

# KARAKTERISTIK DAN DISTRIBUSI LUMPUR SIDOARJO SEPANJANG SUNGAI, ESTUARI DAN PERAIRAN PORONG

## CHARACTERISTICS AND DISTRIBUTION OF SIDOARJO MUDS ALONG RIVER, ESTUARY AND PORONG WATERS

Undang Hernawan dan Kris Budiono

Puslitbang Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjunan 236, Bandung 40174

Diterima : 09-02-2012, Disetujui : 28-07-2013

### ABSTRAK

Semburan lumpur Sidoarjo (Lusi) di daerah Porong menambah fungsi Sungai Porong menjadi sarana untuk mengalirkan lumpur ke arah laut, karena kemampuan tanggul – tanggul penghalang di sekitar lokasi semburan sangat terbatas. Kondisi ini berdampak pula terhadap terbawanya lumpur lapindo ke perairan Porong. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui sebaran sedimen di sungai, muara dan perairan sekitar Porong terutama yang bersumber dari luapan lumpur Sidoarjo.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 30 sampel sedimen hasil sampling yang diambil di lokasi sungai – muara sungai Porong dan 30 sampel sedimen permukaan dasar laut di perairan sekitar muara sungai Porong.

Distribusi umum sebaran sedimen di perairan Porong menunjukkan sedimen lumpur ditemukan di pinggir sungai dan sedimen pasir ditemukan di bagian tengah sungai. Distribusi umum sedimen dasar perairan di sekitar muara Porong berupa pasir, lempung dan lempung lanau pasiran. Hasil analisis mikroskopik dan SEM menunjukkan bahwa sedimen yang berasal dari luapan lumpur Sidoarjo ditemukan di sepanjang aliran Sungai Porong sampai muara, namun belum ditemukan di perairan luar sekitar muara Porong. Sedimen Lusi yang sampai ke muara Porong berukuran butir sampai 2,5 mikron. Deskripsi megaskopis menunjukkan sedimen Lusi pasir - kerikil umumnya berbentuk pipih (halus – agak halus). Hasil SEM menunjukkan bahwa sedimen yang berasal dari lumpur Sidoarjo umumnya seragam dan didominasi berupa *smectite*. Berbeda dengan sedimen sungai, hasil SEM yang diperoleh dari sampel laut yang menunjukkan sedimennya beragam, berupa *montmorillonite*, *kaolinite* dan *illite*.

**Kata Kunci :** Sedimen, Porong, lumpur Sidoarjo

### ABSTRACT

*The Sidoarjo mudflow in the Porong area increases the functions of Porong River as media to drain the muds towards the sea, because the ability of embankments in the area as a barrier is very limited. This condition intends to determine the presence and distribution of sediment in rivers, estuaries and waters originating from the Lusi mudflow.*

*The materials used in this study are the sediment sampling results as many as 30 samples taken from the river and off the river mouth and 30 samples of sea surface sediments in the surrounding waters.*

*General distribution of sediments in the Porong River shows the form of mud sediments are generally found in the riverside and sandy sediment found in the middle of the river, while the distribution of sediments in waters Porong form of sand, clay and sandy silt clay. The results of microscopic and SEM analysis showed that the sediments derived from the Lusi mudflow found along Porong River till estuaries, but they have not reach surrounding water of Porong estuary. The Lusi sediment that reached the estuary Porong sized to 2.5 micron. General megascopic description show the shape of the Lusi sediment as sand-gravel is a flat-shaped (rounded - sub rounded). SEM results showed that the sediments derived from the Lusi is generally uniform and dominated by smectite. In contrast to stream sediments, the SEM results obtained from marine sediment samples show a variety of sediments, in the form of montmorillonite, caolinite and illite.*

**Key words:** Sediment, Porong, Sidoarjo, Mud Overflow (Lusi)

## PENDAHULUAN

Pertengahan 2006, tepatnya 27 Mei 2006 terjadi suatu fenomena besar yaitu semburan lumpur di Sidoarjo yang menyebabkan tergenangnya kawasan di sekitar lokasi semburan. Dalam menanggulangi luapan lumpur, Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BPLS) mengalirkan lumpur ke kali Porong sesuai dengan sasarannya, yaitu berkurangnya potensi ancaman luapan lumpur untuk mencegah meluasnya peta potensi dampak (HYPERLINK "<http://www.bpls.go.id>" <http://www.bpls.go.id>; 02 November 2011).

Karakteristik sedimen yang terbentuk akan bergantung pada lingkungan pengendapan sedimennya (Pettijohn, 1975). Lumpur Sidoarjo berasal dari bagian sedimentasi Formasi Kujung, Formasi Kalibeng dan Formasi Pucangan. Lumpur ini dicirikan oleh kandungan napal dan batu lempung napalan, berwarna abu-abu kehijauan, kuning kecoklatan dengan sisipan batu gamping bioklastik yang keras. Komponen terbesar lumpur berupa lempung dan struktur kristalnya berupa lempung. Komposisi unsur kimia secara umum dari lumpur Sidoarjo terdiri dari CaO (1,78-2,67%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (17,96-19,96 %), SiO<sub>2</sub> (44,49-49,72 %) dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (4,95-6,02) (HYPERLINK "<http://www.bpls.go.id>" <http://www.bpls.go.id>, 10 Maret 2012). Biomarka fraksi hidrokarbon alifatik yang teridentifikasi antara lain senyawa n-alkana C<sub>14</sub> - C<sub>38</sub>, pristan dan fitan, isoprenoid, iso- dan anteiso-alkana, alkil sikloheksana, metil alkilsikloheksana dan hopan. Biomarka fraksi hidrokarbon aromatik yang teridentifikasi antara lain perilen dan senyawa turunan pisenan, biomarka fraksi keton yang teridentifikasi antara lain metil n-keton dan etil n-keton dan biomarka fraksi alkohol yang teridentifikasi adalah n-alkanol jenuh (Rokhim, 2009).

Nurdiansyah (2011) memetakan sebaran sedimen lumpur Sidoarjo dari outlet sampai muara Porong dengan jarak 1 km pada daerah paling dekat dengan outlet, 2 km untuk lokasi pertengahan dan 3 km untuk lokasi yang paling jauh dari outlet pembuangan lumpur. Butiran gravel banyak mengedap di lokasi yang terdekat dengan outlet pembuangan lumpur, fraksi pasir banyak ditemukan di muara, sedangkan fraksi lanau dan lempung paling tinggi ada di lokasi yang berjarak 15 km dan 12 km dari outlet pembuangan lumpur.

Herman, Osawa dan Arthana (2010) mengatakan bahwa pola Total Suspended Material (TSM) dari citra satelit Landsat and Modis

memperlihatkan bahwa distribusi TSM yang berasal dari Sungai Porong kemudian akan terakumulasi menuju arah muara. Tetapi konsentrasi akan semakin mengecil pada daerah yang jauh dari muara. Ini diakibatkan oleh adanya pengaruh dari arus pasang surut yang terjadi di Selat Madura. Dari hasil simulasi model terlihat sebaran sedimen dipengaruhi oleh pola arus yang dibangkitkan oleh pasang surut. Pada kondisi menuju pasang dan pasang tinggi, dimana arus bergerak ke arah hulu, sedimen di muara Porong cenderung tertahan dan mengendap di daerah muara. Sedangkan pada kondisi menuju surut dan surut rendah dimana arus bergerak ke arah hilir angkutan sedimen yang keluar dari muara akan maksimal. Pola arus yang cenderung bergerak ke arah selatan di pesisir Porong mengakibatkan konsentrasi sedimen yang keluar dari muara Porong akan terbawa ke arah selatan. Adanya alur di depan mulut muara Porong kemungkinan merupakan salah satu penyebab mengapa sebaran sedimen cenderung bergerak ke arah selatan. Bambang Sukresno dkk, 2007, mengatakan bahwa konsentrasi TSM di daerah Porong berkisar antara 22-130 mg/l dan dipengaruhi oleh musim. Secara umum TSM di daerah Porong belum terpengaruh secara signifikan oleh adanya lumpur Sidoarjo yang dibuang ke laut berdasarkan analisis data tahun 2006 (sebelum semburan lumpur terjadi), 2007 dan 2008 (setelah semburan lumpur terjadi). Sementara Wibowo, 2012 memperkirakan sedimen yang berasal dari buangan lumpur Sidoarjo menjadi faktor paling besar yang mengakibatkan akresi di daerah delta sungai Porong.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik mineral pada sedimen dan sebaran sedimen permukaan, terutama sedimen yang berasal dari lumpur Sidoarjo, mulai dari lokasi spillway - muara sungai Porong - perairan Porong dan sekitarnya. Pada daerah muara Porong lokasinya dibuat lebih detail dan dilakukan pada cabang sungai yang dominan.

## METODOLOGI

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel sedimen yang diambil sepanjang sungai Porong, muara Porong dan perairan sekitarnya, sebanyak 30 sampel sedimen sungai dan 30 sampel sedimen dasar permukaan laut. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan grab sample untuk sedimen di sepanjang sungai dan menggunakan gravity di perairan Porong. Sampel dianalisis secara

mikroskopis dan makroskopis untuk melihat sebaran dan karakteristiknya.

## HASIL DAN ANALISIS

Gambar 1a dan 1b menunjukkan lokasi pengambilan sampel sedimen di laut, muara dan Sungai Porong. Lokasi Penelitian berada di sepanjang sungai Porong mulai dari spillway sampai muara Porong dan perairan sekitarnya.

Kondisi sungai dan muara sungai Porong seperti halnya muara sungai besar lainnya, yang mana sungai Porong secara aktif membawa partikel-partikel sedimen yang kemudian diendapkan di daerah muara dan sekitarnya. Luapan lumpur Sidoarjo yang dialirkan melalui Sungai Porong di daerah hulu mempunyai kondisi yang sama, akan terbawa oleh aliran sungai tergantung dari kuat-lemahnya aliran sungai. Pada waktu musim kemarau, kondisi Sungai Porong mengalami pengurangan debit sungai, sehingga luapan lumpur Sidoarjo yang dialirkan ke sungai mengendap di daerah-daerah sekitar spillway. Sebaliknya pada waktu musim penghujan, aliran Sungai Porong memiliki debit air yang cukup untuk mengalirkan partikel hasil luapan lumpur Sidoarjo.

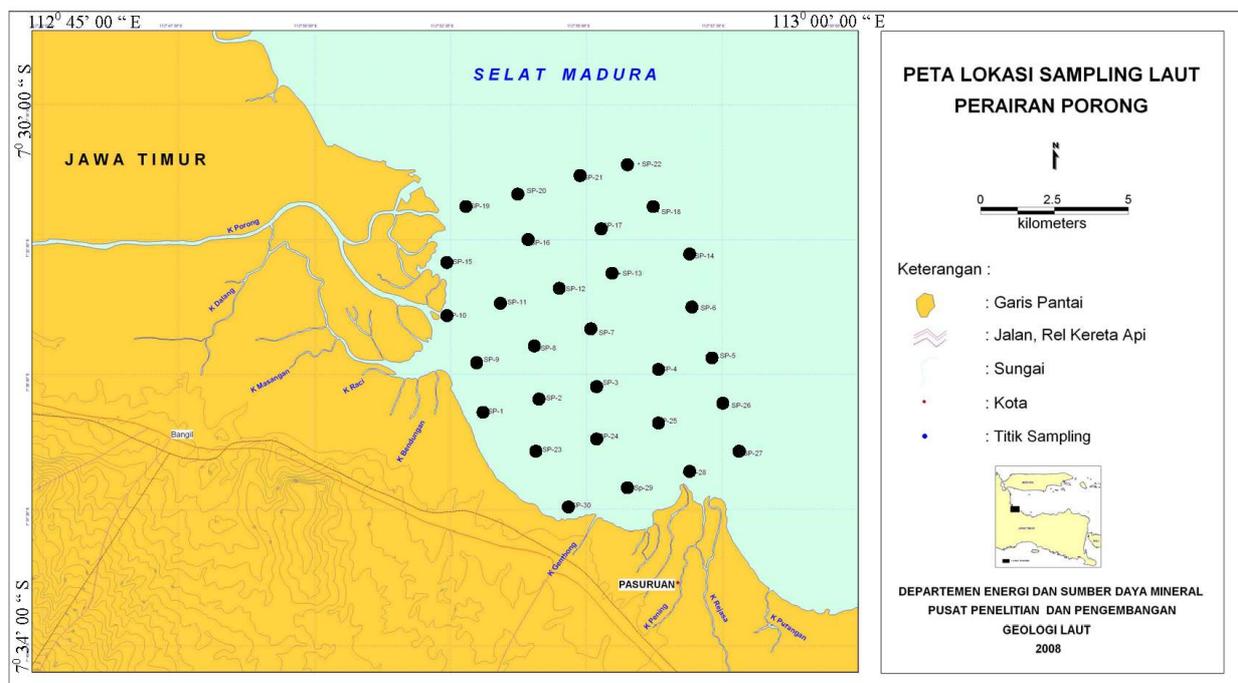
Kemampuan sungai Porong dalam mengendapkan sedimen sangat tergantung pada kuat-lemahnya aliran Sungai Porong yang

membawa partikel dan besarnya butir dari partikel lumpur Sidoarjo. Konsekuensinya, partikel-partikel yang berukuran lebih kecil/halus akan diendapkan oleh sungai pada daerah yang lebih jauh, sampai pada daerah muara.

Pengambilan contoh sedimen pada daerah muara dan sepanjang aliran sungai Porong dimaksudkan untuk mengetahui sebaran sedimen yang bersumber dari hasil luapan lumpur Sidoarjo yang dialirkan melalui sungai. Muara sungai yang menjadi daerah penelitian ini adalah muara utama Sungai Porong saat ini (yang berada di sebelah selatan) dan percabangannya yang merupakan muara utama Sungai Porong sebelumnya (Hernawan, 2008)

Berdasarkan contoh sedimen yang terambil oleh peralatan penginti comot dan penginti jatuh bebas serta analisis besar butir, sedimen permukaan dasar laut di daerah penelitian terdiri dari pasir, lempung lanauan pasir dan lempung.

Sedimen pasir berwarna hitam - coklat, berukuran halus sampai kasar, terdiri dari aneka ragam komponen organik dan batuan serta mineral yang antara lain komponen batuan beku, menyudut tanggung - membundar tanggung, mineral kuarsa dan mineral hitam, bekas cangkang kerang, tersebar di sekitar muara sungai sampai dengan kedalaman laut 10 m. Berdasarkan pengamatan mikroskopik, pada sedimen pasir ini terdapat komponen batuan lempung berukuran



Gambar 1a. Lokasi pengambilan sampel sedimen dasar permukaan laut



Gambar 1b. Lokasi pengambilan sampel sedimen sungai

pasir sedang sampai halus yang berasal dari buangan lumpur Sidoarjo. Data tersebut menunjukkan bahwa lumpur Porong yang dibuang ke S. Porong sudah sampai ke muara Sungai Porong.

Sedimen lempung lanauan pasiran, berwarna coklat kadang-kadang kehitaman, bersifat sangat lunak menyebar dari muara sungai sampai kedalaman laut 25 m. Sedimen pasir yang tercampur berukuran halus sampai sedang, terdiri dari komponen batuan beku, cangkang kerang, mineral kuarsa dan mineral hitam. Secara megaskopik terlihat bahwa sedimen ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan darat.

Sedimen lempung berwarna abu-abu kehijauan, bersifat lunak sampai kenyal, mengandung cangkang kerang menempati kedalaman laut 20 m - 50 m. Foto 1 dan Foto 2 memperlihatkan contoh sedimen yang terambil di muara dan ke arah lepas pantai, dan Gambar 2 memperlihatkan peta sebaran sedimen permukaan dasar laut (Santosa dan Suwarti, 1992; Puslitbang Geologi Kelautan 2008).

Foto 1. menunjukkan contoh sedimen yang terambil di sekitar muara ke arah lepas pantai, yang terdiri dari lempung, lanau sedikit pasiran, lunak, jenuh air, mengandung cangkang moluska dan organik, berwarna *dark olive gray (2.5GY)* – *dark greenish gray (5G4)* berdasarkan *geological rock colour chart-Munsell, 2009*.

Contoh sedimen yang terambil oleh penginti jatuh bebas memperlihatkan bahwa sedimen yang terambil di sekitar muara Sungai Porong terdiri dari lempung dan lanau yang kadang-kadang mengandung pasir dalam bentuk lensa. Secara

umum berwarna *dark olive grey (5GY3)* sampai *dark greenish gray (5G4)* berdasarkan *geological rock colour chart-Munsell, 2009*, sangat lunak-lunak, jenuh air, mengandung cangkang moluska, tersebar merata sampai ke arah lepas pantai. Kondisi seperti ini memperlihatkan bahwa pengaruh darat sangat mendominasi karakteristik sedimen permukaan dasar laut yang terendapkan di sekitar muara Sungai Porong.

Sedimen yang terendapkan di sekitar kawasan perairan Porong berwarna lebih terang yaitu *dark greenish gray (5G4)* berdasarkan *geological rock colour chart-Munsell, 2009*. Kondisi ini memperlihatkan bahwa sedimen di sekitar perairan Porong samasekali tidak atau belum terpengaruh oleh endapan darat yang sekarang, terutama sedimen yang berasal dari luapan lumpur Sidoarjo.

Foto 2. menunjukkan Contoh sedimen yang terambil di sekitar lepas pantai, berwarna *dark greenish gray (5G4)*, lunak, kenyal, mengandung cangkang moluska.

Foto 3 menunjukkan bentuk umum sedimen lempung yang berasal dari luapan lumpur Sidoarjo. Tampilan megaskopis secara umum menunjukkan bentuk sedimen berukuran pasir dan kerakal-kerikil dari lumpur Sidoarjo adalah berbentuk pipih (*rounded – subrounded*). Hasil SEM menunjukkan bahwa sedimen yang berasal dari lumpur Sidoarjo umumnya jenis mineral lempungnya seragam dan didominasi oleh *smectite*. Berbeda dengan sedimen sungai, hasil SEM yang diperoleh dari sampel laut yang menunjukkan sedimennya beragam, berupa *montmorillonite, kaolinite* dan *illite*.

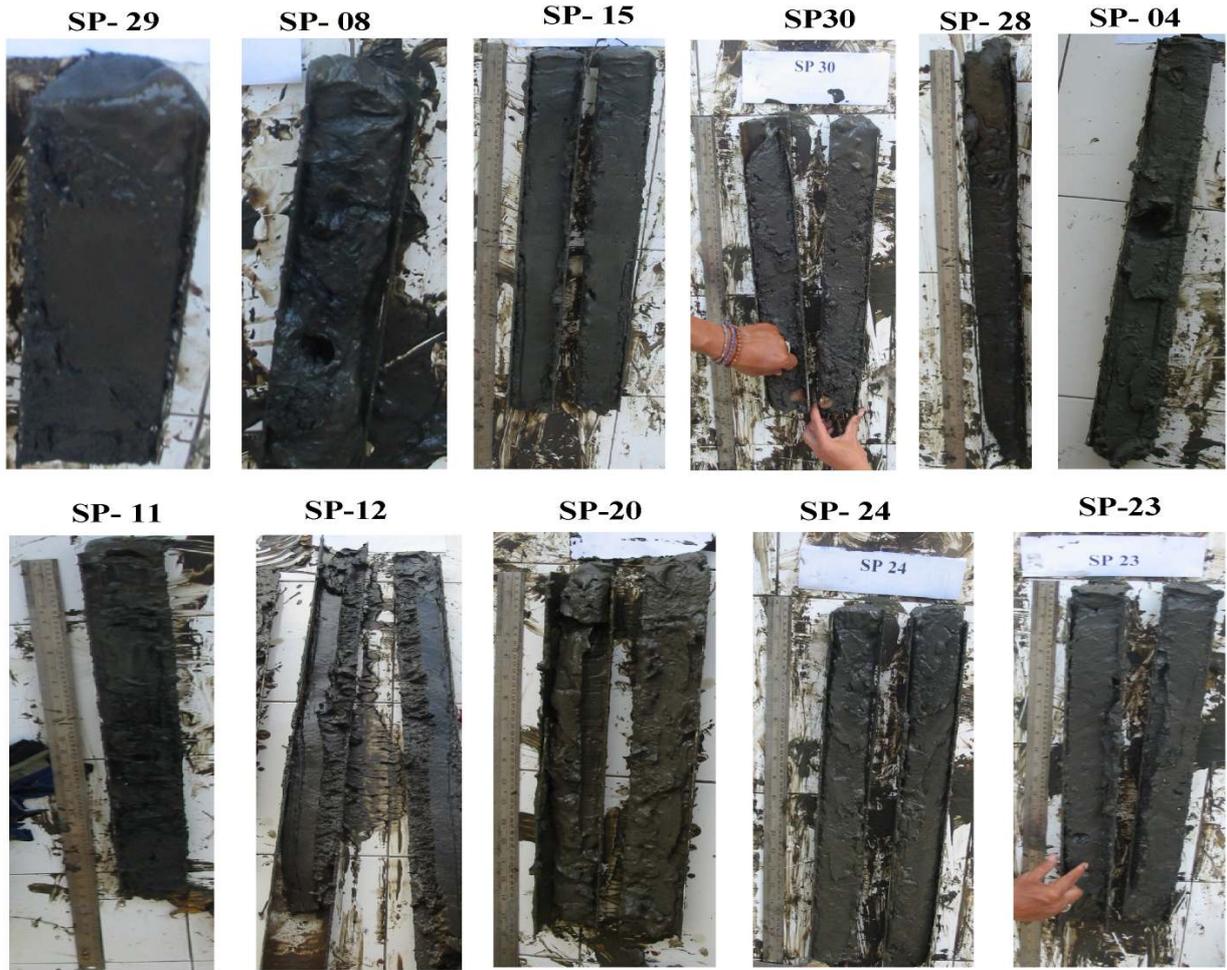


Foto 1. Contoh sedimen permukaan dasar laut sekitar muara ke arah lepas pantai

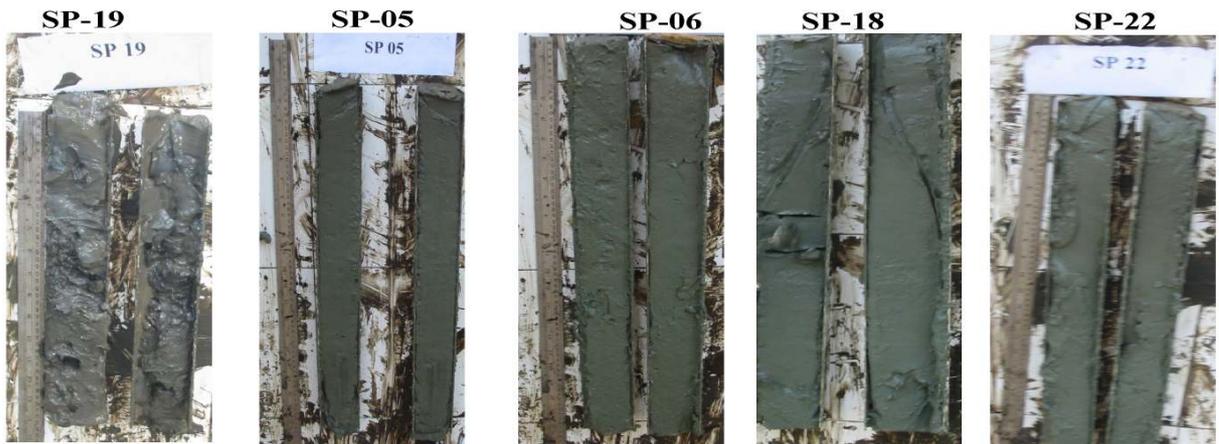
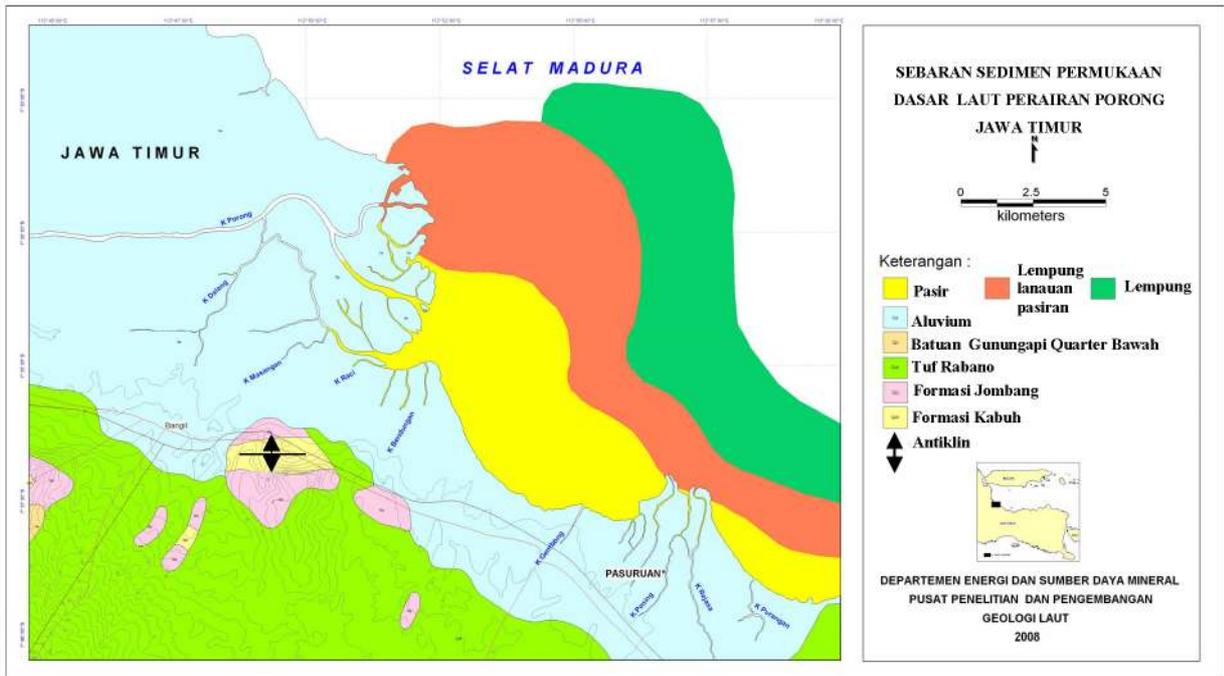


Foto 2. Contoh sedimen yang terambil di sekitar lepas pantai



Gambar 2. Peta Geologi wilayah Porong dan sekitarnya (Santosa dan Suwarti, 1992) dan Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut perairan Porong dan sekitarnya (hasil penelitian)

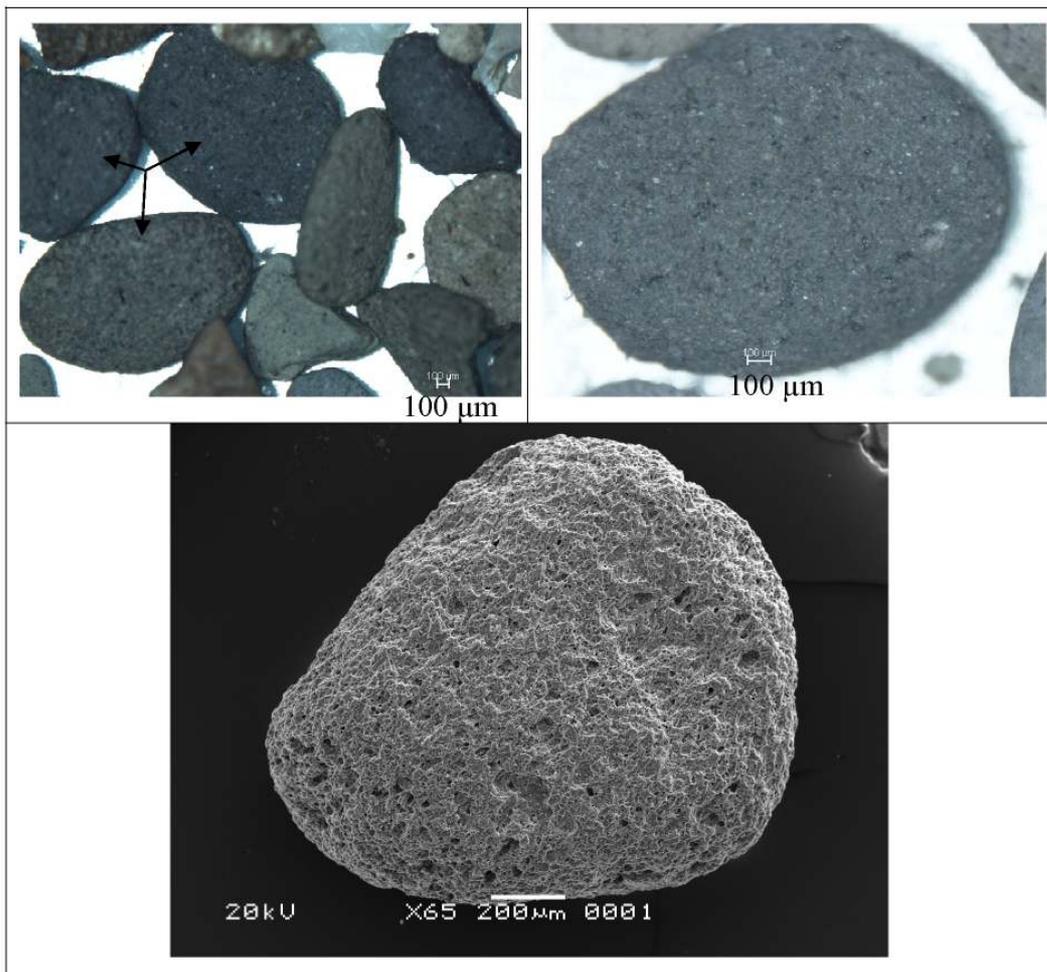
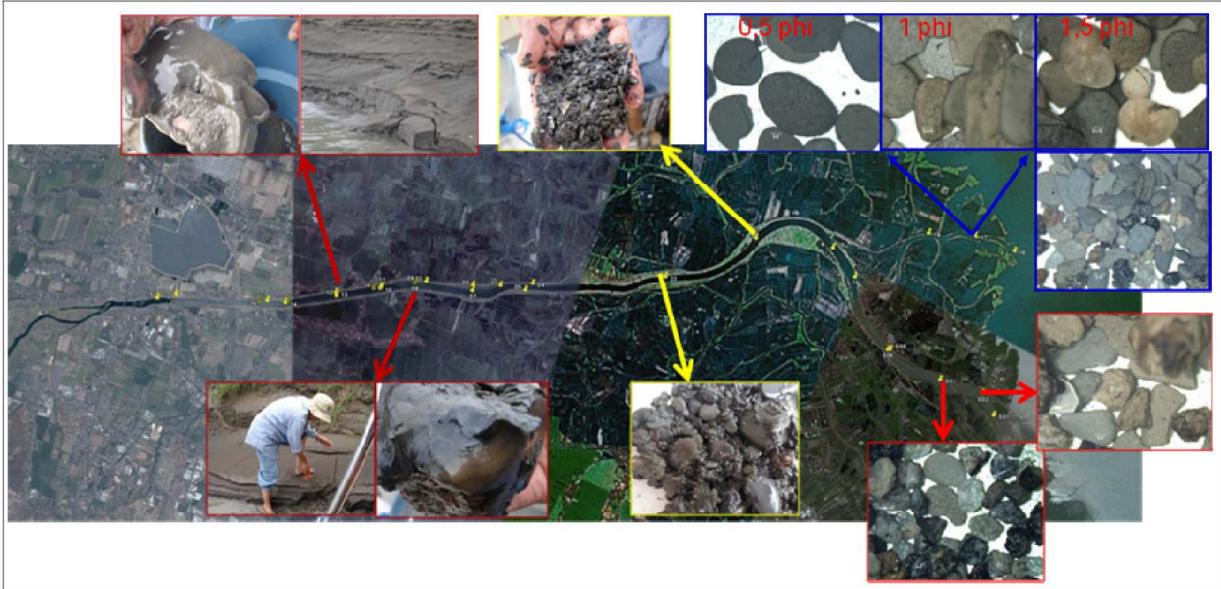
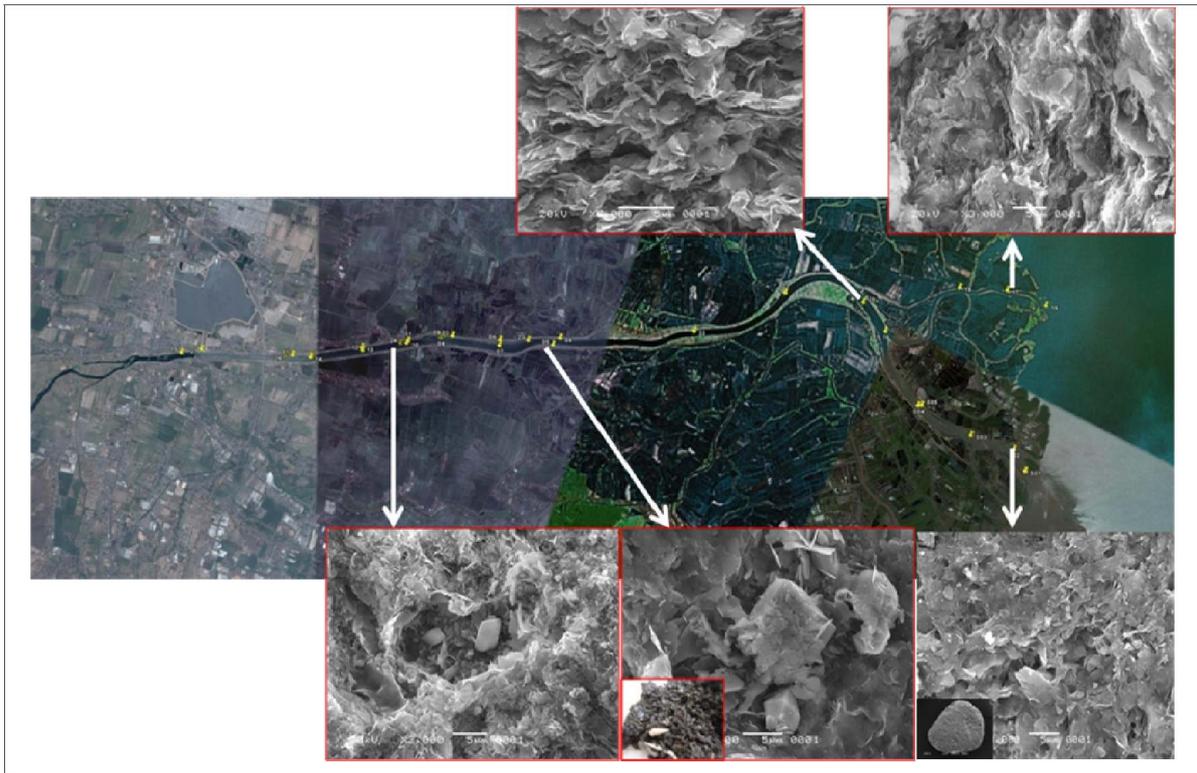


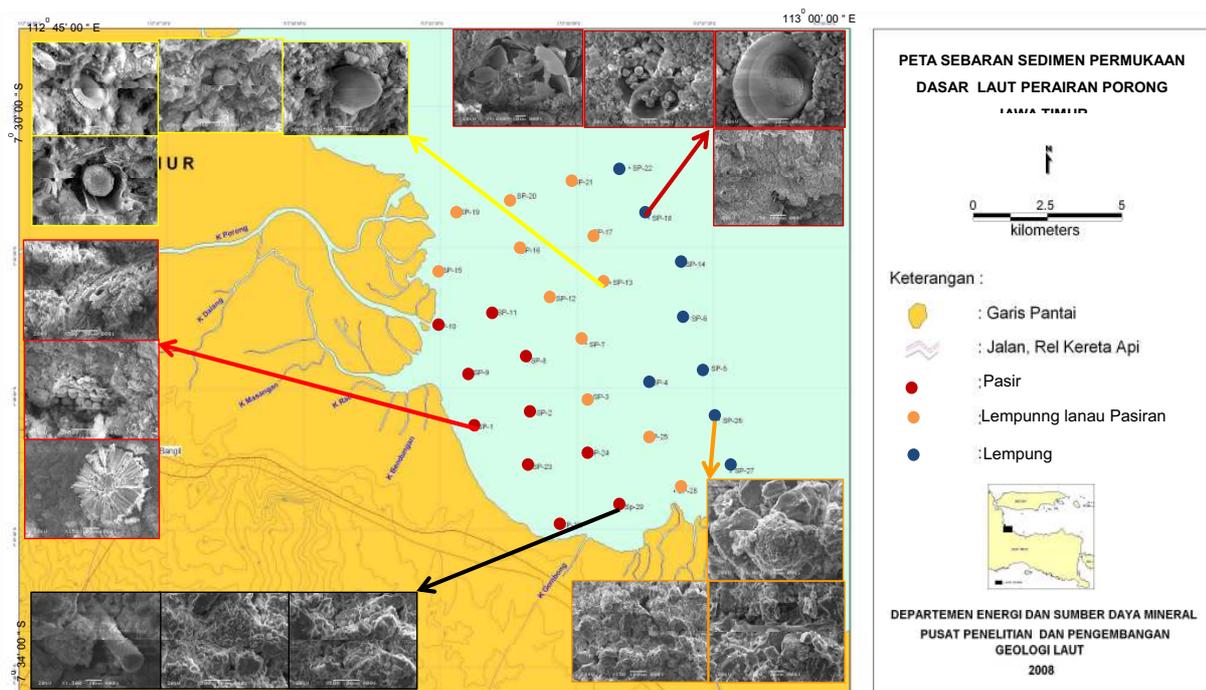
Foto 3. Bentuk umum sedimen dari lumpur Sidoarjo (a,b,c,d) hasil mikroskopis dan (e) hasil SEM



Gambar 3. Sebaran sedimen dari lumpur Sidoarjo di Sungai Porong



Gambar 4. Sebaran sedimen hasil SEM dari lumpur Sidoarjo di Sungai Porong



Gambar 5. Sebaran sedimen hasil SEM dari lumpur Sidoarjo di muara Sungai Porong dan perairannya

Sebaran sedimen yang berasal dari luapan lumpur Sidoarjo yang dialirkan melalui Sungai Porong beragam bentuk dan ukurannya, mulai dari lumpur, lanau, lempung, pasir sampai kerikal dan kerakal. Kemampuan dan besarnya debit aliran Sungai Porong akan mempengaruhi pergerakan dan perpindahan material tersebut dari tempat pembuangannya di *spillway* sampai ke daerah muara sungai dan perairan di sekitarnya.

Hasil pengambilan contoh sedimen dan identifikasi di lapangan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tempat pengendapan dari material buangan lumpur Sidoarjo antara sedimen yang berupa lumpur dan pasir. Sedimen yang berupa lumpur umumnya ditemukan pada Sungai Porong di daerah pinggiran sungai, sedangkan sedimen berupa pasiran umumnya ditemukan di tengah sungai. Gambar 3 menunjukkan tempat pengendapan sedimen lumpur Sidoarjo yang ditemukan selama penelitian dan Gambar 4 dan Gambar 5 memperlihatkan hasil SEM dari sebaran sedimen lumpur lapindo di sepanjang sungai – muara dan di laut.

Berdasarkan hasil analisis besar butir, mikroskopis dan SEM menunjukkan bahwa sedimen yang bersumber dari luapan lumpur Sidoarjo telah sampai pada daerah muara Sungai Porong, namun tidak ditemukan pada sampel sedimen laut. Hasil SEM menunjukkan perbedaan

jenis dari sampel yang diambil di sungai dan di perairan sekitarnya. Sedimen dari lumpur Sidoarjo yang sampai di muara Sungai Porong berukuran sampai 2,5 mikron.

### SIMPULAN

Sedimentasi di muara Sungai Porong terjadi secara alamiah dan adanya penambahan material sedimen yang berasal dari lumpur Sidoarjo. Hasil studi secara umum menunjukkan sebaran sedimen di perairan Porong berupa pasir, lempung, lempung lanau pasiran.

Perlu kajian dan penelitian yang lebih rinci sehubungan banyak ditemukannya bentuk pipih dari sedimen yang berasal dari semburan lumpur yang pada umumnya terkonsentrasi di pinggir sungai dan sekitar muara serta tidak ditemukannya kandungan unsur K dan Na.

Hasil analisis mikroskopik dan SEM menunjukkan bahwa sedimen yang berasal dari luapan lumpur Sidoarjo telah ditemukan di daerah sepanjang Sungai Porong dan di muara Porong, namun tidak ditemukan di daerah lautnya. Sedimen dari lumpur Sidoarjo yang sampai di muara Sungai Porong berukuran sampai 2,5 mikron. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh arus pasang yang lebih besar dibandingkan dengan arus pada waktu surut dan gelombang di sekitar muara cukup besar, sehingga sedimen yang berasal dari

semburan lumpur Sidoarjo terkonsentrasi di sekitar muara.

Tampilan umum secara megaskopis bentuk sedimen berukuran pasir dan kerakal-kerikil dari lumpur lapindo adalah berbentuk pipih (*rounded - subrounded*). Hasil SEM menunjukkan bahwa sedimen yang berasal dari lumpur lapindo umumnya jenis mineral lempungnya seragam dan didominasi oleh *smectite*. Berbeda dengan sedimen sungai, hasil SEM yang diperoleh dari sampel laut yang menunjukkan jenis mineral lempung sedimennya beragam, berupa *montmorillonite*, *kaolinite* dan *illite*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Subaktian Lubis, M.Sc. selaku Kepala Puslitbang Geologi Kelautan yang telah member kesempatan untuk survey di Porong. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan rekan – rekan tim Porong yang membantu pelaksanaan di lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bambang, Sukresno; Priyono, Bayu; Zahrudin, Dedy Aa; Subki, Benny A. 2007. Investigation of Total Suspended Matter in Porong Region Using Aqua-Modis Satellite Data and Numerical Model dalam HYPERLINK "http://www.bpol.litbang.kkp.go.id." "http://www.bpol.litbang.kkp.go.id." 10 Maret 2012.
- Hernawan, Undang. 2008, The Depeloment of Porong Estuary. Bulletin of the Marine Geology, p. 40-52.
- Herman; Osawa, Takahiro; Arthana, I. W. 2010 . Study of Total Suspended Solid Matter Distribution Using Satellite Data and Numerical Simulation. Ecotrophic, Volume 5 No. 1. 2007. P. 57-62.
- Munsell, 2009. Geological Rock-Color Chart. Geological Society of America. America.
- Nurdiansyah, Hardian Yudha. 2011. Studi Sebaran Sedimen dari Outlet Pembuangan Lumpur Lapindo Sampai Pembuangan Kali Porong. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut . Surabaya.
- Pettijohn, F. J. 1975. Sedimentary Rock. Third Edition. Harper and Row Publishing. New York.
- Rokhim, Abdul. 2009. Karakterisasi Geokimia Organik Lumpur Porong Sidoarjo Semburan Tahun Kedua. Program Sarjana Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Santosa dan Suwarti. 1992. Peta Geologi Lembar Malang, Jawa. Pusat Penelitian dan pengembangan Geologi. Bandung
- Wibowo, Yudha Ari. 2012. Studi Perubahan Garis Pantai di Muara Sungai Porong dalam HYPERLINK "http://oceanografihangtuah.files.wordpress.com" http://oceanografihangtuah.files.wordpress.com . 1 Juli 2012.
- www.bpls.go.id. 2 November 2011
- www.bpls.go.id/bplsdownload/article. 10 Maret 2012.

