

# POLA REGIONAL UNSUR UTAMA DAN MINERALOGI PERAIRAN UTARA JAWA TIMUR

Oleh:

Noor CD Aryanto, M. Surachman dan U. Kamiludin

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Djundjuna No. 236 Bandung-40174

## SARI

*Berdasarkan analisis megaskopik, jenis sedimen permukaan di daerah ini sebagian besar tersusun oleh sedimen berbutir halus berukuran lempung – lanau. Berdasarkan analisa 6 contoh sedimen dasar laut dengan menggunakan metode AAS, berhasil diidentifikasi jenis dan kandungan unsur utamanya dimana unsur-unsur tersebut memperlihatkan beberapa pola, seperti: (1) Pola linier negatif untuk CaO terhadap SiO<sub>2</sub> (2) pola linier positif untuk K<sub>2</sub>O terhadap SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vs. SiO<sub>2</sub> serta (3) Pola linier yang rata/datar, seperti terlihat pada unsur Na<sub>2</sub>O, MgO dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> terhadap SiO<sub>2</sub>. Semua ini menjelaskan tipe batuan asal di daratnya, seperti batugamping yang tercerminkan oleh kandungan CaO dan MgO yang tinggi selain memperlihatkan pula bahwa sedimen dasar laut di lokasi telitian bersifat lempungan yang dicerminkan oleh kandungan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (yang merupakan senyawa penyusun lempung) yang tinggi.*

Kata kunci: unsur utama, AAS (Atomic Absorption Spectrometry) dan Perairan utara Jawa Tengah-Jawa Timur.

## ABSTRACT

*Based on megascopic analyses, the sea floor surface sediment types on this area consist of fine grain sediment (from clay to silt). Atomic Absorption Spectrometry (AAS) method was carried out to the 6 sea floor sediment samples that succeed to identified the different types and major element contents such as: (1) negative linier pattern for CaO to SiO<sub>2</sub>; (2) positive linier pattern for K<sub>2</sub>O to SiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> to SiO<sub>2</sub>; and (3) flat linier pattern is showed by Na<sub>2</sub>O, MgO and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> to SiO<sub>2</sub>.*

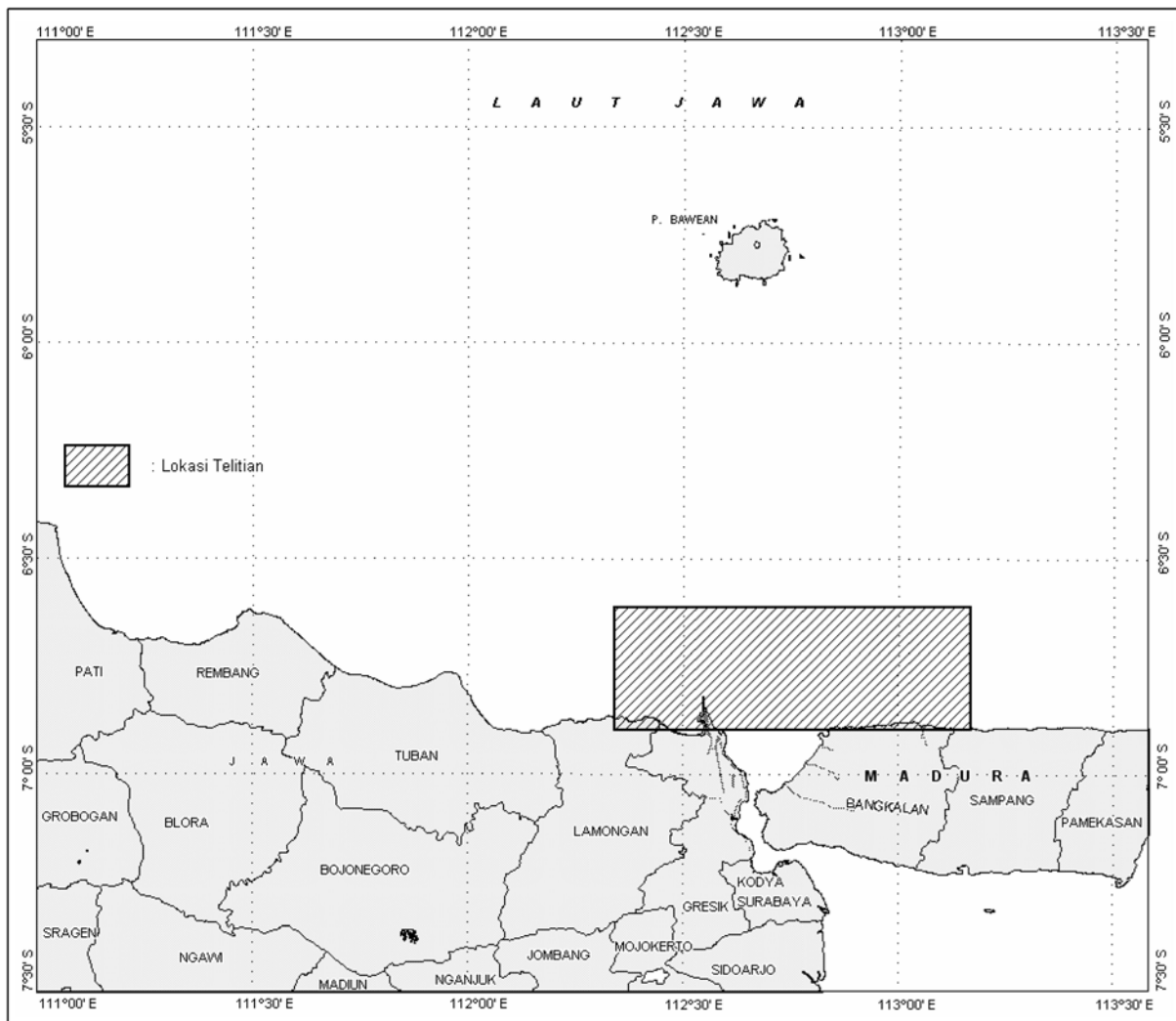
*All these patterns are influenced by their source rocks on land, such as calcareous rocks have more contents of CaO and MgO where Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contents are closed to clay minerals..*

Key words: major element, AAS (Atomic Absorption Spectrometry) and northern central and east Java waters.

## PENDAHULUAN

Lokasi telitian merupakan perairan yang secara administratif masuk dalam Propinsi Jawa Timur dan secara fisiografi, lokasi kegiatan merupakan bagian dari Paparan Sunda. Secara geografi lokasi telitian menempati koordinat antara 112°20'23" - 113°10'10" BT dan 6°36'37" - 6°54'2" LS (Gambar 1).

Geologi daerah penelitian termasuk ke dalam cekungan Utara Jawa Timur yang secara fisiografi merupakan bagian dari Zona Antiklinorium Rembang-Madura, dan Zona Kendeng yang kaya akan bahan gunungapi. Berdasarkan peta geologi lembar Jatiroto (Situmorang, 1992), Tuban (Hartono, 1997) dan Surabaya-Sapulu (Supandjono, 1992); batuanannya terdiri dari batugamping, batugamping



Gambar 1. Peta lokasi telitian

dolomitan dan dolomit (Formasi Paciran dan Formasi Madura), batulempung dengan selingan batulanau (Formasi Kujung), batupasir kuarsa (Anggota Ngrayong Formasi Tuban), lava andesit (Andesit Lasem), Breksi Gunungapi dan Aluvium Pantai-Sungai berukuran kerikil hingga lempung.

Endapan permukaan dasar laut umumnya berupa sedimen bertekstur halus. Dari keseragaman tekstur sedimen ini dicoba untuk diketahui sampai sejauh mana keberadaan kandungan mineral lempung dan ikutannya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui berbagai unsur dan mineral yang menyusun sedimen dengan maksud mengetahui hubungan antara sedimen dasar laut dengan batuan di daratnya.

### Tektonika Telitian

Secara regional lokasi telitian ditinjau dari Teori Tektonik Lempeng (Dickinson, 1979) dari selatan ke utara dapat dibagi menjadi beberapa zona, yaitu : (1) *Trench*; (2) *Trench Slope Break*; (3) *Fore Arc Basin*; (4) *Intra Arc Basin*; (5) *Foreland Fold-Thrust Belt* dan (6) *Retro Arc Basin*. Untuk daerah telitian berdasarkan Dickinson, 1979 terdiri dari zona 5 dan 6.

Berdasarkan sejarah tektoniknya, Northern Platform sebagian besar merupakan sisa dari Suturing Zaman Kapur selama amalgamasi bagian tenggara dari Sundaland. Platform ini dikategorikan sebagai Pre-Tertiary Structural grain dan selama Eosen, Oligosen, dan Miosen Bawah menjadi suatu tempat pengendapan karbonat terumbu yang subur dan pada akhir Tersier sebagai tempat pengendapan fasies karbonat paparan dangkal.

Tabel 1. Kandungan Unsur Utama

Kode Contoh	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	H <sub>2</sub> O (%)
JTM06-4	46.60	18.02	8.59	5.79	3.35	1.12	1.57	3.13
JTM06-5	46.00	15.96	5.05	8.07	3.25	0.97	1.59	3.15
JTM06-6	44.80	17.40	7.05	6.54	3.15	1.50	1.55	3.67
JTM06-7	44.00	15.49	5.28	9.31	3.35	1.00	1.53	3.08
JTM06-8	38.40	11.66	5.28	17.01	3.13	1.02	1.02	2.24
JTM06-9	42.60	17.13	12.42	8.80	3.59	1.34	1.51	3.00

Berdasarkan stratigrafi dan pola struktur serta letaknya dalam pola busur subduksi dari waktu ke waktu, Soejono (1989) menerangkan bahwa pada Jaman Kapur, Jawa Barat terpisah dari Jawa Timur oleh Punggungan Karimunjawa. Punggungan ini tetap sebagai pemisah kedua cekungan besar ini sejak Eosen sampai Miosen Awal. Arah Punggungan Karimunjawa mengikuti arah busur magmatik (Meratus) dan arah zona tunjaman pada Jaman Kapur yaitu berarah baratdaya – timurlaut.

Perkembangan tektonik selanjutnya pada Kala Oligosen sampai Miosen, busur subduksi dan busur magmatik berubah ke arah selatan. Posisi busur subduksi baru ini berada di lepas Pantai Selatan Jawa. Busur magmatik yang terbentuk menghasilkan endapan gunung api bawah laut yang dikenal sebagai *Old Andesite*, dan sekarang menempati sepanjang selatan Pulau Jawa Selatan (H. Manur, 1994).

## METODE DAN ANALISIS

Kegiatan pengambilan contoh dilakukan pada sedimen permukaan dasar laut dengan menggunakan alat percontoh comot (*grab sampler*) dan pemercontoh jatuh bebas (*gravity corer*). Kegiatan ini diperlukan untuk mengetahui jenis dan pola sebaran sedimen permukaan dimana mineral terakumulasi. Dengan menggunakan metode analisis besar butir, jenis sedimen ditentukan dan pola sebarannya diketahui.

Analisis geokimia dilakukan dengan metoda Atomic Absorption Spectrometric (AAS); untuk mengidentifikasi konsentrasi unsur utama (major element) dari tiap contoh. Metode

mineral mapping dengan menggunakan alat X-ray tipe JEOL (JED) seri 2200 yang dioperasikan pada tegangan 20kV dengan signal compo dimana sinar X dari alat ditembakkan pada mineral, digunakan untuk mengetahui persentase unsur dari tiap mineral (H. Rollinson, 1993). Kenampakan visual dari mineral ditampilkan dengan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM).

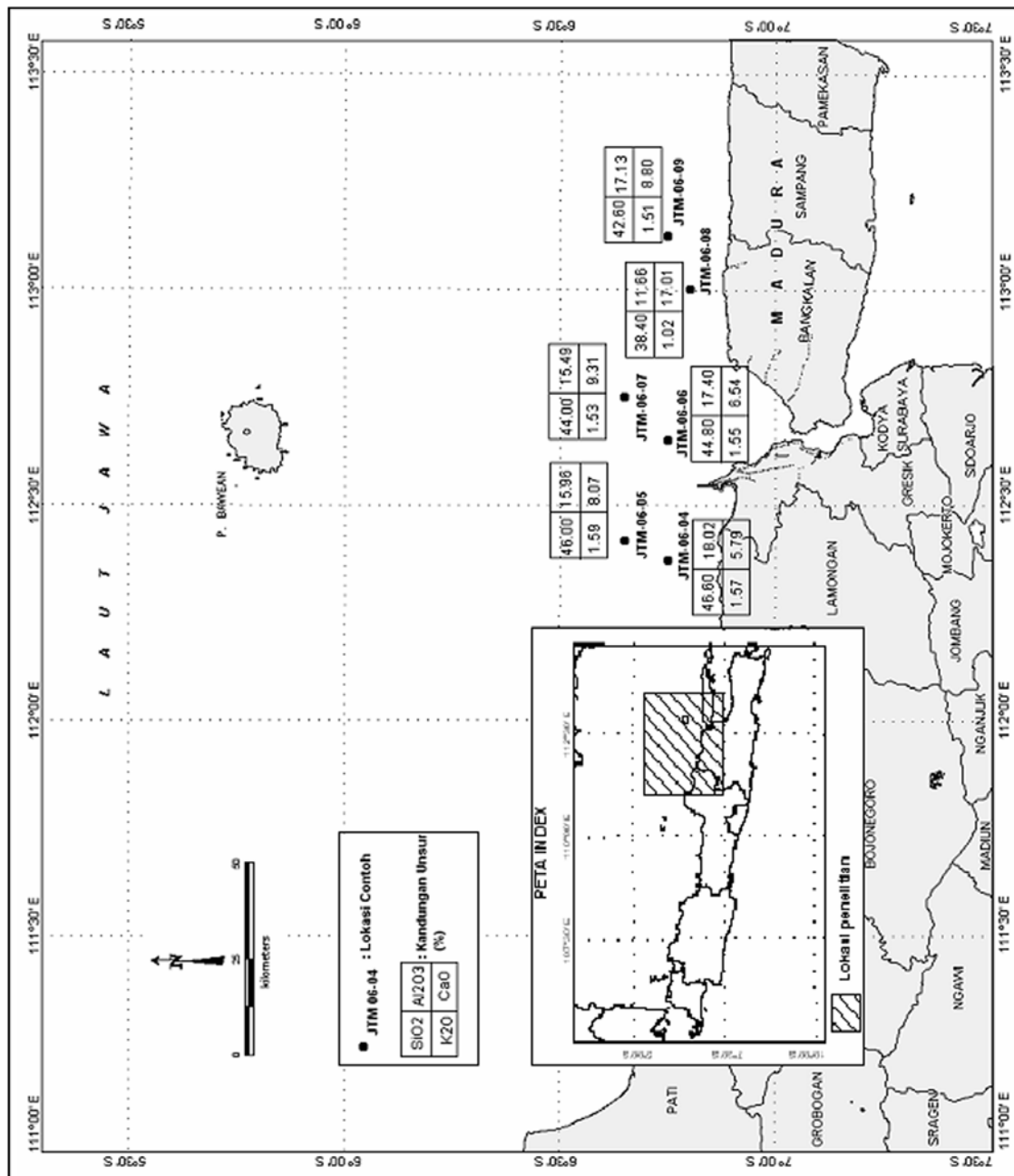
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis besar butir (*grain size analysis*) yang dilakukan terhadap 6 contoh sedimen dasar laut, menunjukkan bahwa macam sedimen penyusun daerah telitian umumnya menunjukkan lanau, sebagian lanau pasir dan pasir lumpuran sedikit kerikilan (U. Kamiludin drr., 2007).

Berdasarkan hasil analisis unsur utama terhadap 6 contoh sedimen dasar laut (Gambar 2) dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*) diperoleh nilai/kandungan dari 8 unsur utama (tabel 1).

Untuk pembahasan di subbab ini, karena contoh yang diambil untuk analisis unsur utama bukan merupakan hasil dari singkapan batuan (*outcrop*) namun masih berupa contoh (sedimen) yang belum terlitifikasi, maka pembahasan hanya dilakukan secara deskriptif berupa karakterisasi setiap lokasi terhadap variasi keterdapatan unsur utama seperti Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, dan K<sub>2</sub>O terhadap kandungan SiO<sub>2</sub>.

Berdasarkan hasil x-ray mapping di lokasi JTM06-09 memperlihatkan adanya beberapa unsur yang terdeteksi seperti Na, Cl, Fe dan Zr (tabel 2).



Gambar 2. Peta lokasi pengambilan contoh & kandungan unsur utama

Tabel 2. Kandungan unsur dan senyawa di JTM06-09

Unsur	%-massa	Senyawa	%-massa
Na	6.44	Na <sub>2</sub> O	8.68
Si	6.54	SiO <sub>2</sub>	14
Cl	9.94	NaCl	9.94
Fe	3.61	FeO	4.64
Zr	9.52	ZrO <sub>2</sub>	12.86

Berdasarkan hasil penggambaran kurva kartesius untuk contoh yang berasal dari sedimen dasar laut dari konsentrasi unsur-unsur di atas sebagai ordinat terhadap kandungan SiO<sub>2</sub> sebagai absis terlihat adanya beberapa bentuk kecenderungan (*trend*) dengan menggunakan pola logaritma, yaitu: (1) *linier negatif*, seperti yang terlihat antara grafik CaO terhadap SiO<sub>2</sub> dimana meningkatnya CaO diikuti dengan berkurangnya kandungan SiO<sub>2</sub> (Gambar 3); *linier positif* untuk K<sub>2</sub>O terhadap SiO<sub>2</sub> (Gambar 4) dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vs. SiO<sub>2</sub> (Gambar 5); dan (2) pola linier yang rata merupakan garis berat, seperti terlihat pada (gambar 6). Pada pola tipe ini, tidak ada hubungan yang jelas antar unsur-unsurnya.

Berdasarkan tabel di atas hasil x-ray mapping di lokasi utara Madura, teridentifikasi unsur Zr maupun senyawa ZrO<sub>2</sub> dalam bentuk mineral zirkon yang cukup besar 12.86 (% massa)

Dari gambar-gambar tersebut terlihat pola distribusi contoh terbagi dalam 2 zona, yaitu zona-1 diwakili oleh lokasi contoh JTM06-8 yang terletak di bagian paling timur pada peta lokasi pengambilan contoh dan zona-2 diwakili oleh 4 contoh lain (di sebelah barat JTM06-8, tidak termasuk JTM06-9). Gambar-gambar di atas terlihat (Gambar 4 dan 5) memiliki pola yang sama, dimana konsentrasi SiO<sub>2</sub> relatif makin meningkat ke arah barat sejalan dengan peningkatan K<sub>2</sub>O dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ; yang memberikan kenampakan yang terbalik pada gambar 3, dimana penurunan SiO<sub>2</sub> ke arah timur ditandai dengan meningkatnya kandungan CaO, sejalan dengan dominanya batugamping di daratan Madura.

Sedimen permukaan di lokasi telitian umumnya bersifat mineral lempungan, fakta ini

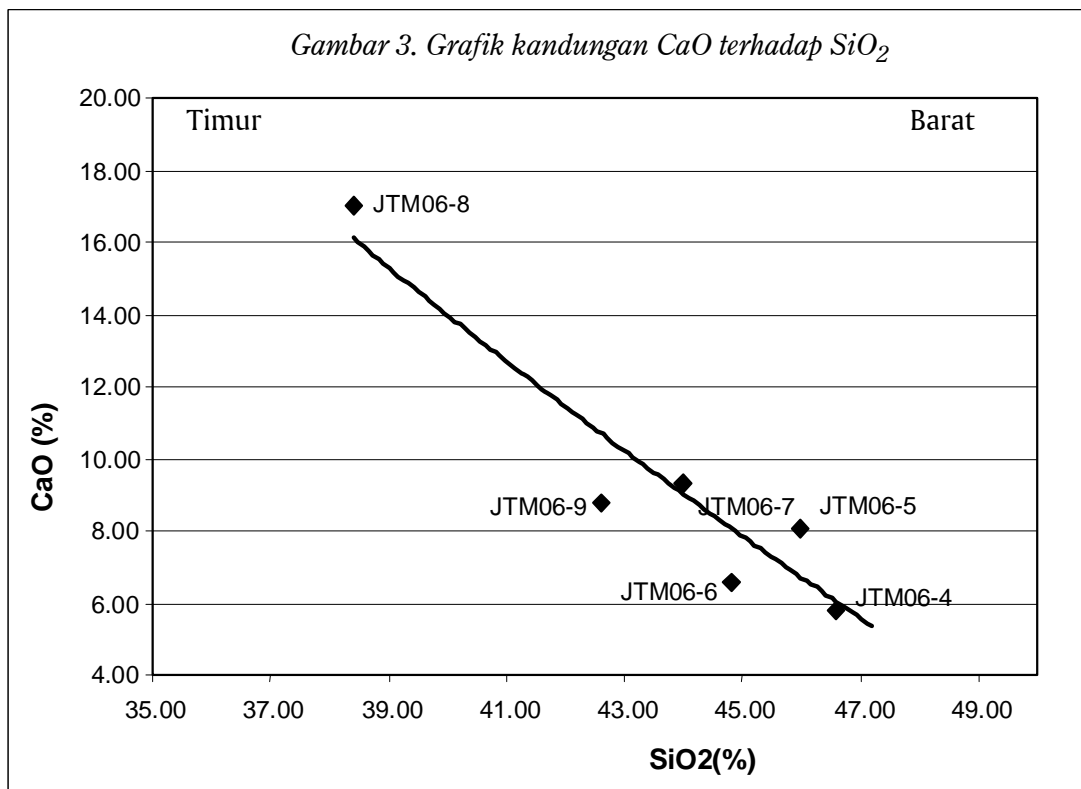
ditunjang oleh pengamatan megaskopis dan hasil analisa unsur utama dengan menggunakan AAS khususnya di lokasi JTM06-04 (lepas pantai Lamongan dan Gresik) dimana kandungan unsur Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mencapai 18.02% (tabel 1), dan nampak mineral lempung pada hasil pengamatan dengan menggunakan SEM (Gambar 7a), sedangkan komposisi lempung berdasarkan analisa mineralgrafi pada sedimen dasar lautnya mencapai hingga 99.24%. Adapun jenis mineral lempungnya berdasarkan analisa XRD adalah berupa halloysite (U. Kamiludin dan Noor CD Aryanto, 2007).

Demikian pula hasil x-ray mapping di lokasi lepas pantai antara Gresik dan Lamongan (JTM06-04) pada partikel silikat terdeteksi adanya unsur aluminium dan silikon sebagai unsur dominan (yang keduanya merupakan penyusun mineral halloysite), selain ke-dua unsur di atas teridentifikasi pula adanya besi (sebagai penyusun mineral hematit), (Gambar 7b).

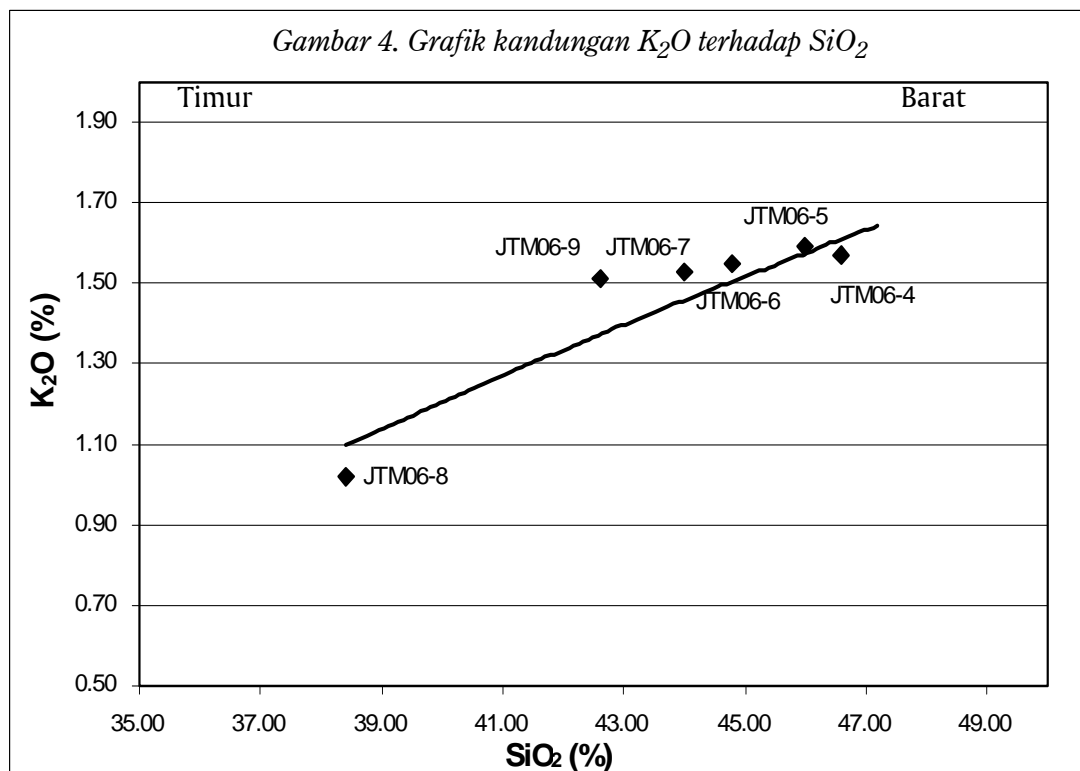
Kandungan CaO yang tinggi (17.01%) dapat dilihat pada lokasi JTM06-8 (lokasi yang terdekat dengan daratan P. Madura) yang secara umum tersusun atas material gampingan (karbonatan), berupa rombakan cangkang foram dan terumbu karang (Gambar 8) dengan kandungan mencapai hingga 25% dari seluruh mineral ringan yang dianalisa di lokasi ini. sehingga tidak mengherankan di lokasi tersebut dijumpai kandungan CaO yang tertinggi.

Adapun kandungan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tertinggi (12.42%) dapat dijumpai di lokasi JTM06-9 (di utara perairan Madura), ini disebabkan di lokasi tersebut berdasarkan analisa mineralgrafi dominan tersusun oleh mineral-mineral besi seperti magnetit, ilmenit dan khususnya hematit dengan kandungan yang cukup signifikan

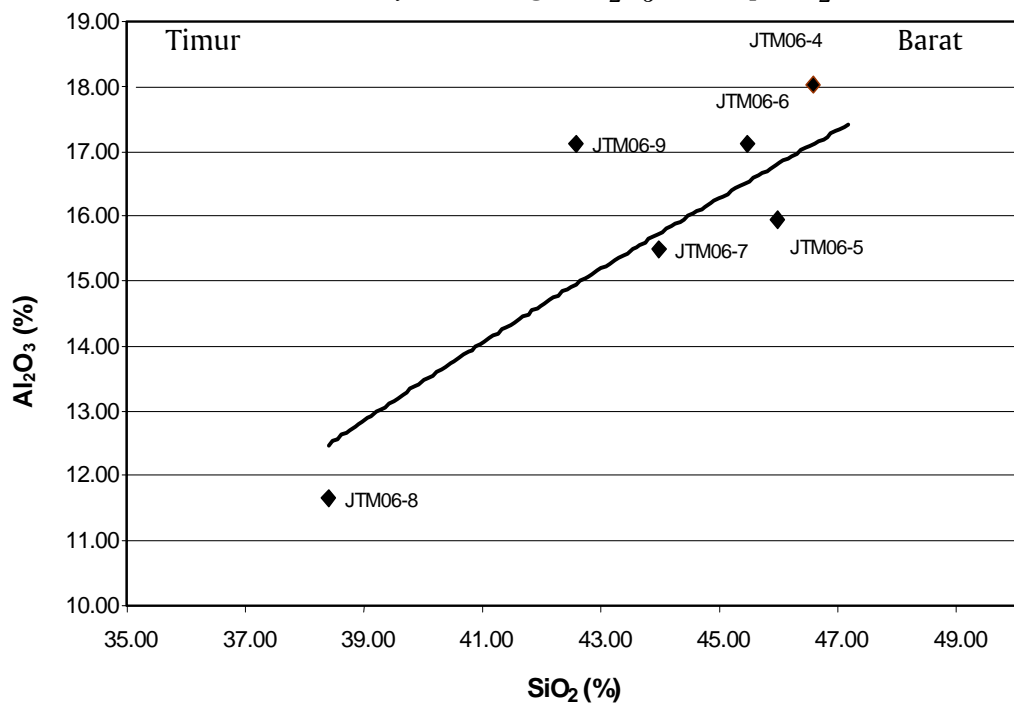
Gambar 3. Grafik kandungan CaO terhadap SiO<sub>2</sub>



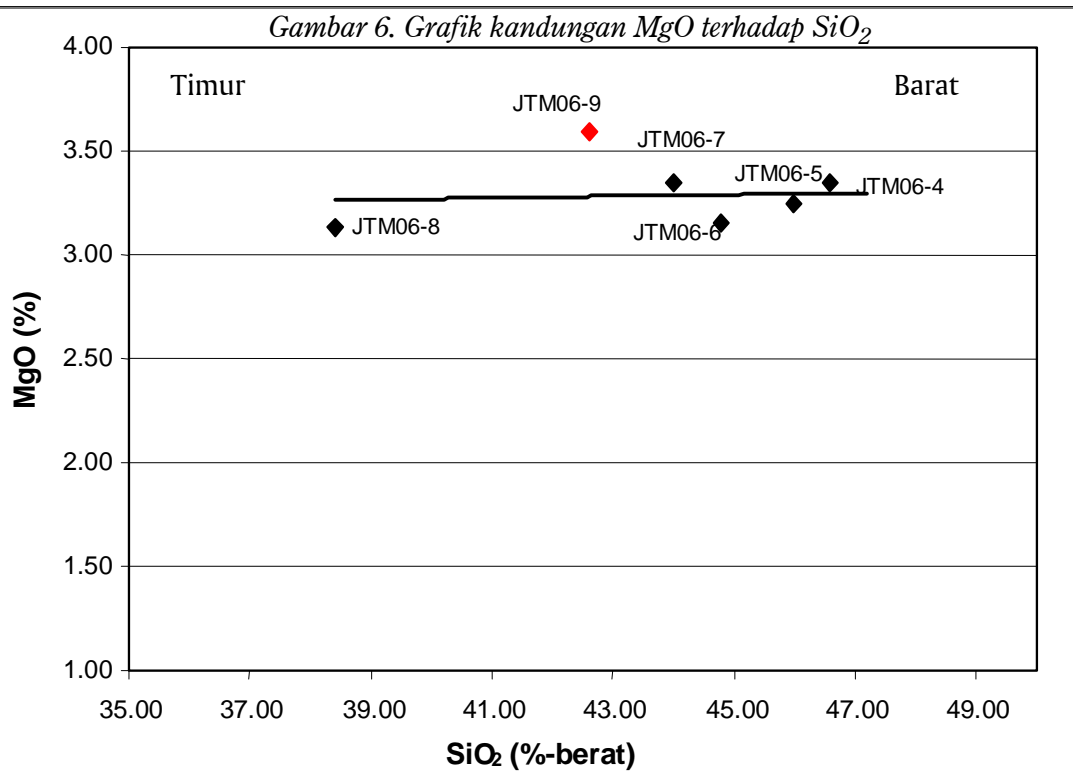
Gambar 4. Grafik kandungan K<sub>2</sub>O terhadap SiO<sub>2</sub>



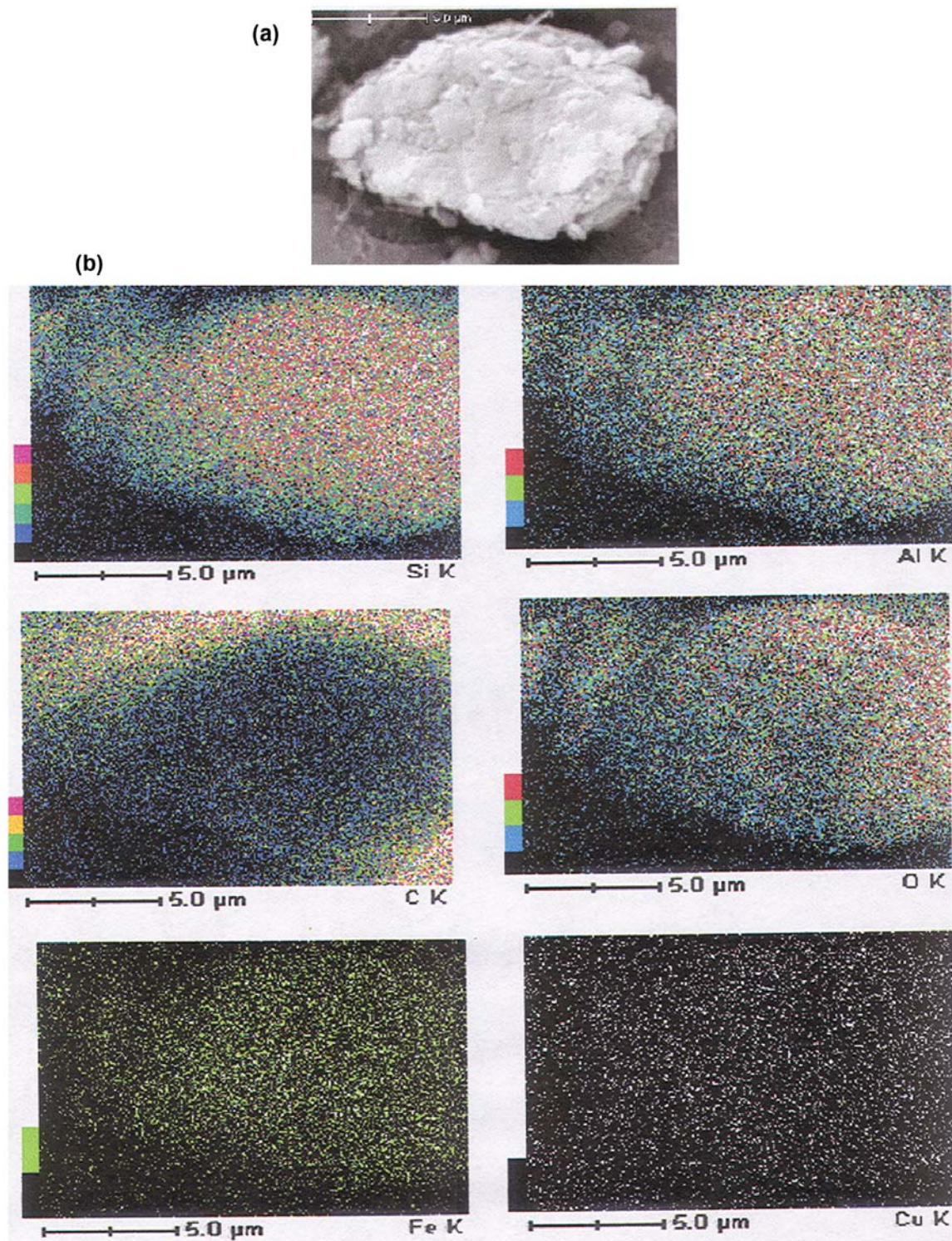
Gambar 5. Grafik kandungan  $Al_2O_3$  terhadap  $SiO_2$



Gambar 6. Grafik kandungan  $MgO$  terhadap  $SiO_2$

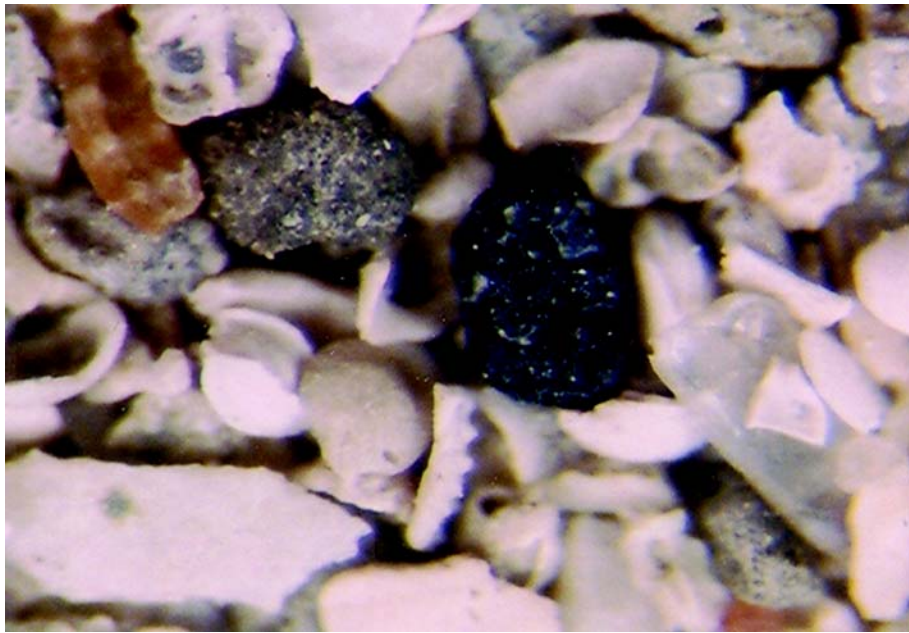




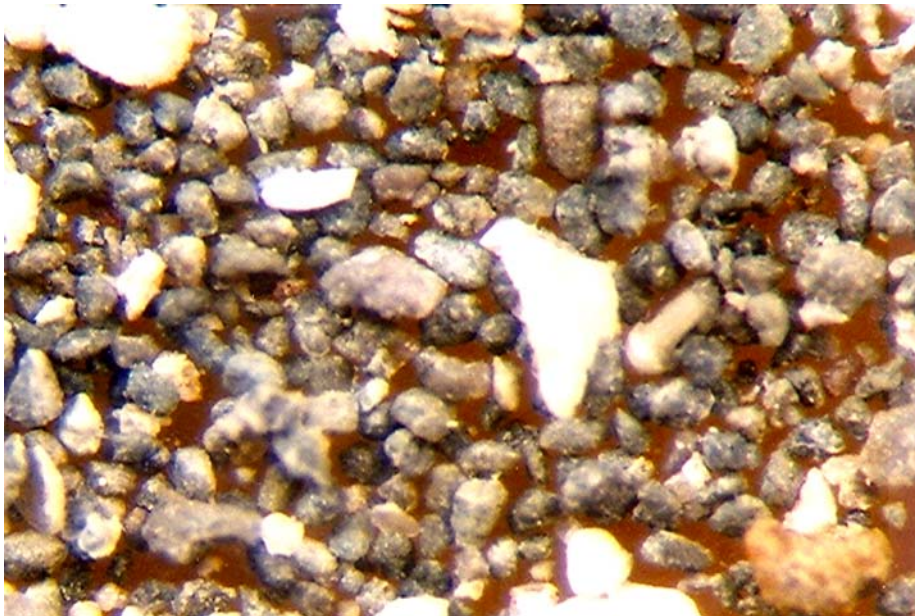


Gambar 7. Kenampakan mineral lempung di lokasi JTM06-4 hasil pengamatan SEM (a), dan Hasil x-ray mappingnya (b)



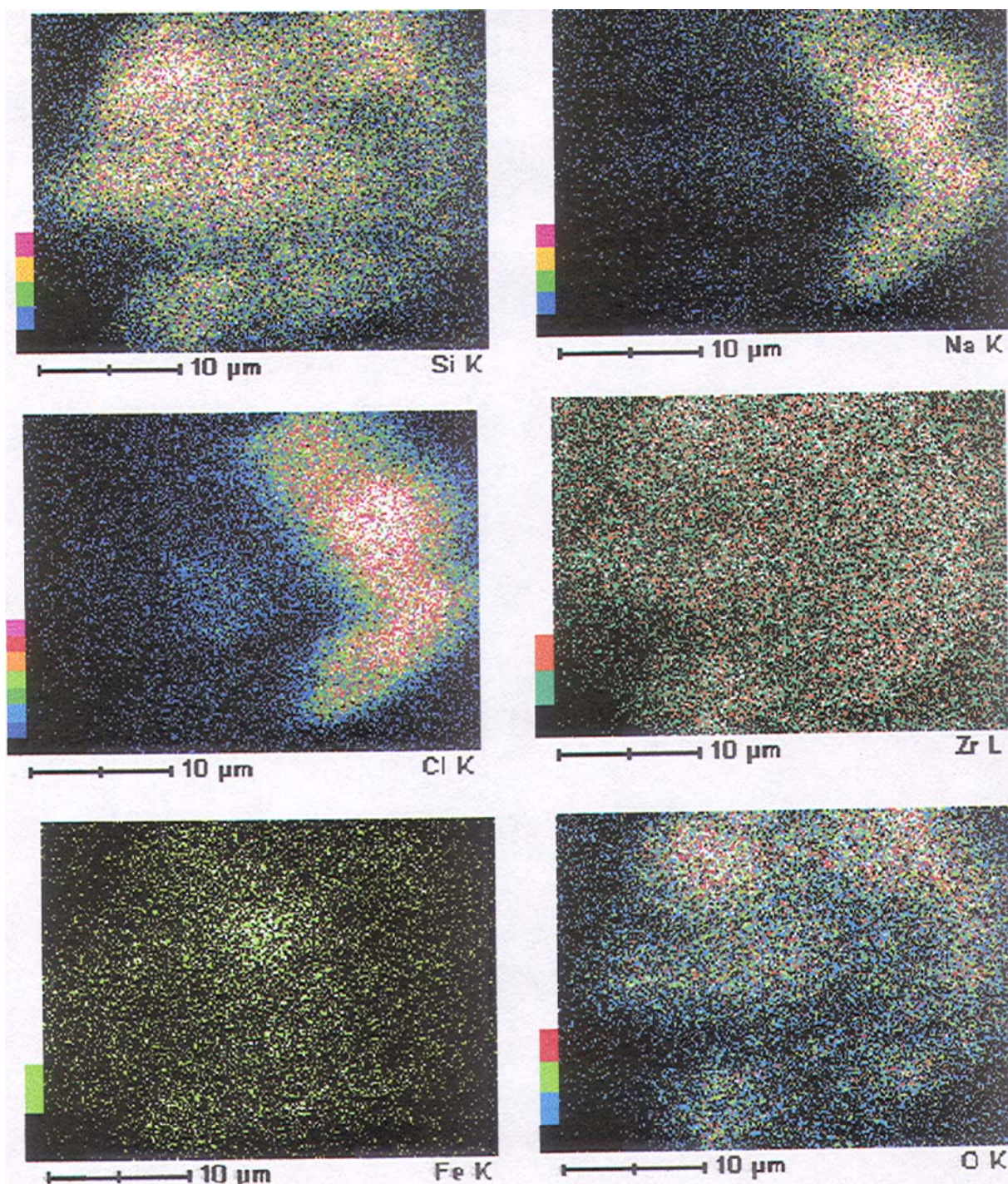


*Gambar 8. Kenampakan material gampingan (karbonatan) di lokasi JTM06-8*



*Gambar 9. Kenampakan hematit (coklat tua-kemerahan, kusam, membulat-menyudut tanggung. Perbesaran 25X) di lokasi JTM06-9.*





*Gambar 10. Kehadiran unsur-unsur di JTM06-9 hasil x-ray mapping*

(Gambar 9). Mineral ini merupakan penciri lingkungan air yang pernah bersinggungan dengan udara bebas atau bisa juga merupakan hasil kegiatan vulkanik, untuk hematit yang ditemukan dengan kristal berukuran lempung yang biasanya hadir sebagai mineral sekunder merupakan hasil dari proses pelapukan di darat yang bila hadir bersamaan dengan mineral oksida besi lainnya biasanya berupa *goethit*. Keberadaan hematit kerap berasosiasi dengan ilmenit karena ke-dua unsur tersebut memiliki sifat *solid solution* yang sama (diatas 950°C) selain sistem kristalnya yang juga sama (hexagonal/ rhombohedral). Hal ini didukung oleh hasil x-ray mapping yang telah dilakukan, dimana skala warna di sisi kiri menunjukkan persentase kehadiran unsur yang bersangkutan (Gambar 10).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa mineralgrafi yang didukung analisa *x-ray mapping* dan ditampilkan secara tampilan *spectro electron microscope*, dapat dikatakan bahwa contoh-contoh yang dianalisa, khususnya lokasi JTM06-04 dan JTM06-09 merupakan contoh asal darat yang mengalami pelapukan dan tertransportasi pada lingkungan sekarang, demikian pula halnya pada lokasi JTM06-08 (paling dekat dengan daratan Madura) yang ternyata juga didominasi oleh material gampingan (karbonatan) .

Menarik untuk dicermati disini adalah hadirnya Zr (9.52%) atau dalam bentuk senyawa berupa  $ZrO_2$  (12.86%) - tabel 2, yang apabila

berdasarkan analisa mineral berat yang juga dilakukan hanya dikenali berupa jejak (trace) ternyata secara x ray mapping berhasil dideteksi dengan kandungan yang cukup signifikan seperti yang terlihat pada lokasi JTM06-09 (Perairan utara Madura). Keberadaan unsur ini diduga berasal dari batuan sedimen yang termetamorfosiskan yang banyak tersingkap di daratan Madura.

## Daftar Pustaka

- Hendry Manur dan Rob Barraclough, *Structural Control On Hydrocarbon Habitat In The Bawean Area, East Java Sea*, Proceeding IPA 23rd, 1994
- Hugh Rollinson, *Using Geochemical Data, evaluation, presentation and interpretation*, Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd, 1993.
- Hartono dan Suharsono., 1997, Peta Geologi Lembar Tuban, Jawa. Pusat penelitian dan pengembangan Geologi.
- Supandjono, J.B., Hasan, K., Panggabean, H., dan Sukardi, 1992, Peta Geologi Lembar Surabaya dan Sapulu, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Udaya Kamiludin dan Noor CD Aryanto, Keterdapatan Halloysite dan Ikutannya di Perairan Utara Jawa Timur, Jurnal Geologi Kelautan, Vol. V, No.1., Puslitbang Geologi Kelautan, 2007.