dengan cara *Atterberg* (SNI 15-1323, 1989) menunjukkan bahwa contoh endapan lempung Citarik mempunyai indek plastisitas (*plasticity index*) cukup tinggi yaitu 64,75% (Tabel 4), maka lempung bersifat lengket dan sangat plastis.

Tabel 4. Hasil Uji Keplastisan

No.	Batas Konsistensi	Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Plastisitas	Keterangan
1	%	89,00	24,25	64,75	Sangat plastis

Hasil analisis fisika terhadap benda uji sebelum dibakar (dalam keadaan mentah) diketahui bahwa lempung Citarik berwarna kuning-kemerahan, sangat plastis, susut kering 10% dan kondisi selama pengeringan baik (Tabel 5). Sedangkan benda uji setelah dibakar pada temperatur 800° C diketahui bahwa susut bakar 1 %, suara cukup nyaring, warna coklat kemerahan, kuat lentur 90,80 kg/cm² dan permukaan benda uji cukup halus(Tabel 6).

Tabel 5. Sifat-Sifat Lempung Dalam Keadaan Mentah

No.	Diskripsi Bahan	Hasil Diskripsi
1	Warna	Kuning Kemerahan
2	Air Pembentuk (%)	46,00
3	Keplastisan	Sangat Plastis
4	Susut Kering (%)	10,00
5	Kondisi Selama Pengeringan	Baik

Tabel 6. Sifat-Sifat Benda Uji Setelah Dibakar

No.	Diskripsi	Hasil Diskripsi
1	Temperatur	800°C
2	Susut bakar	1,00 (%)
3	Suara	Cukup nyaring
4	Warna	Coklat kemerahan
5	Kuat lentur	90,80 kg/cm ²
6	Permukaan benda uji	Cukup halus

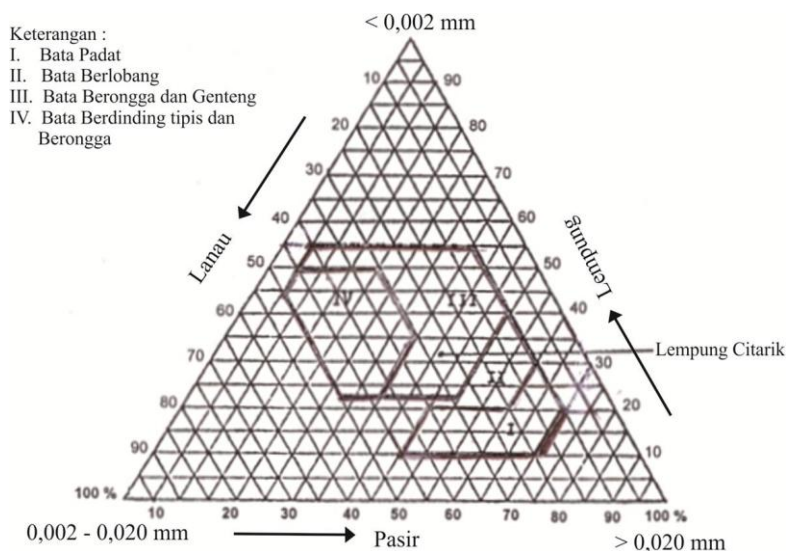
ANALISIS/DISKUSI

Litologi yang menyusun daerah penelitian dan sekitarnya adalah piroklastik dari tufa halus hingga breksi yang sebagian besar telah teralterasi, lava dan beberapa intrusi. Batuan - batuan vulkanik tersebut tersusun atas basalt dan dasit. Berdasarkan hasil penelitian endapan lempung Citarik terjadi dari pelapukan kimia lanjut (dekomposisi kimia) dari batuan asalnya (tuf yang mengandung felspar) berubah menjadi lempung.

Hasil analisis unsur utama endapan lempung Citarik yang ditampilkan pada Tabel 1, menunjukkan bahwa contoh tersebut memiliki nilai LOI diatas 2,5; sehingga batuan induknya dapat dikategorikan tidak segar atau sudah mengalami ubahan atau alterasi. Berdasarkan kandungan SiO₂ yang terukur, batuan vulkanik daerah Citarik memiliki kisaran komposisi dari basalt, andesitik hingga dasitik. Batuan-batuan alterasi menyusun sebagian besar daerah penelitian dengan dicirikan oleh kehadiran kelompok mineral ubahan seperti klorit, karbonat, epidot, serisit, silika, mineral lempung, kalium felspar, dan hematit.

Hasil analisis XRD menunjukkan mengandung mineral monmorillonit dan haloisit, walaupun dalam jumlah yang tidak banyak. Berdasarkan hasil analisis besar butir, endapan lempung Citarik terdiri dari kerikil 0,15 %, pasir 7,93 %, lanau dan lempung 91,92 % (Tabel 2). Fraksi kerikil dan pasir relatif kecil, sedangkan fraksi lanau dan lempung tinggi (>90%), sehingga conto endapan lempung Citarik mempunyai sifat plastisitas tinggi.

Analisis besar butir endapan lempung dengan cara pengendapan menggunakan Metode *Andreasen* (SNI 15-0258) memberikan hasil pasir kasar sebesar 1,85 %, pasir halus 20,65 %, lanau 24,06 % dan lempung 53,44 % (Tabel 3). Berdasarkan Diagram *Winkler* (Gambar 3) maka perpotongan dari garis ketiga prosentase fraksi pasir, lanau dan lempung terletak di dalam daerah III, ini berarti bahwa contoh endapan lempung daerah Citarik dapat diolah dan dibentuk untuk pembuatan bata maupun genteng.



Gambar 3. Diagram Winkler

Hasil Uji keplastisan dengan cara *Atterberg* (SNI 15-1323, 1989) menunjukkan bahwa contoh lempung Citarik mempunyai indeks plastisitas (*plasticity index*) cukup tinggi yaitu 64,75 % (Tabel 4), maka lempung bersifat lengket dan sangat plastis. Semakin halus butiran lempung, maka nilai keplastisannya dan kekuatannya akan semakin tinggi, sebaliknya semakin kasar ukuran butiran lempung, maka nilai keplastisannya dan kekuatannya juga akan semakin rendah (Worral, 1986).

Untuk mengetahui sifat-sifat endapan lempung dalam keadaan mentah dan uji bakar pada temperatur 800°C dibuat benda uji berukuran (10,0 x 2,0 x 1,0) cm. Hasil diskripsi benda uji sebelum dibakar (dalam keadaan diketahui bahwa endapan lempung Citarik berwarna kuning kemerahan, air pembentuk optimum 46,00%, sangat plastis dan mempunyai susut kering sekitar 10,00 % (Tabel 5).

Hasil pembakaran benda uji (SNI 15-0245 dan 15-0255, 1989) endapan lempung Citarik pada temperatur 800°C dapat diketahui bahwa pembakaran mempunyai susut bakar sekitar 1 %, suara cukup nyaring, warna coklat kemerahan, permukaan benda uji cukup halus dan mempunyai kuat lentur $\pm 90,80\text{ kg/cm}^2$ (Tabel 6). Endapan lempung berwarna kuning (kuning kemerahan) apabila dibakar pada suhu 600°C masih bersifat porous sehingga penyerapan airnya cukup tinggi. Benda uji apabila dibakar pada suhu 800°C lempung tersebut mulai mengalami *vitrifikasi*, serta sudah bersifat padat apabila dibakar pada suhu diatas 800°C (Despotovic dan Filipovic, 2006). Ukuran partikel pada lempung akan mempengaruhi keplastisan benda uji, semakin halus ukuran partikel maka akan semakin plastis dan kekuatan benda uji (bata dan genteng) lebih tinggi. Sebaliknya semakin kasar ukuran partikel, maka keplastisan semakin rendah dan kekuatan akan lebih rendah. Disamping itu juga ukuran partikel akan mempengaruhi

penyerapan, semakin kasar ukuran butir, maka akan semakin besar penyerapannya. Sebaliknya semakin halus ukuran butir, maka akan semakin rendah penyerapannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kenampakan bentang alam daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi tiga satuan morfologi yaitu satuan morfologi pedataran, satuan morfologi perbukitan bergelombang sedang-kuat dan satuan morfologi perbukitan bergelombang kuat. Litologi yang menyusun daerah penelitian dan sekitarnya adalah piroklastik dari tufa halus hingga breksi yang sebagian besar telah teralterasi, lava dan beberapa intrusi; batuan - batuan vulkanik tersebut berkomposisi dari basalt hingga dasit. Hasil penelitian di lapangan dan laboratorium endapan lempung terjadi dari pelapukan kimia lanjut (dekomposisi kimia) dari batuan asalnya (tuf yang mengandung felspar) berubah menjadi lempung.
2. Hasil analisis unsur utama endapan lempung Citarik menunjukkan bahwa contoh tersebut memiliki nilai LOI diatas 2,5; sehingga batuan induknya dapat dikategorikan tidak segar atau sudah mengalami ubahan atau alterasi. Berdasarkan kandungan SiO_2 yang terukur, batuan vulkanik daerah Citarik memiliki kisaran komposisi dari basalt, andesitik hingga dasitik. Batuan-batuan alterasi menyusun sebagian besar daerah penelitian dengan dicirikan oleh kehadiran kelompok mineral ubahan seperti klorit, karbonat, epidot, serisit, silika, mineral lempung, kalium felspar, dan hematit.
3. Analisis berdasarkan besar butir endapan lempung dengan cara pengendapan (Metode *Andreasen*) memberikan hasil pasir kasar sebesar 1,85 %, pasir halus 20,65 %, lanau 24,06 % dan lempung 53,44 %. Berdasarkan Diagram *Winkler* maka perpotongan dari garis ketiga prosentase fraksi pasir, lanau dan lempung terletak di dalam daerah III, ini berarti bahwa contoh endapan lempung daerah Citarik dapat diolah dan dibentuk untuk bahan baku pembuatan bata maupun genteng.
4. Analisis berdasarkan sifat fisik dan mekanik sifat-sifat lempung dalam keadaan mentah dan sifat-sifat benda uji setelah dibakar pada suhu 800°C , lempung Citarik dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan bata dan genteng.

SARAN

Perlu dilakukan uji pembakaran pada temperatur di atas suhu 800°C untuk mengetahui pada suhu berapa lempung Citarik mencapai kondisi padat optimum, dan mengetahui sifat-sifat fisik lainnya. Dengan mengetahui sifat-sifat fisik lempung setelah dilakukan pembakaran dengan berbagai variasi suhu (temperatur), diharapkan selain untuk bata-genteng dapat diketahui kegunaan lain dari lempung Citarik (dengan penambahan/pengurangan unsur/bahan).

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 1989. *Cara Uji Bahan Mentah Keramik untuk Penentuan Pembagian Besar Butir dengan Pengayakan dan Pengendapan..* Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-0258-1989
- _____, 1989. *Cara Uji Keplastisan Tanah Menurut Atterberg.* Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-1323-1989
- _____, 1989. *Cara Penentuan Kuat Lentur Dalam Keadaan Kering dan Sesudah Pembakaran Bahan Mentah Keramik.* Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-0255-1989

- _____, 1989. *Cara Penentuan Susut Kering Bakar Bahan Mentah Keramik*. Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-0245-1989
- _____, 1991. *Bata Merah Pejal*. Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-2094-1991
- Chanan, M., 2000. *Pengkajian Pemanfaatan Lempung “Over Burden” Batubara*, Bandung: Pusat Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara.
- Despotovic S. dan Filipovic P., 2006. *Mineralogical Changes in Zorka Yellow Clay as a Function of Firing Temperature*. Interceram, Vol 55 h 44
- Suhala, Supriatna, Arifin, M., 1997. *Bahan Galian Industri*, Bandung: Pusat Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara.
- Sukamto, R., 1975. *Peta geologi lembar Jampang dan Balekambang, Jawa*, skala 1 : 100.000, Direktorat Geologi, Bandung.
- Worral, W.E., 1986. *Clays and Ceramic Raw Material*, Second Edition, Elsevier, Science Publishing, New York.