

KARAKTERISTIK DAN POTENSI BATULEMPUNG RAMBATAN DAERAH PARUNG GALIH DAN SEKITARNYA KECAMATAN BODEH KABUPATEN PEMALANG PROVINSI JAWA TENGAH

Bayu Pradana¹, Dina Tania², Radhitya Adzan Hidayah³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
e-mail :¹bayu.geology17@gmail.com,²dina_tania@akprind.ac.id,³radhitya.adzan.h@akprind.ac.id

ABSTRACT

The Parunggalih area, Pemalang composed by sedimentary rocks that have ductile properties and have geological structures complex such as fold, faults and joints as a result of compression regime. The main lithology that composes Parunggalih area is claystone with a state that is formed has a fairly high slope. The purpose of this research was to identify the characteristics of claystone in the form of physical, mineralogy and geochemical properties as well as it's geological potential in Parunggalih area, Bodeh District, Pemalang Regency, Central Java. Geographically of researched area lies at the coordinates of 7°0'00" S - 7°5'00" S and 109°25'00" E - 109°30'00" E and area extent ± 9 km x 9 km.

The method used in this research is based on direct geology observation in the field and laboratory analysis in the form of mineralogy X-Ray Diffraction/XRD, Scanning Electron Microscope/SEM and geochemical X-Ray Fluorescence/XRF.

The stratigraphy of researched area (old to young) composed by Rambatan claystone unit, Rambatan alternating calcarenite and claystone unit, Halang sandstone unit and alluvial deposit. Laboratory analysis was carried out on two samples of Rambatan claystone. The mineralogy analysis result of XRD and SEM showed that clay minerals found in were illite, kaolinite, montmorillonite and chlorite. The geochemistry analysis result of XRF showed the claystone suitable for pottery material and portland cement types I, III, IV and V, however, it can't be used in paper, pharmacy and cosmetics industry due to the chemical content which does not meet the requirement. The negative potential of claystone in the researched area can result in mass movement and bumpy roads.

Keywords: Claystone characteristic, claystone potential, geological of Parunggalih

INTISARI

Daerah Parunggalih, Pemalang disusun oleh batuan-batuan sedimen yang memiliki sifat elastis dan memiliki struktur geologi cukup kompleks seperti lipatan, sesar dan kekar sebagai akibat gaya kompresi yang berkerja. Litologi utama yang menyusun daerah Parunggalih adalah batulempung dengan keadaan batuan yang terbentuk memiliki kelerengan cukup tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik batulempung berupa sifat fisik, mineralogi dan geokimia serta potensi geologinya baik berupa potensi positif maupun potensi negatif di daerah Parunggalih dan sekitarnya, Kecamatan Bodeh, Kabupaten Pemalang, Provinsi Jawa Tengah. Daerah penelitian secara geografis terletak pada koordinat 7°0'00" LS - 7°5'00" LS dan 109°25'00" BT - 109°30'00" BT dengan luasan ± 9 km x 9 km.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berdasarkan observasi geologi secara langsung di lapangan dan analisis laboratorium berupa analisis mineralogi X-Ray Diffraction/XRD, Scanning Electron Microscope/SEM dan geokimia X-Ray Fluorescence/XRF.

Stratigrafi daerah penelitian dari tua ke muda disusun oleh satuan batulempung Rambatan, satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan, satuan batupasir Halang dan endapan campuran. Analisis laboratorium dilakukan pada dua sampel batulempung Rambatan. Berdasarkan hasil analisis mineralogi XRD dan SEM dijumpai jenis mineral lempung yaitu ilit, kaolinit, monmorilonit dan klorit. Berdasarkan hasil analisis geokimia XRF diketahui batulempung tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gerabah serta semen portland jenis I, III, IV dan V. Batulempung tersebut tidak dapat digunakan dalam industri lain seperti kertas, farmasi dan kosmetik karena tidak memenuhi persyaratan kadar kimia. Potensi negatif batulempung di daerah penelitian dapat mengakibatkan gerakan massa dan jalan raya bergelombang.

Kata kunci: Geologi Parunggalih, karakteristik batulempung, potensi batulempung

1. PENDAHULUAN

Daerah penelitian termasuk ke dalam peta geologi regional lembar Purwokerto dan Tegal (Djuri dkk., 1996). Stratigrafinya dari tua ke muda disusun oleh Formasi Rambatan, Formasi Halang dan endapan aluvial. Formasi Rambatan menjadi formasi utama yang menyusun daerah penelitian yang terdiri atas dua satuan batuan yaitu batulempung dan perselingan kalkarenit dengan batulempung. Berdasarkan tinjauan geologi regional dan observasi lapangan, daerah penelitian disusun oleh batuan-batuan sedimen yang memiliki sifat *ductile* dan memiliki struktur geologi cukup kompleks seperti lipatan, kekar dan sesar sebagai akibat gaya kompresi yang berkerja. Oleh karena itu, keadaan batuan yang terbentuk memiliki kelerengan/*dip* cukup tinggi.

Singkapan batulempung di daerah penelitian dapat dijumpai pada lereng-lereng pinggir jalan dan perkebunan warga serta sebagian telah mengakibatkan longsor karena memiliki karakteristik pecahan heksagonal yang intens dan memiliki nilai *dip* yang cukup tinggi. Hal ini menjadi kajian yang sangat menarik untuk dilakukan penelitian lebih detail mengenai batulempung di daerah penelitian, dikarenakan belum adanya penelitian yang membahas secara khusus mengenai karakteristik batulempung Formasi Rambatan, baik pada satuan batulempung maupun satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung yang berkembang di daerah Parunggalih dan sekitarnya, Kecamatan Bodeh, Kabupaten Pemalang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik batulempung berdasarkan sifat fisik, mineralogi dan geokimia yang nantinya dapat diketahui potensi geologi dari batulempung tersebut, baik dari potensi positif maupun potensi negatifnya.

Batulempung merupakan batuan sedimen yang mempunyai ukuran butir kurang dari 1/256 mm (berdasarkan skala Wentworth, 1922). Pada umumnya batulempung bersifat plastis, memiliki komposisi hidrous aluminium silikat ($2\text{H}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), struktur dasarnya terdiri dari *Silica Tetrahedron* dan *Alumina Oktahedron* yang membentuk lembaran serta memiliki ukuran butir sangat halus yang sulit untuk dideskripsikan baik secara megaskopis maupun mikroskopis, sehingga diperlukan analisis kimia sebagai informasi yang mendukung guna mengetahui komposisi dari batulempung. Secara umum lempung berdasarkan asal-usulnya dibagi menjadi dua bagian, yaitu lempung residual/*insitu* dan lempung sedimen/*transported*. Batulempung yang berkembang di lokasi penelitian merupakan lempung sedimen yaitu batulempung hasil transportasi yang sangat mungkin dikotori oleh mineral berukuran halus lainnya seperti kuarsa, oksida besi atau bahan organisme selama proses transportasi dan pengendapan. Terdapat lima tipe utama mineral lempung, di antaranya yaitu grup kaolinit, grup halosit, grup smektit (monmorilonit), grup ilit dan grup klorit.

2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data mengenai karakteristik dan potensi batulempung di lokasi penelitian dilakukan dengan menggabungkan data observasi secara langsung di lapangan dan analisis laboratorium. Sifat fisik batulempung diketahui dengan melakukan pengamatan secara megaskopis pada sampel. Hal ini dilakukan dengan analisis warna, ukuran butir, struktur batuan, tingkat pelapukan dan sifat batulempung jika dicampur air. Analisis laboratorium dilakukan pada dua sampel batulempung Rambatan dengan menggunakan metode pengujian mineralogi *X-Ray Diffraction/XRD* dan *Scanning Electron Microscope/SEM* serta pengujian geokimia *X-Ray Fluorescence/XRF*.

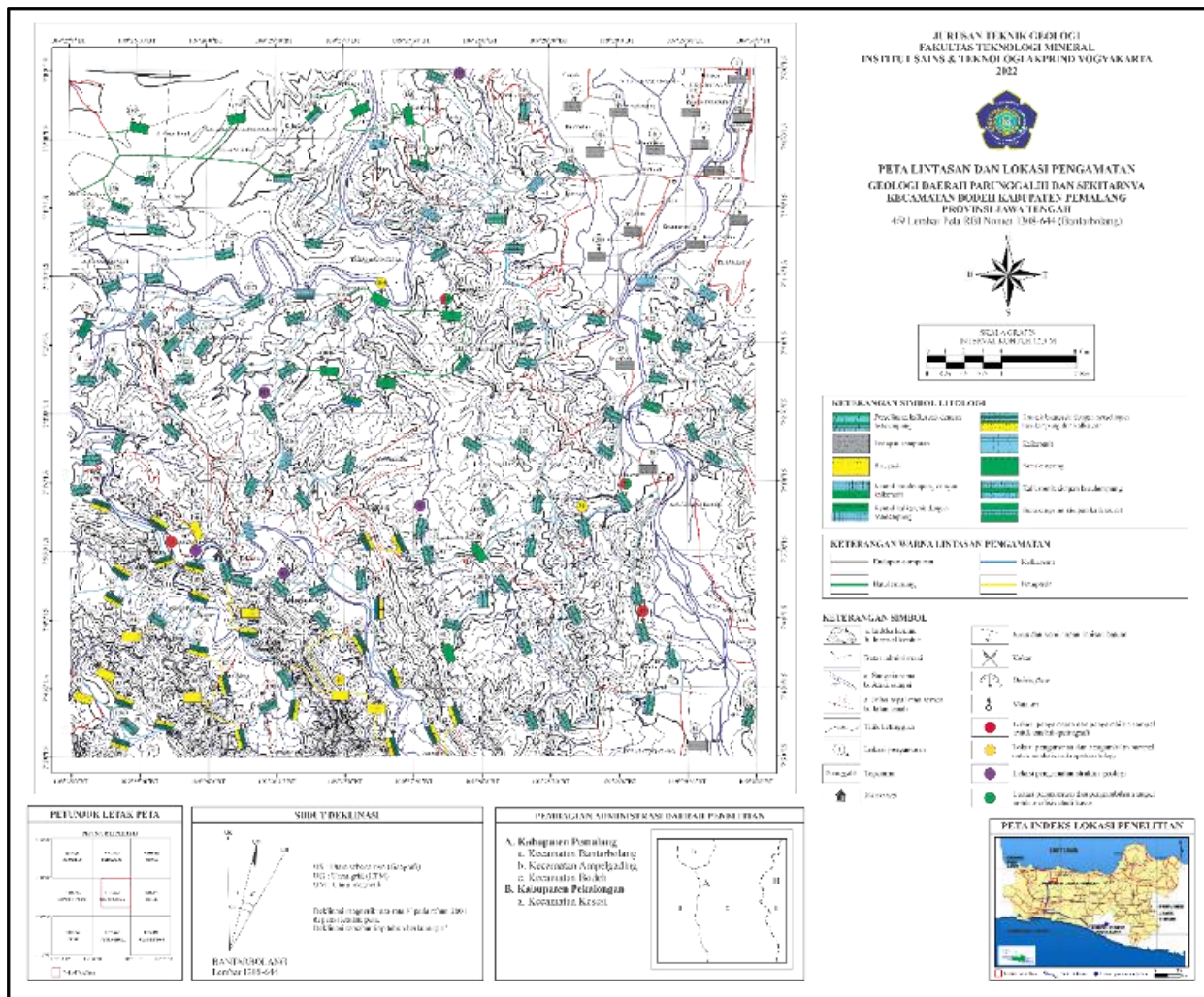
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Geologi daerah penelitian

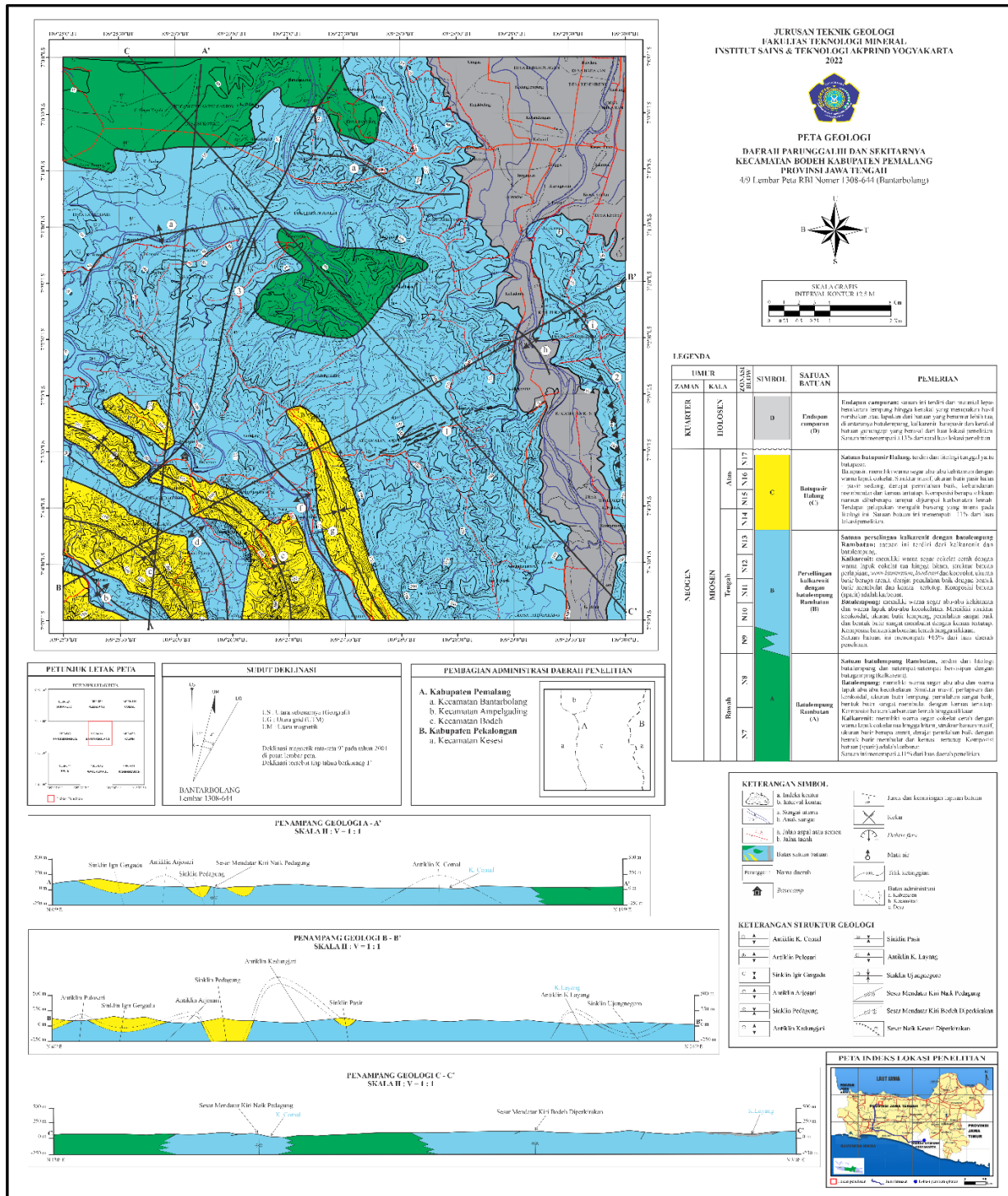
Berdasarkan peta geologi regional lembar Puwokerto dan Tegal (Djuri, 1996), lokasi penelitian disusun oleh Formasi Rambatan dan Formasi Halang. Berdasarkan observasi lapangan, daerah penelitian dibagi menjadi tiga satuan batuan dari tua ke muda yaitu satuan batulempung Rambatan, satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan, satuan batupasir Halang dan endapan campuran (Gambar 1 dan Gambar 2). Litologi yang mendominasi lokasi penelitian meliputi batulempung dan perselingan kalkarenit dengan batulempung yang berumur Miosen Bawah hingga Miosen Tengah. Struktur geologi yang dijumpai di lokasi penelitian didominasi oleh lipatan yang berarah baratlaut – tenggara dan timur – barat serta sesar geser sinistral yang berarah timurlaut – baratdaya.

3.2 Sifat fisik batulempung

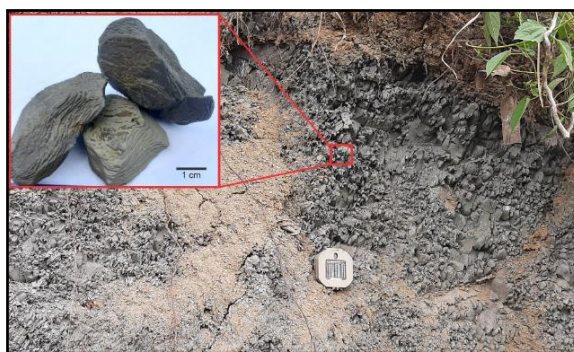
Sifat fisik batulempung dapat diidentifikasi dari observasi langsung di lapangan. Kenampakan megaskopis batulempung berwarna segar abu-abu kehitaman dan warna lapuk cokelat kemerahan. Struktur batuan secara singkapan berupa pecahan heksagonal/ konkoidal dan memiliki kenampakan menyerpih secara sampel tangan. Ukuran butir lempung, pemilahan sangat baik dan bentuk butir sangat membulat dengan kemas tertutup. Komposisi batuan karbonatan serta di beberapa tempat dijumpai silikaan. Ciri fisik lainnya yaitu mudah rekah dalam kondisi kering dan licin dalam kondisi basah, kelembapan sangat rendah karena sukar menyerap air, bersifat cukup plastis dan sangat keras. Sebagian besar singkapan batulempung masih segar atau sedikit mengalami pelapukan, namun mengalami pecahan heksagonal yang sangat intens (Gambar 3).



Gambar 1. Peta lintasan dan lokasi pengamatan geologi daerah Parunggalih dan sekitarnya



Gambar 2. Peta geologi daerah Parunggalih dan sekitarnya



Gambar 3. Sifat fisik batulempung di daerah penelitian

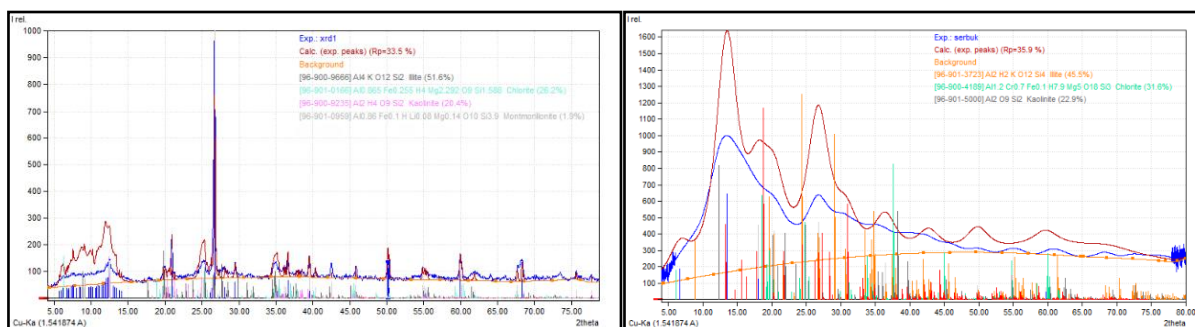
3.3 Mineralogi batulempung

Mineralogi batulempung di daerah penelitian ditentukan berdasarkan analisis *X-Ray Diffraction/XRD* yang didukung oleh aplikasi *Match!3* dan *Scanning Electron Microscopy/SEM*. Analisis *XRD* memberikan data dalam bentuk grafik yang muncul berdasarkan data elektron yang ada pada masing-masing percontohan yang dianalisis. Sampel batulempung telah diambil pada dua lokasi pengamatan yaitu batulempung pada satuan batulempung Rambatan dan batulempung pada perselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan (Gambar 4).

Berdasarkan analisis batulempung menggunakan metode *XRD* menunjukkan bahwa batulempung di lokasi penelitian disusun oleh mineral lempung jenis ilit, klorit, kaolinit dan monmorilonit. Hasil analisis sampel batulempung pada satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan menunjukkan kandungan mineral lempung jenis ilit, klorit, kaolinit dan monmorilonit, sedangkan sampel batulempung pada satuan batulempung Rambatan hanya menunjukkan mineral lempung jenis ilit, klorit dan kaolinit (Gambar 5).

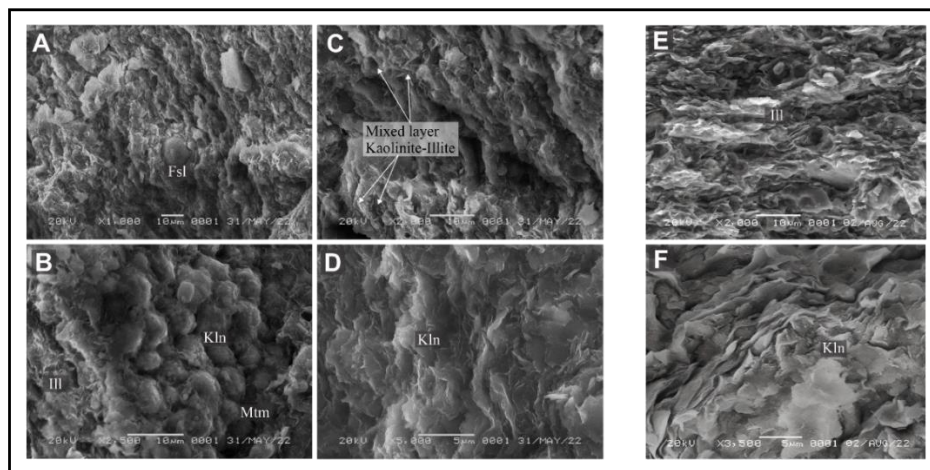


Gambar 4. Singkapan pengambilan sampel batulempung pada satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan (kiri) dan satuan batulempung Rambatan (kanan)



Gambar 5. Hasil analisis *XRD* sampel batulempung pada satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan (kiri) dan satuan batulempung Rambatan (kanan)

Berdasarkan pengamatan *SEM* sampel batulempung pada satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung (4 spot), mineral kaolinit terlihat jelas pada perbesaran 2000x, 2500x dan 5000x. Mineral kaolinit memiliki bentuk pseudoheksagonal yang bertumpuk-tumpuk atau berupa lembaran-lembaran berlapis dan melebar (Gambar 6b-d). Mineral lempung lain yang dapat diidentifikasi yaitu ilit dan monmorilonit. Mineral ilit hadir bersama kolinit dalam bentuk *mixed layer*, dicirikan dengan bentuk berupa lembaran-lembaran menekuk dan menyerat serta berbentuk filamen memanjang/*hairy structure* pada perbesaran 2000x dan 2500x (Gambar 6b-c).



Gambar 6. Fotomikrograf *Scanning Electron Microscope* sampel batulempung pada perselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan. Keterangan: Fsl = Fosil; Kln = Kaolinite; Ill = Illite; Mtm = Montmorillonite

Monmorilonit tidak dominan hadir pada sampel ini. Pada pengamatan *SEM* mineral monmorilonit dapat teramati pada perbesaran 2500x, berasosiasi dengan mineral ilit dan kaolinit serta menunjukkan struktur sarang lebah/*webby* yang khas dimiliki oleh mineral monmorilonit (Gambar 6b). Pengamatan *SEM* sampel batulempung pada satuan batulempung Rambatan (2 spot) dijumpai mineral lempung jenis ilit dan kaolinit. Mineral ilit dapat teramati pada perbesaran 2000x (Gambar 6e) sedangkan mineral kaolinit dapat teramati pada pengamatan *SEM* dengan perbesaran 3500x (Gambar 6f).

Kehadiran mineral ilit yang dominan mewakili hidrous mika terbentuk dari muskovit, alterasi mineral muskovit menjadi ilit disebabkan oleh hilangnya sejumlah kation K^+ dari struktur kristal dan digantikan oleh molekul air, sehingga menyebabkan kisi-kisinya lemah pada saat proses hancuran berlangsung. Mineral ilit dapat terbentuk dari mineral primer seperti K-feldspar melalui proses penghabluran kembali dimana dijumpai kation K^+ dalam bentuk yang melimpah. Kehadiran mineral monmorilonit hanya terdapat pada sampel batulempung di satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan. Hal tersebut berhubungan dengan keadaan batulempung yang berselang-seling dengan kalkarenit, sehingga mineral ilit yang sudah terbentuk ketika mengalami proses dekomposisi kimia dan disintegrasi fisik terjadi pelarutan unsur K^+ secara terus menerus dan penggantian kation Al^{3+} oleh Mg^{2+} dari dolomit batugamping dalam lapisan Al^{3+} akan berakhir membentuk mineral monmorilonit.

Mineral lempung jenis kaolinit merupakan mineral kedua yang kehadirannya cukup melimpah. Kehadiran mineral kaolinit mencerminkan tingkat hancuran yang lebih lanjut dan dibentuk dari pelapukan silikat dalam reaksi sangat asam hingga sedang yang membebaskan logam alkali dan alkali tanah. Aluminium dan silikat yang terlarut dapat menghablur kembali dan membentuk mineral kaolinit. Pada saat proses terjadinya hancuran mineral primer dan sekunder dibarengi dengan terjadinya pembebasan berbagai unsur kimia. Kation-kation yang mudah terlarut seperti Na^+ dan K^+ akan mengalami pencucian, sedangkan kation lain seperti Al^{3+} , Fe^{2+} dan Si^{4+} dapat menghablur kembali dan membentuk mineral baru yang tidak mudah larut seperti hidrous oksida aluminium dan besi.

Mineral lempung adalah mineral yang tidak stabil dan sangat mudah untuk berubah menjadi mineral lempung lainnya. Seperti halnya ilit yang sudah terbentuk, mudah sekali berubah menjadi *mixedlayer clay* kaolinit-ilit. *Mixedlayer* yang terjadi tersebut merupakan bagian dari ilit yang mempunyai perbedaan pada nilai OH. Pengaruh hujan pada daerah tropis mengurangi tingkat keasaman serta membantu terlarutnya kalsit. Perbandingan hasil analisis *SEM* dan *XRD* dalam penentuan jenis mineral lempung masing-masing mencerminkan tingkat ketelitian yang berbeda-beda. Metode *SEM* akan mempermudah untuk mengamati gambaran mineral lempung dalam bentuk tiga dimensi, sehingga kesalahannya relatif kecil sekali.

3.4 Geokimia batulempung

Komposisi kimia dari batulempung dapat diketahui menggunakan analisis geokimia *XRF* dengan hasil yang dikeluarkan berupa presentase unsur oksida utama yang menyusun batulempung. Analisis geokimia *XRF* telah dilakukan di Laboratorium Pusat Survei Geologi (PSG) yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil uji *XRF* sampel batulempung pada satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan (XRF01) dan pada satuan batulempung Rambatan (XRF02)

XRF01			XRF02		
No.	Senyawa	Persentase	No.	Senyawa	Persentase
1	SiO ₂	53,18 %	1	SiO ₂	53,80 %
2	Al ₂ O ₃	17,80 %	2	Al ₂ O ₃	16,57 %
3	Fe ₂ O ₃	7,52 %	3	Fe ₂ O ₃	8,50 %
4	MgO	1,81 %	4	MgO	1,98 %
5	CaO	1,69 %	5	CaO	1,516 %
6	K ₂ O	1,608 %	6	K ₂ O	1,60 %
7	TiO ₂	0,668 %	7	TiO ₂	0,671 %
8	Na ₂ O	0,2607 %	8	Na ₂ O	0,2854 %
9	SO ₃	0,1670 %	9	SO ₃	0,1740 %
10	P ₂ O ₅	0,0644 %	10	P ₂ O ₅	0,0593 %
11	MnO	0,0587 %	11	MnO	0,0586 %

Tabel 2. Mineralogi dan geokimia batulempung di lokasi penelitian pada sampel yang berbeda

Metode analisis	BATULEMPUNG01 (satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung)	BATULEMPUNG02 (satuan batulempung)		
XRD	Ilit (51,6%), klorit (26,2%), kaolinit (20,4%), monmorilonit (1,9%)	Ilit (45,5%), klorit (31,6%), kaolinit (22,9%)		
SEM	Ilit, kaolinit, monmorilonit, fosil	Ilit dan kaolinit		
XRF	SiO ₂	53,18%	SiO ₂	53,80%
	Al ₂ O ₃	17,80%	Al ₂ O ₃	16,57%
	Fe ₂ O ₃	7,52%	Fe ₂ O ₃	8,50%
	MgO	1,81%	MgO	1,98%
	CaO	1,69%	CaO	1,516%
	K ₂ O	1,608%	K ₂ O	1,60%

3.5 Potensi geologi batulempung

Potensi geologi meliputi potensi positif yang berkaitan dengan sumber/sumber daya geologi dan potensi negatif yang berkaitan dengan bencana geologi/ *environment hazard*. Sifat batulempung yang liat/plastis tidak sedikit dimanfaatkan sebagai bahan dasar sekian banyak jenis benda dalam berbagai industri.

a. Sebagai bahan baku gerabah

Batulempung harus memiliki sifat cukup plastis dan mudah dibentuk, tidak mudah patah dan mudah dibengkokkan. Pada umumnya kaolinit merupakan jenis mineral lempung yang digunakan sebagai bahan baku gerabah. Kedua sampel batulempung di daerah penelitian mengandung mineral kaolinit serta memiliki sifat fisik yang memenuhi syarat sebagai bahan baku gerabah. Kelebihan batulempung di lokasi penelitian yaitu memiliki kandungan oksida besi yang cukup tinggi yaitu 7,52% - 8,50%. Kandungan ini terlihat dari warna batulempung yang abu-abu kecokelatan hingga coklat kemerahan. Kelemahan batulempung di lokasi penelitian yaitu memiliki kandungan mineral lempung smektit yang sangat rendah, sehingga perlu ditambahkan untuk menambah sifat keplastisan batulempung agar mudah dibentuk.

b. Sebagai bahan industri farmasi dan kosmetik

Dalam industri farmasi diperlukan bahan yang berasal dari mineral lempung, di antaranya yaitu kaolinit, smektit, sepiolite dan lainnya. Kandungan mineral kaolinit di lokasi penelitian dapat digunakan sebagai bahan obat anti diare, pelindung lambung, anti flamsi dan bius lokal (Caretto dan Pozo, 2009). Dalam industri kosmetik, kaolinit digunakan sebagai bahan bedak, krim kosmetik, pelindung kulit dan emulsi. Pemanfaatan batulempung dalam industri farmasi dan kosmetik harus memenuhi spesifikasi kandungan kimia tertentu. Berdasarkan perbandingan (Tabel 3) dapat diketahui bahwa kadar kimia batulempung di lokasi penelitian pada mineral kolinit tidak memenuhi spesifikasi untuk digunakan dalam industri farmasi dan industri kosmetik.

Tabel 3. Perbandingan antara spesifikasi kadar kimia mineral lempung kaolinit dalam industri farmasi dan kosmetik (Lopez-Galindo, Vicerias, Cerezo, 2007) dengan kadar kimia batulempung di lokasi penelitian

No.	Oksida	Kaolinit (%)	BTLPG01 (%)	BTLPG01 (%)
1	SiO ₂	44,6-46,4	53,18	53,80
2	Al ₂ O ₃	38,1-39,6	17,80	16,57
3	Fe ₂ O ₃	0,1-0,2	7,52	8,50
4	TiO ₂	0,1-0,2	0,668	0,671
5	CaO	0,1-0,2	1,69	1,516
6	MgO	0-0,1	1,81	1,98
7	K ₂ O	0-0,2	1,608	1,60
8	Na ₂ O	0-1,4	0,2607	0,2854

Keterangan: BTLPG01 = sampel batulempung pada satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung
BTLPG02 = sampel batulempung pada satuan batulempung

c. Sebagai bahan dasar kertas

Kaolinit merupakan mineral lempung yang dapat digunakan dalam industri kertas. Mineral kaolinit yang memiliki tingkat kecerahan tinggi dan tingkat abarasi rendah dapat digunakan sebagai bahan pelapis kertas dan sebagai bahan pengisi kertas. Pemanfaatan batulempung dalam industri kertas harus memenuhi spesifikasi kandungan kimia tertentu. Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar kimia batulempung di lokasi penelitian tidak memenuhi spesifikasi untuk digunakan dalam industri kertas, baik sebagai bahan pengisi maupun bahan pelapis kertas.

Tabel 4. Perbandingan antara spesifikasi kaolinit dalam industri kertas (Suhala dan Arifin, 1997) dengan batulempung di lokasi penelitian

No.	Oksida	Bahan Pelapis (%)	Bahan Pengisi (%)	BTLPG01 (%)	BTLPG01 (%)
1	SiO ₂	46,73	47,80	53,18	53,80
2	Al ₂ O ₃	37,84	37,30	17,80	16,57
3	Fe ₂ O ₃	0,92	0,52	7,52	8,50
4	TiO ₂	0,09	0,04	0,668	0,671
5	CaO	0,05	0,20	1,69	1,516
6	MgO	0,06	0,10	1,81	1,98
7	K ₂ O	1,70	1,72	1,608	1,60
8	Na ₂ O	0,07	0,05	0,2607	0,2854
9	LOI	12,33	12,30	15,09	14,72

Keterangan: BTLPG01 = sampel batulempung pada satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung
BTLPG02 = sampel batulempung pada satuan batulempung

d. Sebagai industri semen *portland*

Penggunaan mineral pada batulempung dalam industri semen *portland* adalah sebagai bahan baku utama maupun bahan baku campuran. Semen *portland* merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan

bahan tambahan satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat (SNI 15-2049-2004). Berdasarkan analisis geokimia batulempung di lokasi penelitian, maka batulempung tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri semen *portland* jenis I, III, IV dan V berdasarkan semen *portland* SNI-15-2049-2004. (Tabel 5 dan Tabel 6).

Tabel 5. Komposisi kimia batulempung di lokasi penelitian

Sampel	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)
BTLPG01	53,18	17,80	7,52	1,69	1,81
BTLPG02	5,80	16,57	8,50	1,516	1,98

Keterangan: BTLPG01 = sampel batulempung pada satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung
BTLPG02 = sampel batulempung pada satuan batulempung

Tabel 6. Komposisi kimia batulempung pembentuk bahan baku semen (parameter semen *portland*)

Jenis	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)
I	-	-	-	< 6
II	> 20	< 6	< 6	< 6
III	-	-	-	< 6
IV	-	-	-	< 6
V	-	-	-	< 6

Tabel 7. Tabel kesesuaian mutu batulempung di lokasi penelitian berdasarkan spesifikasi industri

Industri	BTLPG01	BTLPG02
Gerabah	√	√
Farmasi dan kosmetik	-	-
Bahan pelapis dan pengisi kertas	-	-
Semen <i>portland</i> jenis I	√	√
Semen <i>portland</i> jenis II	-	-
Semen <i>portland</i> jenis III	√	√
Semen <i>portland</i> jenis IV	√	√
Semen <i>portland</i> jenis V	√	√

√ = memenuhi spesifikasi - = tidak memenuhi spesifikasi

Keterangan: BTLPG01 = sampel batulempung pada satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung
BTLPG02 = sampel batulempung pada satuan batulempung



Gambar 7. Longsor batulempung pada litologi perselingan kalkarenit dengan batulempung (kiri) dan Kondisi jalan rusak – bergelombang di atas litologi perselingan kalkarenit dengan batulempung (kanan)

Keberadaan mineral ilit dan kaolinit yang melimpah, menjadikan batulempung di lokasi penelitian memiliki retakan-retakan yang signifikan membentuk pecahan heksagonal saat kering. Dalam keadaan basah, mineral ilit dan kaolinit tidak mudah mengembang atau menyerap air, namun intensitas kontak dengan air yang tinggi ketika musim penghujan menjadikan batulempung hancur dan bersifat licin. Hancuran dari pecahan batulempung tersebut mengakibatkan longsor ke arah bukaan lereng dan membentuk endapan yang cukup masif di bawah kupasan lereng tersebut. Apabila lereng berada di dekat dengan jalan raya, maka akan membuat jalanan menjadi sangat licin ketika terkena air hujan, sedangkan lereng yang dekat dengan pemukiman warga dapat mengakibatkan longsor yang menimbun rumah. Selain itu, keberadaan batulempung akan membuat kondisi jalan cepat rusak dan bergelombang, sehingga membutuhkan biaya perawatan yang besar. Batulempung dapat mengalami pengembangan tubuh batuan ketika berada dalam kondisi basah dan kemudian menyusut/*shrinking* ketika kondisi berubah menjadi kering. Perubahan kembang-susut ini membuat lapisan permukaan untuk jalan dapat rusak karena permukaan batulempung menjadi tidak stabil dan hancur (Gambar 7).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pemetaan geologi permukaan, diketahui bahwa lokasi penelitian dari litologi tua ke muda disusun oleh satuan batulempung Rambatan, satuan preselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan, satuan batupasir Halang dan endapan aluvial. Hasil analisis laboratorium yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sampel batulempung pada satuan perselingan kalkarenit dengan batulempung Rambatan disusun oleh mineral lempung jenis kaolinit, ilit, klorit dan monmorilonit, sedangkan sampel batulempung pada satuan batulempung Rambatan disusun oleh mineral lempung jenis ilit, kaolinit dan klorit.

Berdasarkan kandungan dan komposisi mineral lempung yang ada, batulempung di lokasi penelitian dapat dimanfaatkan untuk industri pembuatan bahan baku gerabah dengan menambahkan mineral smektit dan sebagai bahan pembuatan semen *portland* jenis I, III, IV dan V, namun batulempung tersebut tidak dapat digunakan dalam industri lain seperti farmasi, kosmetik dan kertas dikarenakan tidak memenuhi spesifikasi kadar kimia tertentu. Potensi negatif dari karakteristik batulempung di lokasi penelitian yaitu mengakibatkan longsor dan jalan raya bergelombang. Potensi gerakan massa yang dapat terjadi di lokasi penelitian diperlukan sistem penataan lereng yang efektif dan efisien, khususnya pada lereng yang dekat dengan jalan raya atau pemukiman warga, guna meminimalisir dampak dari bencana geologi tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam pemetaan geologi dan pengambilan sampel di lapangan serta saran dan kritiknya hingga selesainya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Semen Portland*, SNI-15-2049-2004, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Caretto, M.I., dan M. Pozo. (2009). Clay and non-clay Minerals in the Pharmaceutical and Cosmetic Industry Part II Active Ingredient, *Jurnal Applied Clay Science* 47 (2010), 171-181.
- Djuri, M., H. Samodra, T.C. Amin, S. Gafoer. (1996). *Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, Jawa*, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Hardjowigeno, S. (1987). *Ilmu Tanah*, Jakarta: Mediatama Sarana Perkasa.
- Lopez-Galindo, A., C. Viseras, dan P. Cerezo. (2006). Compositional, Technical and Safety Specifications of Clay to be Used as Pharmaceutical and Cosmetic Products, *Jurnal Applied Clay Science* 36 (2007), 51-63.
- Pettijohn, F.J. (1975). *Sedimentary Rocks 3rd Edition*, New York: Harper and Row, 628 p.
- Suhala, S. dan M. Arifin. (1997). *Bahan Galian Industri*, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral.
- Wentworth, C.K. (1922). A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments, *The Journal of Geology*.
- Winarno, Tri, Anis Kurniasih, Jenian Martin dan Istiqomah Ari Kusuma. (2017). Identifikasi Jenis dan Karakteristik Lempung di Perbukitan Jiwo, Bayat, Klaten dan Arahannya sebagai Bahan Galian Industri, *ejournal Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Teknik*, 38 (2) 2017, 65-70.