



TINJAUAN DAN PENDALAMAN Terhadap Ringkasan Laporan Riset

Lusi

LUSI Research Summary Report

Desember 2009

Badan Penyelidikan Geologi Rusia

Russian Institute of Geological Studies

Dengan

« OOO RINeftGaz »

Institut Elektro-Fisika (Jasa Geo-Riset)

Institute of Electro Physics [Geo-Research Services]

Dr. Sergey V. Kadurin (Pimpinan Peneliti)

Igor Aleksandrovich Losev

Lubov Yurievna Eremina

Maxim Belmesov

Dr Igor K. Nikolaevich

Tinjauan dan Pendalaman dan Pengalihan Bahasa

Oleh: Prof. Dr. Hardi Prasetyo

Rangkaian hasil **FROM RUSSIAN WITH LUSI**

17 Agustus 2010



TINJAUAN DAN PENDALAMAN Terhadap Ringkasan Laporan Riset **Lusi**

LUSI Research Summary Report, Tim Rusia (2009)

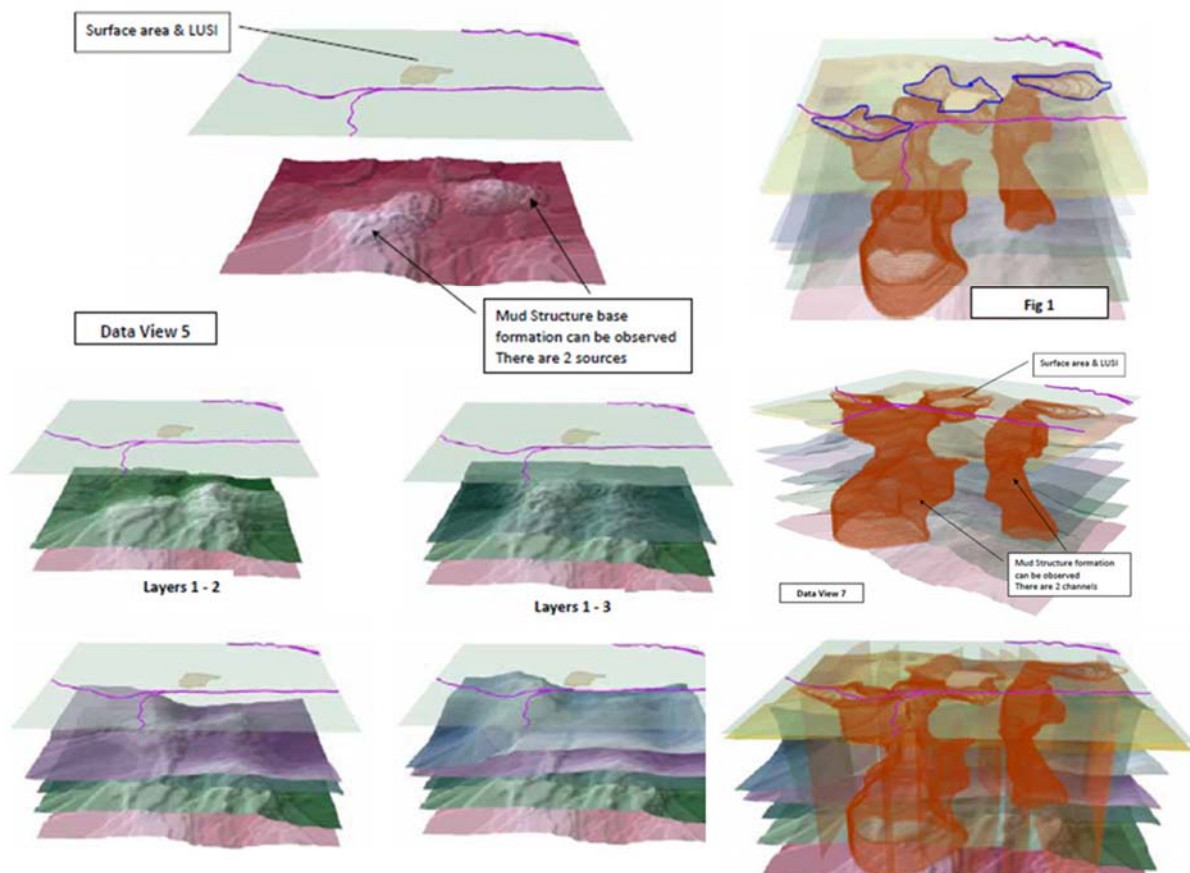
BAGIAN I: ALUR PIKIR HASIL RISET

Basis Data Geologi dan Geofisika terkait selama ini, dihimpun sebagai persandingan dari hasil Penelitian LUSI oleh Tim Rusia



TINJAUAN DAN PENDALAMAN

Terhadap Ringkasan Laporan Riset **Lusi**



Hasil utama Penelitian Tim Rusia, yang dinilai merupakan hal baru adalah dengan menerapkan teknologi GIS-3D terhadap basis data seismik refleksi analog (*analog seismic reflection profiles*), ditafsirkan arsitektur bawah permukaan mud volcano Lusi. Dimana telah dikonstruksikan keberadaan mud volcano LUSI dan dua struktur lumpur (*mud diapir*) lainnya yang berlokasi di sebelah timurlaut dan barat daya.

Tim Rusia juga melakukan pemodelan terhadap erupsi Lusi yang dikendalikan oleh keberadaan struktur lumpur purba, sistem patahan Watukosek, dan dipicu oleh 2 even gempa bumi.

TINJAUAN DAN PENDALAMAN

Terhadap Ringkasan Laporan Riset **Lusi**

IDENTIFIKASI PATAHAN PADA SEISMIK 2-D

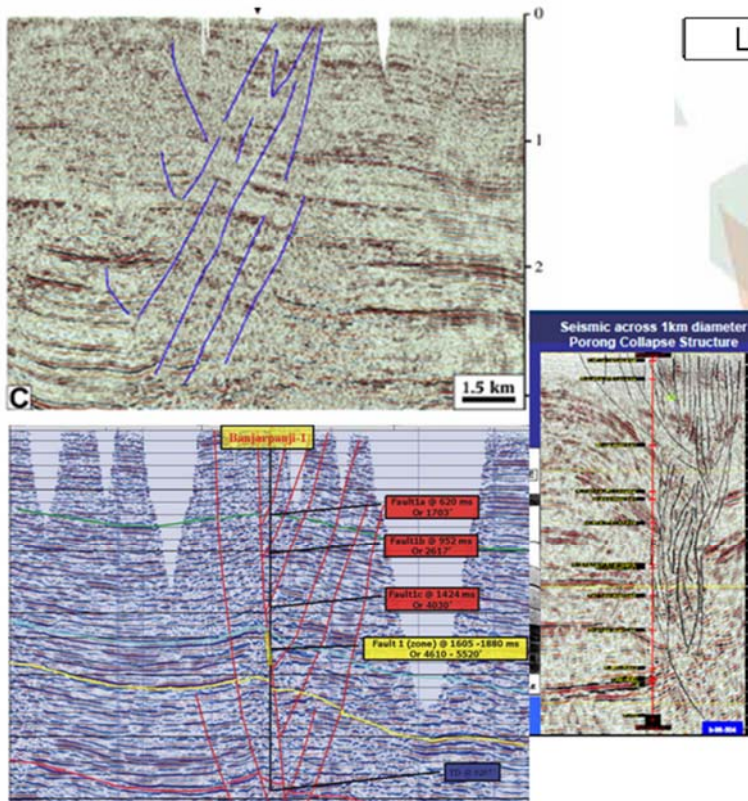
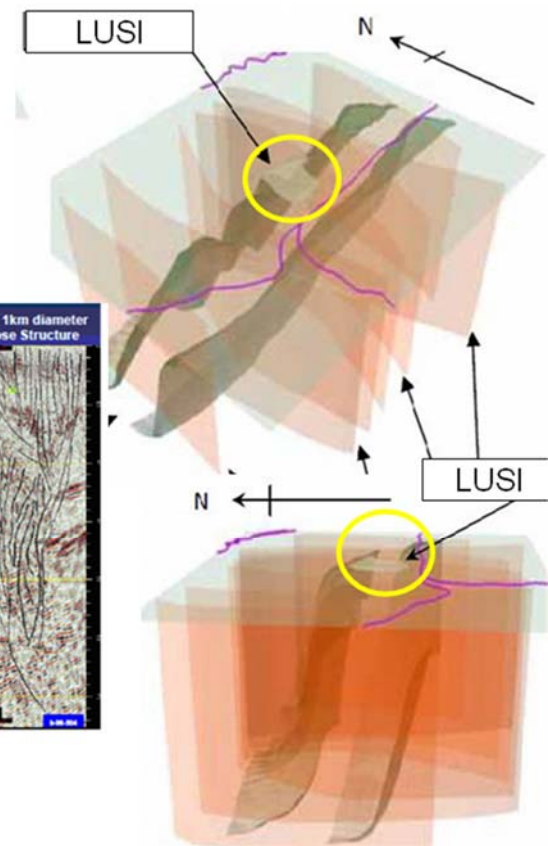


Figure 5.2 Seismic Data Showing Faults and the BJP well.

RUSIA: IDENTIFIKASI PATAHAN PADA SIG-3D



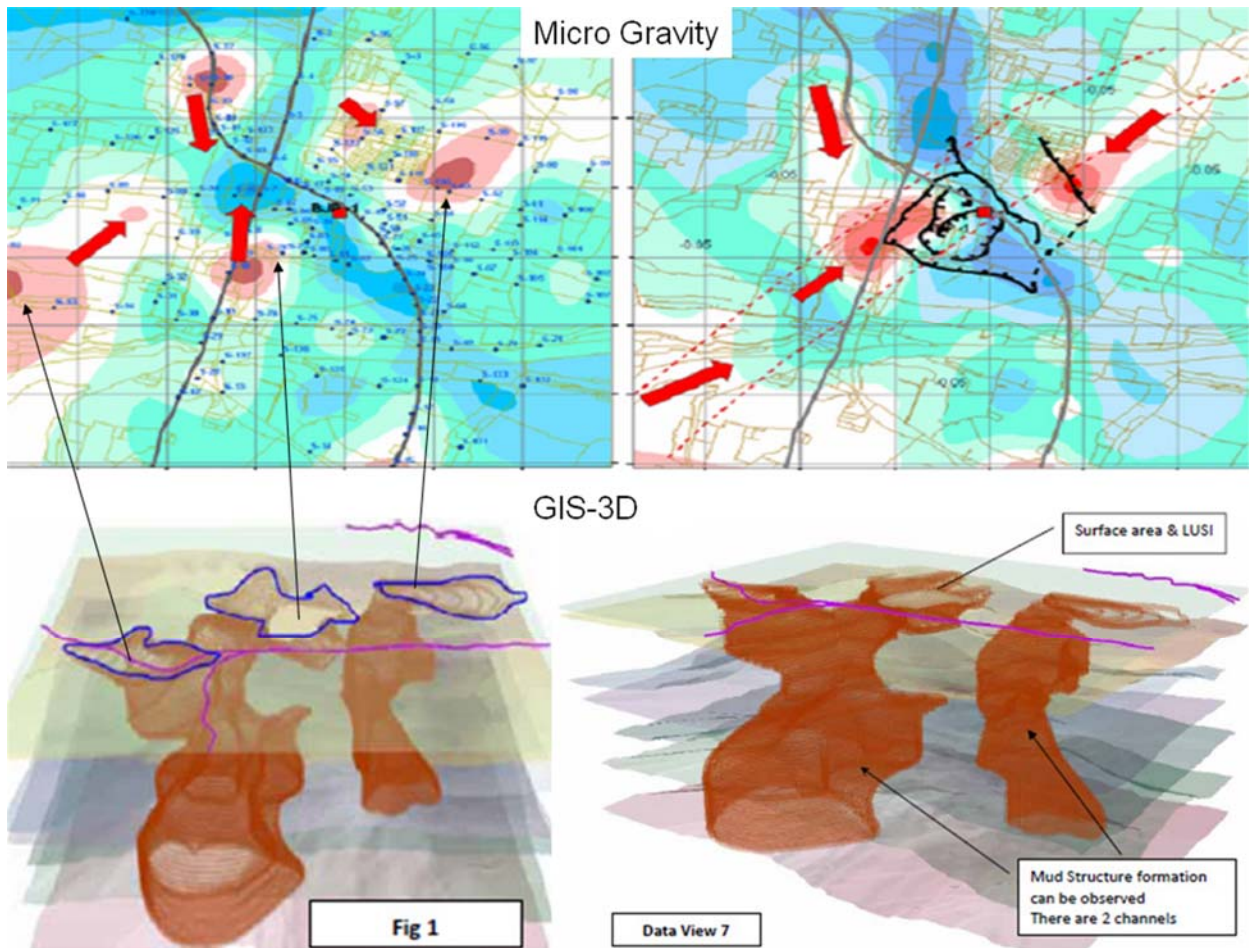
Korelasi keberadaan Sistem Patahan Watukosek pada penampang seismik refleksi pada kegiatan eksplorasi migas (Medco (2007), Mazzini (2009), Tingay (2009) dengan Model GIS-3D dari Tim Geologi Rusia.

Hal baru pada hasil GIS-3D Tim Rusia telah menyajikan dua set sistem patahan yaitu seri arah utama utara-selatan yang dapat dianalogikan dengan Sistem Patahan Watukosek, dan arah timur-barat sejajar arah Kali Porong, yang selama ini belum banyak dibahas.

Sampai saat ini rincian dari perkembangan Patahan Watukosek sendiri masih terus diteliti, bahkan masih menjadi bagian perbedaan pendapat terhadap asal usul.

TINJAUAN DAN PENDALAMAN

Terhadap Ringkasan Laporan Riset **Lusi**

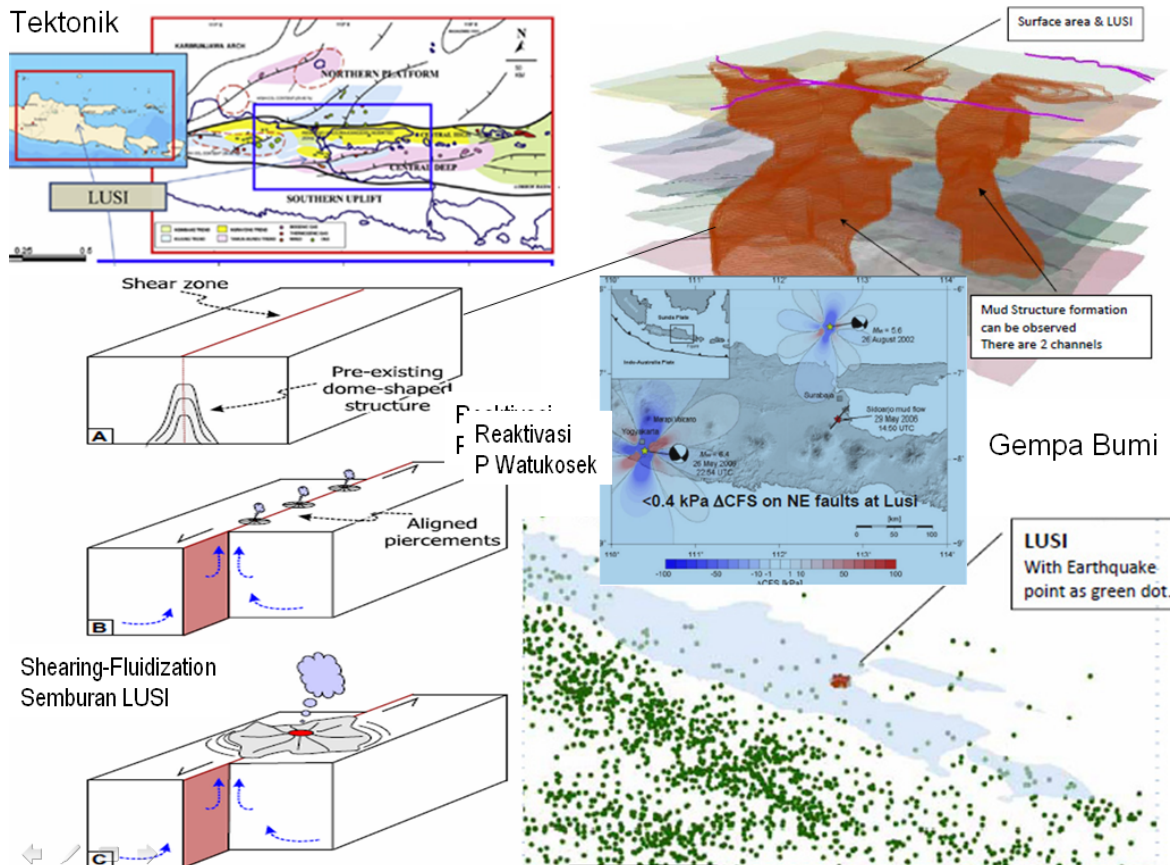


Korelasi keberadaan pergerakan masa lumpur pada Peta *Micro Gravity* (Warna merah penambahan masa' Biru *subsidence*) dari Istadi et al., (2009) dan Model GIS-3D Tim Geologi Rusia, menunjukkan keberadaan Struktur Lumpur atau Diapir Lumpur.

Tubuh struktur di timur laut Lusi berkorelasi dengan struktur runtuh (*collapse structure*) di sumur Porong-1, sedangkan di sebelah baratdaya Lusi eksistensinya perlu diklarifikasikan.

TINJAUAN DAN PENDALAMAN

Terhadap Ringkasan Laporan Riset **Lusi**



Korelasi Pola Pikir Penyebab (*causing*) dan Pemicu (*trigerring*) LUSI mud volcano daru Tim Rusia dengan Mazzini et al., (2009):

- Tektonik dan kedudukan geologi yang kompleks, tipe kompresif, Cekungan Jawa Timur, Zona Kendeng
- Sedimentasi cepat, sedimen mengalami *Overpressure*
- Berkembang sistem patahan (Watukosek), rekahan
- Pembentukan struktur lumpur, pembubungan atau diapir
- Gempabumi Juli 2005 dan Mei 2006 mereaktivasi Patahan geser (strike-slip) Watukosek, terjadi *shearing* dan fluidisasi
- Semburan Lusi terjadi melalui rekahan sepanjang Patahan
- Diindikasikan terjadinya aliran lumpur purba, berpotensi terjadi perulangan kembali (*recurrent interval*).

TINJAUAN DAN PENDALAMAN

Terhadap Ringkasan Laporan Riset **Lusi**



Suasana Diskusi yang kondusif Tentang Lusi antara Tim Rusia dengan BPLS, Suara Pembaruan dan Majalah Gatra (Indonesia), dan Humanitus (AU), Kedutaan Besar Rusia di Indonesia.

BAGIAN II

PENGANTAR TENTANG TINJAUAN DAN PENDALAMAN HASIL RISET LUSI, TIM RUSIA



PROLOG

Dokumen ini merupakan salah satu hasil strategis, dari kunjungan penulis ke Rusia, untuk melakukan interaksi dengan Para Ahli Rusia tentang kondisi aktual Lusi saat ini, dan kemungkinan merajut kerjasama yang saling menguntungkan.

Rusia, Ukraina, dan Azerbaijan merupakan negara sebagai tempat kurang lebih 30% dari mud volcano aktif di dunia, sehingga mempunyai pengalaman dan kompetensi di bidang itu, namun selama ini terkesan lebih 'menutup diri'.

Substansi naskah telah dipaparkan oleh Tim Rusia dengan dua topik judul: 1) Indikasi pembentukan struktur lumpur: Implikasi Penyebab dan Pemicu Lusi berdasarkan luaran GIS-3D; dan 2) Metoda POLIGON untuk pemantauan Geo-Dinamika, dan Peluang Penerapannya di Indonesia (Lusi).

Sebagai respon, penulis telah memaparkan Baseline Geologi, Geofisika, Geo-Dinamika berdasarkan kompilasi format *Electronic Book*, dikontribusikan untuk mempertajam masukan dari Pemodelan 3-D oleh Tim Rusia.

Dalam proses dialog dan diskusi ilmiah penulis tidak melakukan pendalaman atau intervensi terhadap alur dan pola pikir Ahli Rusia terhadap penyebab dan pemicu (*causing and triggering*), namun lebih menekankan kepada pendalaman arsitektur bawah permukaan serta implikasinya untuk upaya penanggulangan semburan Lusi ke depan. Termasuk bagaimana mendapatkan kepastian terhadap durasi dan perilaku Lusi ke depan, setelah saat ini menekati ke perioda istirahat (*dormant period*).

ALUR DAN POLA PIKIR

Pandangan strategis dari Tim Rusia yang dapat diakumulasikan adalah:

- Lusi merupakan fenomena alam, dalam wujud Mud Volcano,
- Asal mula (*origin*) Lusi dari serangkaian penyebab dan pemicu, antara lain:
 - pembentukan struktur lumpur atau diapir,
 - daerah tidak stabil, berkembang sistem patahan yang kompleks,
 - gempabumi Juli 2005 sebagai pengendali mekanisme awal dan gempabumi Yogyakarta 27 Mei 2006 sebagai 'Kick off' dari pemicu keluarnya Lusi dari struktur lumpur yang telah ada melalui rekahan-rekahan dan atau sistem patahan.
- Tim Rusia tidak terpikir bahwa semburan mud volcano Lusi akan dihentikan?
- Tim Rusia telah memprediksi bahwa kecepatan semburan akan berkurang secara cepat, namun belum bisa menjawab, sebelum melakukan pengamatan rinci, terhadap durasi kehidupan Lusi ke depan dengan alternatif(1) akan tetap kecil seperti saat ini (*flow rate* ~15.000m³/hari, di dominasi air), (2) menuju istirahat yang permanen, atau (3) akan masuk perulangan perioda semburan dengan intensitas tinggi (*flow rate* ~100.000m³/hari dan didominasi lumpur panas).

- Berdasarkan evaluasi penampang stratigrafi sumur BJP-1, Tim Rusia menduga bahwa perulangan perselingan lapisan pasir dan lempung di bagian atas Formasi Pucangan (*Upper Pucangan Formation*), sebagai indikasi terjadi interval perulangan semburan lumpur. Sehingga sangat mungkin terjadi perulangan semburan besar sepanjang masih terdapat sumber air, lumpur dan tekanan yang potensial.
- Hasil akhir pemodelan GIS-3D mengindikasikan terdapat dua bangunan struktur lumpur di timurlaut dan baratdaya Lusi.
- Sehingga sebagai konsekuensi Tim Rusia memberikan 'Peringatan Dini' potensi terjadinya semburan yang lain dari Lusi ke depan, sampai pada rekomendasi menjadikan daerah terdampak Lusi sebagai daerah konservasi geologi.
- Berdasarkan pada pengalaman studi Mud Volcano di Azerbaijan dan khususnya di Laut Kaspia yang juga sebagai lapangan produksi migas kelas dunia, maka Tim Rusia menyatakan bahwa fluida Lusi rasional berasal dari proses transformasi mineral lempung dari smektit ke ilit. Ditambahkan air formasi yang terbentuk mempunyai kesamaan dengan air yang terakumulasi umumnya pada reservoir Migas.
- Seperti halnya pada makalah Mazzini (2007) ditegaskan kembali bahwa walaupun lokasinya dekat dengan Gunung Pananggungan di busur depan (*forearc*), namun sebegitu jauh berdasarkan analisis geokimia TIDAK ADA BUKTI-BUKTI IMBUHAN DARI SISTEM GUNUNG API TERSEBUT.

LANGKAH KE DEPAN: PENERAPAN SISTEM MONITORING POLIGON

Dengan adanya isu kritis dan aktual dari temuan Tim Rusia terutama terhadap terdapatnya 2 struktur lumpur (*mud diapir*) lainnya selain Lusi (*mud volcano*), maka penyelidikan lebih lanjut untuk mengklarifikasi dan memperjelas, serta pemantauan yang komprehensif dan integral untuk menjawab kelanjutan Lusi serta prediksi potensi semburan baru menjadi mutlak untuk dilakukan.

Untuk itu Tim Rusi telah mempresentasikan pengalaman mereka yang cukup panjang dalam membangun sistem yang disebut POLIGON. Merupakan suatu jaringan perekaman geofisika secara berkelanjutan dan *'remote sensing'*, yang pada akhirnya dapat memprediksi potensi terjadinya 'letusan' atau semburan dari struktur lumpur (*mud volcano*) berdasarkan 'Tekanan Geodinamika di bawah permukaan'.

Untuk lebih lanjut memperjelas teknologi yang dibuat sendiri oleh Rusia, maka pada hari terakhir di Moscow, telah dilakukan kunjungan ke Pabrik pembuatan alat geofisika tersebut.

Produksi peralatan geofisika canggih, sebelumnya banyak dimanfaatkan sebagai 'teknologi perang dingin'.



EPILOG

FROM RUSSIA WITH LUSI, telah memberikan kemanfaatan yaitu mendapatkan kolega baru para ahli kebumihan Rusia, dan mendapatkan *state-of-the art* Studi Lusi yang dilakukan secara pragmatis dengan teknologi GIS-3D.

Proses pertukaran informasi telah dilakukan agar terbangun kebersamaan dan menciptakan suasana saling percaya dalam menggulirkan tantangan bersama, mencari solusi terhadap semburan mud volcano Lusi yang lebih komprehensif, integral dan holistik. Penulis telah melakukan Respon cepat, Tanggapan, Saran, dan masukkan baik terhadap LAPORAN RISET LUSI, maupun penerapan sistem POLIGON.

Dalam kaitan ini metoda penghimpunan data melalui pendekatan PETA DIGITAL dan *Electronic Book* yang dikembangkan sejak tahun 2007 pada 'medan perang' cukup efektif dan teruji keandalannya.

Sebagai implikasi, akhirnya Pihak Rusia menjadi lebih tergugah untuk dapat memberikan kontribusi informasi sebagaimana terangkum pada Dokumen Laporan Riset Lusi.

Atas dasar gelar War Game Lusi oleh Tim Rusia, maka sebagai konsolidasi peninjauan kerjasama penyelidikan bawah permukaan Lusi ke depan adalah:

- Penyelidikan Geologi, Geofisika dan Geo-Dinamika untuk mempertajam hasil strategis temuan terdahulu antara lain:
 - 1) postur, arsitektur, Anatomi bawah permukaan Lusi,
 - 2) daya pengendali mekanisme keberadaan mud diapir atau *mud structure* selain Lusi yang sebelumnya juga telah diindikasikan antara lain dengan metoda 'micro gravity');
 - 3) meyakinkan telah terjadi even semburan Lusi pada masa lalu;
 - 4) Klarifikasi, aktualisasi terhadap Early Warning ditimbulkan dari keberadaan 2 struktur lumpur di luar Lusi tersebut.
- Pengembangan Jaringan Monitoring yang Komprehensif, Integral dengan menerapkan metoda dan teknologi POLIGON, dengan identifikasi masalah mendasar:
 - 1) konfirmasi dan aktualisasi Lusi tidak dapat dihentikan (Rusia) dan sulit dihentikan (BPLS);
 - 2) perilaku semburan Lusi ke depan akan tetap seperti sekarang, akan meningkat kembali, atau masuk perioda dormant atau mati suri;
 - 3) prediksi jangka pendek, menengah, panjang potensi recurrent interval dari semburan mud volcano diawali struktur lumpur, serta antisipasi geohazard.

- Peluang kontribusi Pemerintah/Tim Rusia terhadap 2 kebutuhan Penyelidikan Lanjutan dengan bekerjasama dengan BPLS:
 - 1) Presiden Rusia (2007) telah menyatakan akan memberikan dukungan knowledge dari ahli kebumihan Rusia yang telah mempunyai pengalaman panjang dalam 'menangani Mud Volcano';
 - 2) Pihak OOO RINefGaz seperti BP Migasnya Indonesia, secara informal telah menyatakan rencana dukungan yang akan ditempuh melalui pihak NGO Humanitus Sidoarjo Fund (HSF) yang pada even FROM RUSSIAN WITH LUSI ikut berpartisipasi, dan telah menyampaikan Press Release tentang kemungkinan untuk Lusi melalui skema HSF.

- Format Bedah Hasil Riset LUSI oleh Tim Rusia disusun dengan proses dan pemanfaat sebagai berikut:

- Naskah asli dalam format PDF di akses dari situs terkait di Rusia
- Dilakukan Penterjemahan pada awalnya dengan Google Translation, dilanjutkan dengan '*smooth clean up and proof writing*' ke Bahasa Indonesia;
- Setiap paragraf diberi Kata Kunci ditandai dengan huruf Bold, ditempatkan di bagian atas dari paragraf asli. Disini pembaca bisa mendapatkan ringkasan substansi melalui Kata Kunci yang diperluas;
- Dilakukan **Catatan**, merupakan penjelasan makna, arti strategis, padanan terminologi, sehingga pembaca dapat lebih memaknai paragraf asli dari Tim Rusia berbahasa Inggris.

Sebagai contoh dalam naskah asli disebutkan struktur lumpur, dijelaskan analogi dengan struktur pembubungan (*piercement structure*), diapir lumpur. Pada bagian ini juga dicatat bahwa substansi yang dibahas mempunyai padanan atau kesamaan atau perbedaan dari penulis lainnya.

- Dengan pola tersebut (baseline makalah) pemakai dapat mengambil inti permasalahan atau kesimpulan sendiri yang sebelumnya telah disediakan alat bantu (kata kunci dan catatan-catatan).
- Baseline Laporan Studi Lusi oleh Badan Geologi Rusia, akan dirangkai menjadi satu kesatuan pada ATLAS DIGITAL DAN ELECTRONIC BOOK MUD VOLCANO LUSI (Geologi, Geofisika, Geotektonik, Penginderaan jauh), dalam rangka memperingati HUT RI, 17 Agustus 2010. Ebook akan mencakup. Selanjutnya sebagai cikal bakal kelahiran LUSI LIBRARY:



- 1) Sejarah BPLS, Transisi BPLS-Timnas, Transisi BPLS-Lapindo;
- 2) Gatra Geografi, Demografi, dan Geologi serta Sumber Daya Alam;
- 3) Paradigma, Kebijakan dan Landasan Hukum;
- 4) Potret Aktual Lusi dari Waktu-Waktu pemaduan Citra Satelit yaitu: Aster-NASA, Ikonos, Spot, GeoEye, CRISP, Goggle Earth; citra Helikopter, dan foto lapangan;

- 5) Dinamika dan Permasalahan terkait Semburan dan Luapan Lusi, dirangkakai fle-file Pendahuluan Kemajuan BPLS (2007-2010);
- 6) Lingkungan Strategis: tantangan, peluang;
- 7) Membangun Persepsi dan Kebersamaan pada misi nasional Penanggulangan Lusi, rangkaian Road Show paparan pada masyarakat luas kampus, organisasi profesi, badan Pemerintah;
- 8) CyberWar Lusi, rangkaian naskah-naskah versi 'quick respon' di forum WordPress Com, CRISP, dan lain-lain;
- 9) Inovasi dan Pengembangan Gagasan Kreatif; dan
- 10) Merajut kebersamaan Masyarakat Ilmiah dan Publik Internasional.



Mudah-mudahan kontribusi ini dapat dimanfaatkan dalam upaya untuk lebih mencermati dan mendalami dinamika Lusi, yang dikembangkan atau dikoordinasikan oleh suatu Badan Permerintah setingkat Badan Geologi Rusia.

Juga dapat menangkap sinyal di dalamnya bahwa Potensi Semburan Lusi masih terselubung, bahkan ada ancaman baru berpotensi menimbulkan bencana selain LUSI.

Dengan membaca dokumen ini, maka ada tanggung jawab moral atau kita terpanggil untuk berkontribusi agar potensi terjadinya bencana baru tersebut dapat diklarifikasi, diantisipasi, dan direspon dengan langkah dan program nyata.

Hardi Prasetyo

17 Agustus 2010



TINJAUAN DAN PENDALAMAN

Terhadap Ringkasan Laporan Riset **Lusi**

PENDAHULUAN

Riset yang dilaksanakan:

Merupakan kegiatan riset/penelitian yang dilakukan terhadap semburan yang terjadi tiba-tiba (*sudden eruption*) di Sidoarjo, Jawa Timur, terdiri dari material lumpur dan gas pada temperatur 100oC.

(Catatan:

Obyek riset yang telah dilakukan dan dituangkan pada laporan ini, terkait pada semburan lumpur dan gas panas di Sidoarjo, Jawa Timur. Pada paragraf ini material air tidak dimasukkan).

Identifikasi LUSI:

Even ini berlangsung pada 29 Mei 2006, selanjutnya diberi nama LUSI untuk Lumpur Sidoarjo.

(Catatan: *Diterima secara universal istilah atau nama LUSI dengan huruf besar untuk Lumpur Sidoarjo).*

Lokasi LUSI pada Zona Patahan Watukosek:

Lokasi LUSI berada pada zona patahan geser utama Watukosek (*major Watukosek strike-slip fault zone*).

(Catatan:

Di dalam Pola Pikir dari penyelidikan yang dilakukan Tim Rusia, keberadaan Patahan Watukosek merupakan salah satu unsur penting dalam proses terbentuknya Lusi.

Dua unsur lainnya adalah keberadaan struktur lumpur tua yang sebelumnya tekah eksis, penulis analogikan dengan 'diapir lumpur' (mud diapir), atau struktur kubah (dome), atau struktur pembubungan (piercement structure) dan energi yang ditimbulkan oleh gempabumi.

Peran patahan Watukosek secara tersendiri telah dipublikasikan oleh Mazzini et al., 2009; Istadi et al., 2009., dan Abidin et al., 2008.

Penelitian sebelumnya untuk mengidentifikasi LUSI disebabkan oleh pemboran atau gempabumi:

Selama ini telah dilakukan beraneka penelitian, untuk mengidentifikasi penyebab (*causing*) dari semburan LUSI. Beberapa diantara penelitian tersebut telah memusatkan perhatian pada even di sekitar operasi pemboran. Sedangkan lainnya lagi telah mencoba menghubungkan semburan dengan gempabumi yang terjadi 2 hari sebelum terjadinya semburan.

(Catatan:

Yang dimaksud dengan operasi pemboran adalah kegiatan eksplorasi di sumur Banjar Panji-1, selanjutnya disebut BJP-1.

Yang dimaksud Gempabumi yang terjadi 2 hari sebelumnya, adalah Gempabumi Yogyakarta, 27 Mei 2006 selanjutnya disebut Gempa Yogya).

Perhatian untuk melihat ke dalam Lusi masih kurang:

Sampai sekarang hampir semua penelitian yang dilakukan (sebagaimana uraian di atas) secara aktual tidak memusatkan perhatian pada zona semburan (*eruption zone*), untuk melihat ke dalam zona tersebut.

(Catatan:

Zona semburan mencakup anatomi dari bawah permukaan dalam ke permukaan serta pengendali mekanismenya.

Dengan demikian yang dimaksud dengan sebagian besar penelitian selama ini tidak berfokus pada pemahaman zona semburan.

*Namun secara lebih umum atau menyeluruh menyoroti pada aspek-aspek lain, antara lain: asal-usul (*origin*), penyebab dan pemicu (*causing and trigerring*), dan geohazard dan pengelolaan resiko bencana (*hazard risk*)).*

Rasionalisasi untuk mendukung atau menolak teori yang berkembang:

Mungkin ada beberapa alasan untuk tidak melakukan hal tersebut.

Namun, suatu pandangan ke bawah permukaan (*subsurface*) yang digunakan, pada akhirnya akan mendukung atau tidak mendukung berbagai teori yang telah berkembang sebelumnya.

(Catatan:

*Yang ingin ditekankan di sini adalah, dengan melakukan pencitraan ke bawah permukaan Lusi, diharapkan akan dapat memilih mana yang lebih tepat sebagai pengendali mekanisme (*driving force mechanism*) diantara dua teori yang mengemuka selama ini, yaitu antara gempabumi versus pemboran).*

Bencana LUSI disebabkan kegiatan pemboran:

Pertama, mereka yang menganggap bahwa aktivitas pengeboran sebagai penyebab semburan, mengasumsikan bahwa ada lapisan lumpur yang sebelumnya berada secara tenang di bawah LUSI.

Selanjutnya aktivitas pemboran telah membuat suatu bukaan pada saluran, sehingga lumpur keluar ke permukaan, selanjutnya menimbulkan bencana.

(Catatan:

Yang dimaksud mereka adalah kelompok pemicu dari pemboran secara tidak resmi dipimpin oleh Davies R (UK) dan Rudi Rubiandini (ITB), dikenal dengan teori man-made volcano.

Kelompok ini beranggapan bahwa kegiatan pemboran sumur eksplorasi BJP-1 telah memicu terjadinya underground blowout, diikuti pembentukan rekahan hidrolika (hydraulic fracture), sehingga sedimen pada kondisi overpressure yang sebelumnya telah ada di bawah daerah pemboran keluar ke permukaan).

Teori ini belum diterima oleh Ilmuwan lainnya:

Namun teori ini belum diterima oleh ilmuwan lain.

(Catatan:

Geolog Rusia, memberikan sinyal bahwa teori underground blow out pada umumnya belum diterima oleh ahli kebumihan.

Dalam kaitan ini pada posisi kontroversi, kelompok Gempabumi dipimpin Mazzini (Norwei) dan Istadi EMP, menggunakan data pemboran dan hipotesis gempabumi-patahan-mud diapir menganggap bukti tidak kuat Lusi dipicu underground blowout).

Tampilan seismik 3D (*3D seismic view*) dan penelusuran formasi lumpur (*tracing of the mud formations*) di bawah zona LUSI akan memberikan jawaban yang konklusif terhadap pertanyaan tersebut.

(Catatan:

Dimaksudkan di sini bahwa dengan menampilkan penampang seismik refleksi dengan menggunakan teknologi GIS 3D, (bukan teknologi penampang seismik 3-D), dan melakukan penelusuran 'tracing' terhadap kenampakan di bawah permukaan Lusi, diharapkan akan dapat memberikan kesimpulan terhadap dua teori tersebut).

Kesalahan anggapan Lusi akan berlangsung beberapa hari saja:

Kedua, beberapa studi juga menunjukkan kesalahan yang memperkirakan bahwa semburan gunung lumpur biasanya berlangsung beberapa hari saja.

Sedangkan semburan LUSI sangat mengejutkan karena berlangsung terus dengan intensitas meningkat.

(Catatan:

Dimaksud masih banyak yang mempersepsikan bahwa Lusi seperti halnya yang umum pada kejadian underground blowout Migas di dunia atau dari

keberadaan kebanyakan mud volcano di dunia, dimana semburan berlangsung pada waktu yang pendek).

Nyatanya selama kurang lebih 3,5 tahun (sekarang lebih 4 tahun) Lusi menyembur dengan intensitas yang tinggi, dimana pernah mencapai puncak semburan berkisar antara 158.000m³/hari-180.000m³/hari).

Klarifikasi data terhadap mud volcano di dunia:

Penelitian ini akan menyediakan data yang akan menjelaskan karakteristik gunung lumpur di seluruh dunia.

(Catatan:

Dimaksud di sini perilaku Lusi yang sangat luar biasa dapat digunakan sebagai referensi salah satu dari seluruh mud volcano di dunia).

Banyak mud volcano lainnya berukuran besar dan intensitas semburan tinggi:

Sebagai contoh, banyak gunung lumpur berukuran besar dengan tinggi 400-450 meter dan beberapa mempunyai diameter kawah 1000m². Intensitas semburan juga besar sekitar 2400 juta m³.

(Catatan:

Karena pengertian mud volcano dalam wujudnya bisa bervariasi dari grypon [contoh grypons Marsinah] yang berdimensi kecil, Salsa [seperti bubur], sehingga diilustrasikan terdapat mud volcano berdimensi besar terutama di Azerbaijan termasuk Lusi).

Umum mud volcano air berasal dari transformasi smektit ke illit:

Informasi sejarah geologi menunjukkan bahwa gunung lumpur tersebut dibentuk oleh transformasi smektit ke illit yang melepaskan air yang diperkirakan sebesar 17-20 Kg per meter kubik.

(Catatan:

Dimaksud dengan pengalaman di Azerbaijan, Ukraina, Tim Rusia membuat generalisasi bahwa umumnya fluida air gunung lumpur berasal dari proses diagenetik atau transformasi mineral smektit ke illit, keduanya adalah masuk dalam keluarga mineral lempung (clay mineral).

Teori ini sejalan dengan Mazzini (2006). Di sisi lain Davies (2007) beranggapan air Lusi berasal dari batuan reservoir dengan tekanan berlebih yaitu Formasi Batugamping Kujung).

Umum kemiripan dengan fenomena keberadaan Migas:

Terdapat kemiripan dengan pembentukan Minyak & Gas bumi yang sesuai dengan fakta yang ada, bahwa lokasi lumpur gunung berapi juga biasanya ditemukan di dekat reservoir Minyak dan Gas Bumi.

(Catatan:

Pengalaman di Azerbaijan dan Laut Kaspia dimana keberadaan mud volcano umumnya berdekatan dengan lokasi lapangan Minyak dan Gas bumi.

Bahkan pada dunia industri migas di sana, terjadinya fenomena mud volcano, mud diapirism yang dikendalikan adanya sedimen dengan overpressure akan mengendalikan pemerangkapan hidrokarbon, terutama pada struktur antiklin.

Sementara itu Manzini (2009) menyatakan keberadaan mud volcano bisa berdekatan dengan lapangan Migas atau dekat Gunung api).

Pernyataan Air Formasi Lusi bukan berasal dari Magmatik:

Air formasi (*formation water*) tersebut di LUSI menjelaskan bahwa tidak ada cairan magmatik seperti yang diamati pada geokimia fluida, meskipun LUSI terletak dekat dengan busur vulkanik (*volcanic arc*).

(Catatan:

Tim Rusia menilai bawah berdasarkan geokimia fluida keberadaan air formasi [formation water] artinya in situ, bukan sebagai imbuhan yang berasal dari makmatik.

Walaupun lokasinya dekat dengan gunung Penanggungan. Pandangan ini sejalan dengan Mazzini (2007), dan Davies (2007) berasal dari reservoir Formasi Batugamping Kunjung).

Tujuan Penelitian LUSI dan pengembangan GIS 3D:

Tujuan penelitian Lusi untuk membangun informasi bawah permukaan yang berhubungan dengan struktur lumpur (*mud structures*) dan memungkinkan melihatnya.

Untuk mencapai tujuan tersebut kami Tim Peneliti LUSI memerlukan penampang seismik (*seismic profiles*).

(Catatan:

Metodologi utama yang dikembangkan pada studi ini adalah GIS 3D yang dalam dunia SIG disebut menumpangtindihkan lapisan-lapisan secara vertikal, yang dalam hal ini mencerminkan super posisi (lapisan atas muda – bawah tua).

Bangunan GIS-3D keakuratannya sangat tergantung dari ketersediaan data utama, yaitu penampang seismik refleksi.

Perlu diketahui bahwa pada industri migas penampang seismik refleksi (bersaluran ganda apa lagi 3-D) sebagai salah satu metoda geofisika, merupakan senjata pamungkas sebelum dilakukan pemboran baik untuk kepentingan eksplorasi (menemukan dan menentukan besarnya) atau eksploitasi (memproduksinya) Migas).



SUMBER DATA DAN PENGOLAHAN PENAMPANG SEISMIK REFLEKSI: DALAM GIS-3D

Penampang seismik refleksi dari berbagai instansi dan yang didapatkan dari publikasi umum, diantaranya dari publikasi "*Pemicu dan evolusi dinamis gunung lumpur LUSI, Indonesia*" oleh A. Mazzini (2007)..

(Catatan:

Data seismik refleksi di sekitar daerah LUSI yang digunakan bersumber dari berbagai instansi yang mempunyai otoritas. Sehingga di sini jelas bahwa Tim Rusia tidak melakukan pengambilan data penampang seismik refleksi sendiri. PT Lapindo sebagai KPS (contractor production sharing) di bawah otoritas BP Migas menguasai data seismik refleksi baik untuk mendukung Penyelidikan Umum (General Study) atau kegiatan eksplorasi.

Hal ini semakin jelas bahwa Tim Rusia juga menggunakan informasi dari berbagai sumber yang telah terbit, satu diantaranya dari artikel Mazzini et al., (2007).

Tidak didapatkan data digital seismic refleksi 2D:

Penampang seismik 2D dikonsolidasikan, karena citra (image) data seismik digital tidak tersedia.

Data konsolidasi tersebut, memungkinkan untuk mengembangkan pandangan bawah permukaan sekitar LUSI pada zona seluas 20X16 km persegi.

(Catatan:

Terkait dengan sumber data, penampang seismik refleksi yang digunakan adalah jenis 2-D analog, bukan data seismik refleksi digital.

Saat ini data analog dalam eksplorasi sudah hampir ditinggalkan, karena proses pengolahan seismik digital dapat dilakukan secara cepat atau otomatis dan mempunyai akurasi yang tinggi.

Untuk itu Tim Rusia menggunakan data seismik analog 2-D yang dikompilasikan atau dikonsolidasi pada skala regional).

Dengan demikian jelas bahwa cakupan dan bangunan GIS-3D yang dikembangkan lebih berdimensi regional (seluas 20X16 km persegi) daripada lokal biasanya dengan penampang seismik ber-resolusi tinggi).

Proses pengolahan data seismik refleksi:

Profil seismik tersebut kemudian dikonfigurasi ulang menggunakan sistem pengolahan data berkecepatan tinggi (*high speed data processing systems*) di Odessa National University, dengan dukungan dari Kementerian Lingkungan Hidup Ukraina.

Menggunakan aplikasi komputer khusus yang dikembangkan oleh ilmuwan Uni Soviet, dengan kontribusi utama dari karya-karya Shnyukov Evgeny Fedorovich, para Geologiawan dan Akademisi dari Ukraina.

(Catatan:

Metodologi pengolahan data dilakukan dengan melakukan proses konversi data penampang seismik refleksi analog ke digital umumnya menggunakan alat scanner.

Ditekankan di sini bahwa pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software yang dikembangkan sendiri oleh Rusia sendiri.

Karena realitas di lapangan pada industri migas didominasi oleh perusahaan Amerika dan Eropa).

HASIL PENTING

Informasi dari pandangan 3D SIG:

SIG-3D bawah permukaan yang dikembangkan mengungkapkan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Patahan di sekitar LUSI;
- 2) Informasi pusat gempa bumi (*Earthquakes epicenter*); dan 3)
- 3) Lapisan berganda (*multiple layers*) di mana mendeteksi keberadaan struktur lumpur.

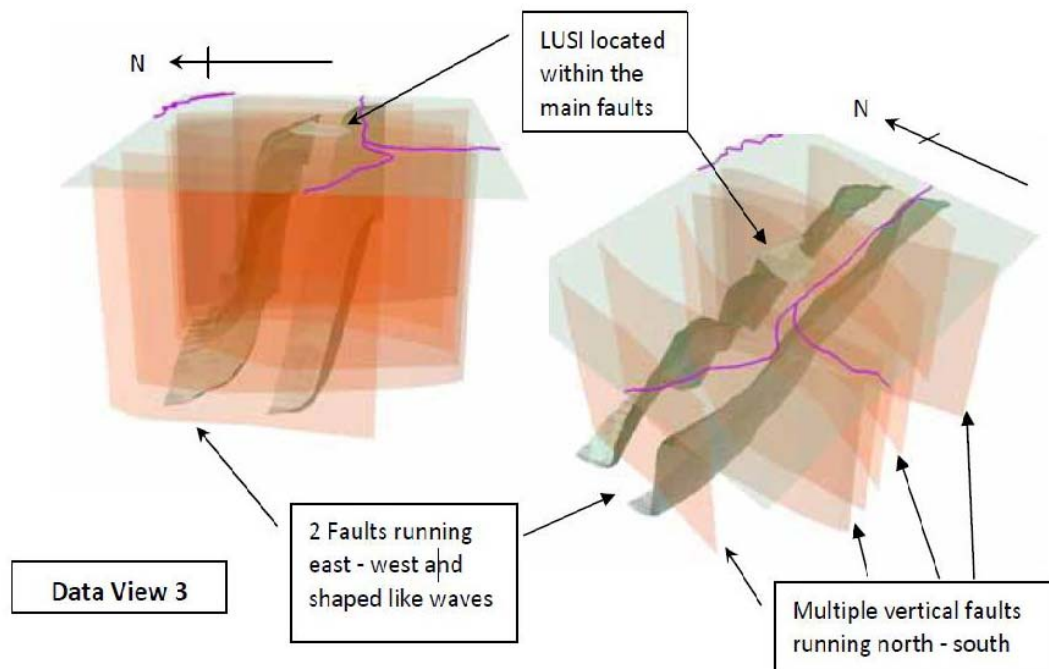
(Catatan:

GIS-3D dapat menumpang tindihkan (*overlay*) 3 informasi utama yaitu:

1) Patahan (*faults*) arah dan jenis gerakan relatif; 2) Kegempaan (*kedalaman, intensitas, jenis gerakan*); dan identifikasi struktur lumpur dari hasil penelusuran (*tracing*) lapisan-demi-lapisan).

Preview GIS 3D pada Patahan: Diperlihatkan pada Tayangan 3

(Catatan:



Tayangan 3, LUSI berlokasi pada zona patahan utama berarah timur-barat miring ke utara, sejajar dengan arah Kali Porong (kanan); dan arah utara-selatan relatif tegak memotong arah Kali Porong (Kiri) diindikasikan sebagai patahan geser 'strike slip fault'.

Medco (2008), Mazzini (2009) sangat jelas mengindikasikan keberadaan patahan di bawah sumur Banjar Panji-1.

Sementara Tingay (2009) sangat jelas menggambarkan struktur runtuh di sumur Porong-1 dan struktur yang analogi dengan arah Patahan Watukosek).

Identifikasi keberadaan struktur patahan:

Kami mengamati keberadaan beberapa patahan vertikal dengan arah utara ke selatan.

Juga terdapat dua patahan yang memperlihatkan kenampakan seperti gelombang (*wave-like faults*) berjalan dengan arah timur-barat. Posisi danau lumpur LUSI berada pada patahan ini.

(Catatan:

Paragraf di atas menekankan posisi Lusi dipotong oleh sistem patahan berarah utara-selatan (termasuk Zona Patahan Watukosek) dan Danau Lusi berada di antara dua Patahan Utama berarah timur-barat yang menunjukkan karakteristik seperti bergelombang.

Selama ini keberadaan dua patahan utama timur-barat belum pernah diungkapkan.

Yang telah umum adalah keberadaan Zona Patahan Geser Watukosek).

Pernyataan LUSI berkembang pada zona tidak stabil:

Gambaran di atas menunjukkan bahwa LUSI berada pada zona yang sangat tidak stabil.

(Catatan:

Dari fakta keberadaan sistem patahan tersebut di atas Tim Rusia ingin menekankan bahwa LUSI berkembang pada suatu zona yang sangat tidak stabil, sehingga sangat rentan terhadap terjadinya deformasi).

Zona Patahan sebagai jalan keluar proses keluarnya air ke permukaan:

Zona ini sangat mungkin menyediakan jalan keluar untuk setiap pembentukan air dari proses mineralisasi seperti dijelaskan sebelumnya.

(Catatan:

Zona yang sangat tidak stabil (labil) karena keberadaan banyak struktur patahan, sehingga merupakan suatu sarana yang ideal untuk jalan keluar air yang sebelumnya dibentuk dengan proses transformasi mineral lempung smektit ke illit).

Proses akumulasi air sampai terbentuk tekanan berlebih berlangsung perlahan dan dalam waktu yang lama:

Hal tersebut mungkin terjadi secara perlahan-lahan pada perioda waktu yang panjang, sebagaimana yang terjadi di bagian lain dari seluruh dunia dan juga di pulau Jawa.

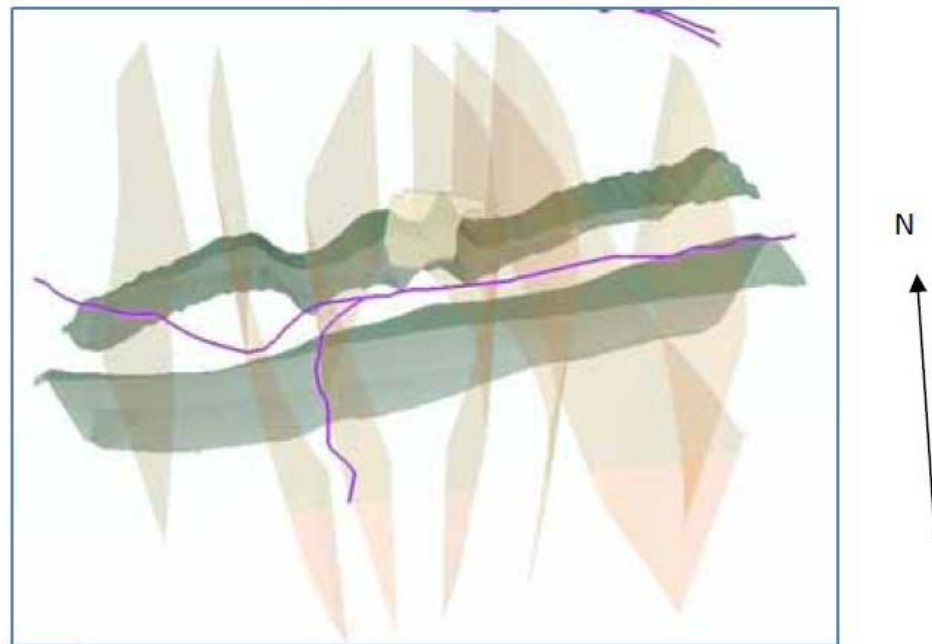
Atau ia mungkin juga terkonsolidasikan untuk membangun suatu tekanan. Selanjutnya akan meledak/menyembur ketika tekanan berlebih dilalui dan menemukan jalan keluar ke permukaan.

(Catatan:

Ditekankan bahwa pembentukan air, tekanan berlebih merupakan proses alami yang berlangsung lambat dalam kurun waktu geologis (ribuan tahun sampai jutaan tahun).

Sehingga bila akumulasi telah membentuk tekanan berlebih akan menyembur dan mengalir melalui jalan keluar, yang dalam kaitan ini adalah melalui bidang patahan).

Di bawah ini diperlihatkan lokasi Lusi dilihat dari atas (Pandangan GIS-3D).



Data View 4

(Catatan:

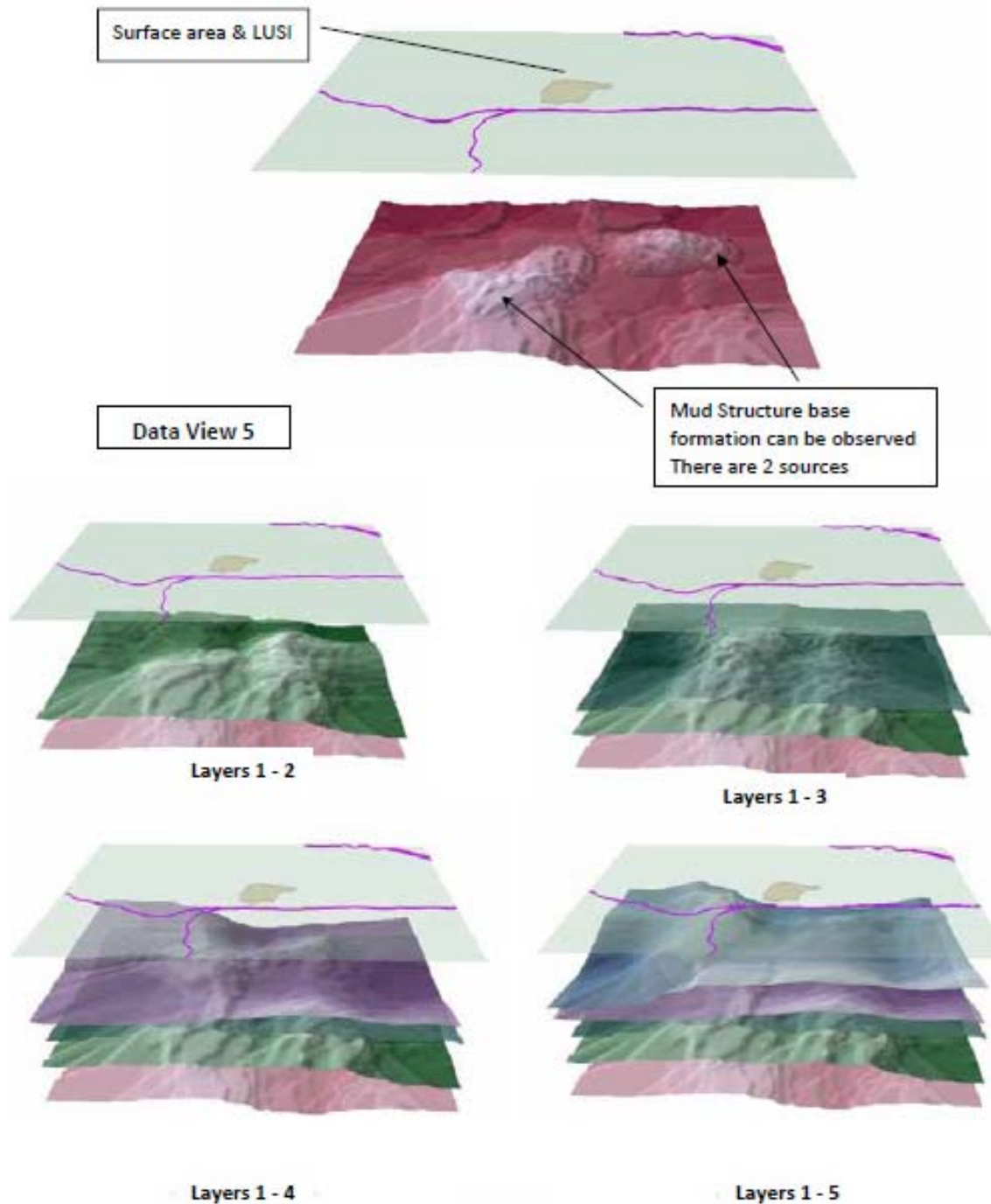
Tayangan 4, memperlihatkan posisi Lusi yang berada diantara sistem Patahan bergelombang dengan arah barat-timur, dan patahan tegak berarah utara-selatan yang banyak disebut sebagai Zona Patahan Geser Watukosek).

(Catatan:

Gambar Tayangan Data 5 di bawah adalah pendekatan langkah demi langkah korelasi 6 lapisan pada SIG:

1) *Layer 1 Permukaan daerah terdampak Lusi dengan benchmarking Kali Porong dan Kali Ketapang;*

- 2) Layer 6 atau formasi dasar memperlihatkan adanya 2 struktur utama lumpur;
- 3) Layer 1-2&6; 4) Layer 1-2-3&6;
- 5) Layer 1-4 &6;
- 6) Layer 1-5&6).



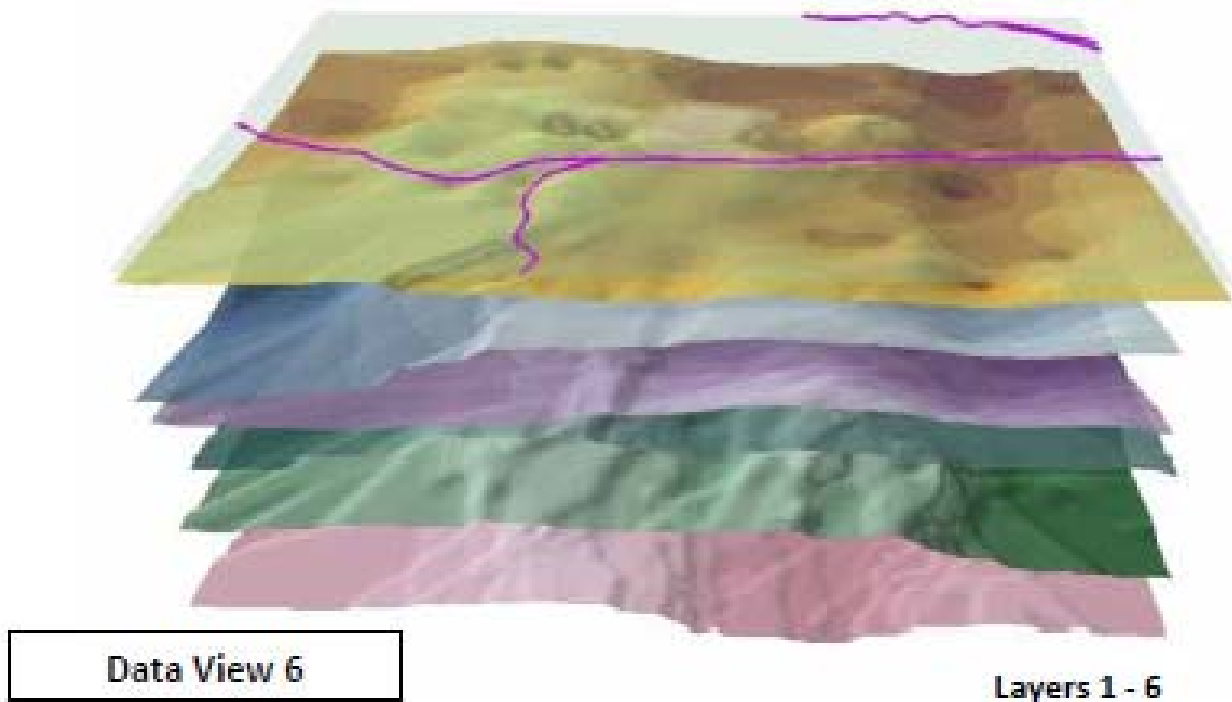
Identifikasi struktur lumpur:

Selanjutnya kita memproses gambar profil seismik refleksi untuk mengidentifikasi dan membangun struktur lumpur.

(Catatan:

Metodologi yang dilakukan adalah pada bagian awal dilakukan pemroses konversi penampang seismik analog-digital, selanjutnya dengan 'tracing' berdasarkan tumpang tindih diidentifikasi struktur lumpur.

Yang dimaksud dengan struktur lumpur adalah arsitektur atau bangunan mud volcano, 'mud diapir', struktur kubah 'dome structure' atau struktur pembubungan 'piercement structure'.



(Catatan:

Tayangan data 6 memperlihatkan tumpangtindih layer 1-6, untuk proses penelusuran struktur lumpur).

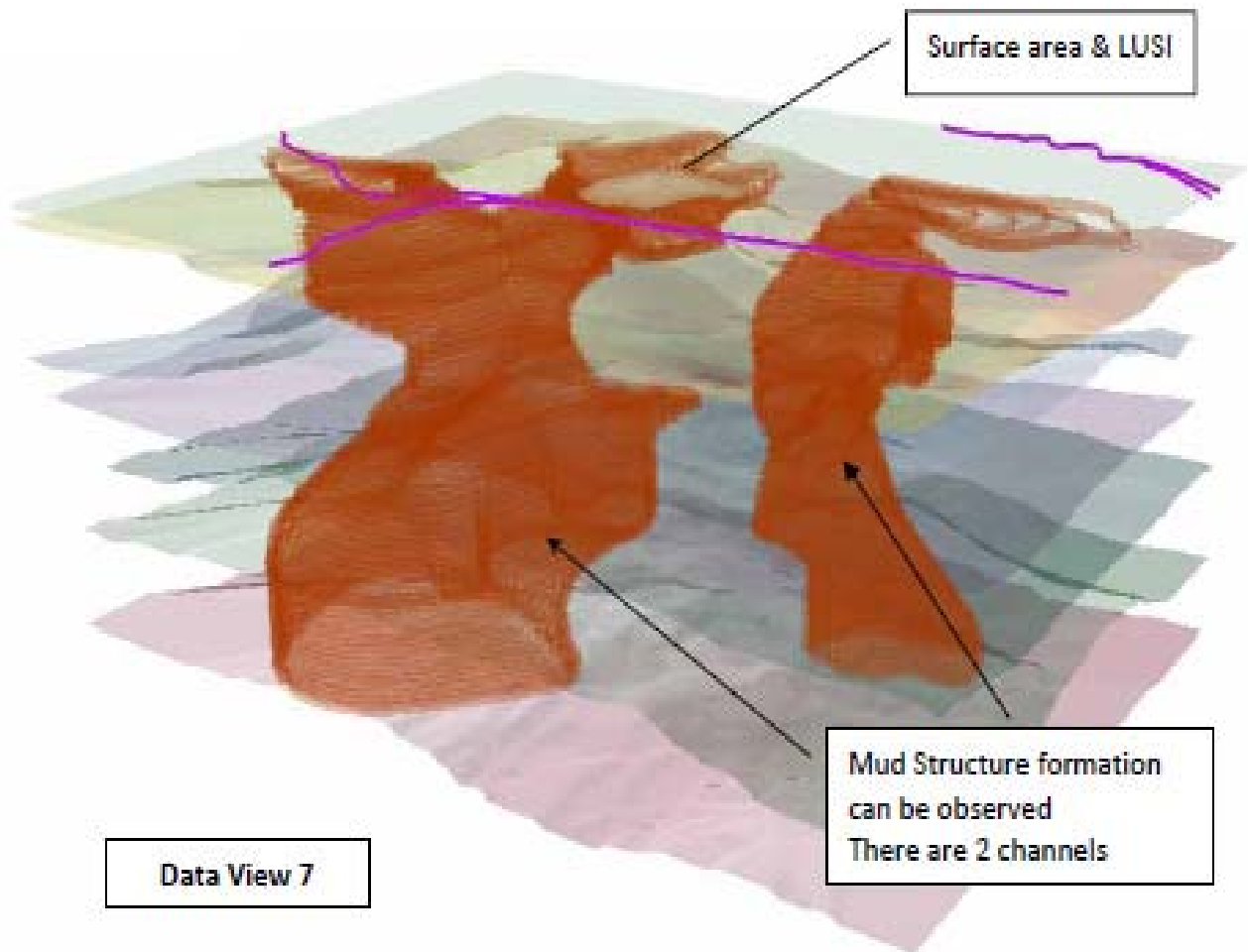
Informasi lapisan yang ditumpangtindihkan (overlay layers):

Penumpukan lapisan-lapisan yang dibangun dari permukaan sampai terdalam mencapai kedalaman 3000m, menunjukkan terdapatnya dua struktur lumpur utama.

Lebih lanjut enam lapisan dibangun pada posisi yang lebih dalam.

(Catatan:

Informasi pendukung pengembangan bangunan struktur lumpur yaitu penelusuran pada 6 lapisan dengan skala tegak 3000m dari lapisan 1 ke 6).



(Catatan:

Tayangan data 7 (Atas), Bangunan struktur lumpur (Mud Structure Formation), memperlihatkan adanya dua saluran utama masing-masing di barat dan timur;

LUSI di permukaan berkembang di saluran tengah, dua lainnya di sebelah baratdaya dan timurlaut).

Proses pengembangan pandangan akhir GIS 3D:

Setelah keenam lapisan lapisan dibangun, selanjutnya lapisan dijiplak (*traced*) secara vertikal menggunakan pengolahan data yang canggih, untuk menghasilkan pandangan GIS 3D akhir.

(Catatan:

Metoda lanjutan yang dikembangkan adalah melakukan penelusuran 'tracing' terhadap indikasi geologi tertentu dalam hal ini 'struktur lumpur', sehingga menghasilkan pandangan GIS-3D akhir).

Proses mendapatkan struktur lumpur akhir:

Berdasarkan sistem pencitraan 3D Sistem Geo-Informasi, telah dapat diamati bentuk struktur lumpur akhir, dimana penelusuran struktur lumpur ditampilkan dalam warna merah.

(Catatan:

Proses mendapatkan struktur lumpur akhir dari proses penelusuran layer 1-6).

Hasil penafsiran penggabungan jelas memperlihatkan struktur lumpur tua, padamana semburan baru Lusi terjadi:

Penggabungan lapisan-lapisan tersebut dengan jelas memperlihatkan adanya hubungan satu dengan lainnya, dan citra akhir jelas memperlihatkan struktur lumpur tua (*old mud structures*) dimana semburan lumpur baru LUSI telah terjadi.

(Catatan:

Hal penting dan strategis dinyatakan bahwa dengan menghubungkan lapisan satu dengan lainnya pada citra akhir dapat dilihat secara jelas berkembangnya struktur lumpur tua, dimana lebih lanjut ditekankan semburan Lusi yang baru keluar dari struktur tua atau sebagai siklus perulangan (cyclic)).

Konstrain keterbatasan data tahun 2005 sebelum terjadinya LUSI:

Hal Ini merupakan suatu pandangan bawah permukaan (*subsurface view*) pada tahun 2005, yang sesuai dengan umur dari penampang seismic refleksi yang digunakan.

(Catatan:

Data seismic refleksi pada tahun 2005 yang tersedia dan digunakan untuk mengembangkan GIS 3-D telah mendeteksi berkembangnya struktur lumpur atau diapirisme tua di bawah permukaan Lusi, dan kejadian semburan Lusi (Mei 2006) di luar dari waktu data pemodelan tersebut, diproyeksikan telah keluar dari struktur lumpur tua tersebut).

Terdapatnya struktur lumpur yang sangat besar dan implikasinya:

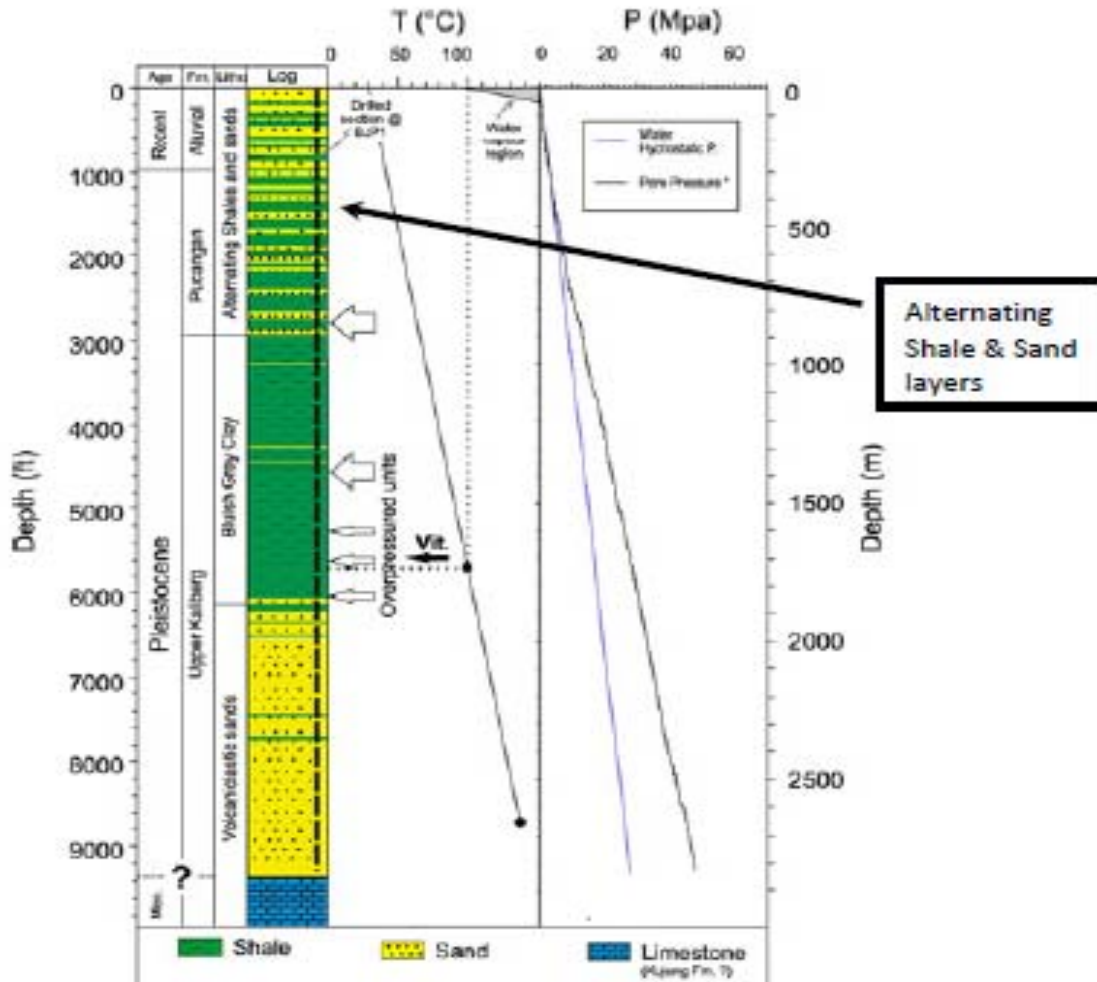
GIS-3D memperlihatkan terdapat struktur lumpur yang sangat besar mulai dari bagian dalam menerus ke arah atas pada wilayah LUSI (*a huge mud structures running from deep down up to the LUSI region*) dan juga dua lainnya di daerah dekatnya.

(Catatan:

Hasil akhir analisis GIS 3D telah dapat mengindikasikan keberadaan struktur lumpur pada wilayah LUSI dengan dimensi sangat besar dari bawah

(kedalaman -3000m) ke atas, dan dua lainnya di sebelah timurlaut dan baratdaya.

Artinya pada tahun 2005 sebelum terjadi semburan Lusi pada tahun 2006 sudah berkembang struktur lumpur tua).



(Catatan:

Gambar penampang stratigrafi dari sumur BJP-1 (Mazzini et al., 2007) yang digunakan Tim Rusia untuk memperlihatkan adanya selang seling lapisan lumpur pasir pada bagian Formasi Pucangan Atas, sebagai rasionalisasi kemungkinan terjadi even semburan lumpur di lokasi tersebut. Hal ini akan/harus diklarifikasi oleh ahli Indonesia).

Bukti-bukti interval perulangan semburan:

Struktur ini telah eksis sejak dulu kala dan menunjukkan terjadinya beberapa semburan berganda selama tahun-tahun tersebut.

Hal ini dapat lebih jauh diamati dari informasi stratigrafi, sebagaimana telah diterbitkan dalam berbagai artikel seperti di bawah ini.

(Catatan:

Atas dasar temuan tersebut ditekankan bahwa struktur lumpur telah lama terjadi, dengan proses perulangan.

Hal ini akan dikorelasikan dengan data stratigrafi, yang berasal dari pemboran sumur BJP-1).

Perkiraan terjadinya perulangan semburan lumpur pada 100-150 tahun yang lalu:

Beberapa perulangan perselingan lapisan serpih dan lapisan pasir (*multiple alternating shale and sand layers*) merupakan indikasi terjadinya fenomena semburan lumpur tua (*old mud eruptions*), diperkirakan berumur sekitar 100-150 tahun yang lalu dan terjadi pada interval yang sama.

(Catatan:

Tim Rusia beranggapan bahwa perselingan lapisan serpih dan pasir pada kolom stratigrafi bagian atas (Formasi Pucangan Atas), dihasilkan oleh perulangan semburan lumpur yang terjadi antara 100-150 tahun yang lalu.

Selama ini para ahli geologi umumnya lebih memperhatikan upaya untuk menentukan lapisan sumber semburan Lusi, yaitu Formasi Kalibeng Atas (Upper Kalibeng Formation) dan alternatif sumber air bertekanan tinggi dari Formasi Batugamping Kujung).

Sinopsis analisis besar butir untuk menentukan umur dan prediksi interval perulangan ke depan

Studi frekuensi ukuran butir rinci sampel yang diambil pada setiap interval ini, akan mengungkapkan umur dari masing-masing semburan dan juga memprediksi semburan di masa depan.

(Catatan:

Dalam geologi dikenal teori the present is the key to the past and future, kegempaan juga mempunyai probabilitas interval perulangan.

Studi ini mengeluarkan hipotesis baru dengan mempelajari contoh sedimen pasir dan lempung yang diasumsikan berasal dari semburan mud volcano tua, selanjutnya akan dapat diperkirakan angka perulangan kejadian 'recurrent interval' semburan.

Sehingga akan tersedia suatu prediksi kemungkinan terjadinya semburan berikutnya ke depan.

Hal ini merupakan peluang untuk dijadikan sasaran program studi ke depan).

Teori bahwa saluran yang sudah terbentuk dianalogikan seperti suatu sungai, bila adanya aliran baru akan mengikuti jalan yang sudah ada tersebut.

Hal ini mempunyai kemiripan dengan suatu sungai yang kering dimana air yang baru terbentuk cenderung mengikuti jalur yang sama dari.

Sehingga struktur lumpur ini yang paling mungkin merupakan cara di mana setiap letusan baru akan mengikuti jalur keluar tersebut.

(Catatan:

Bagian ini ingin menekankan bahwa sekali struktur lumpur terbentuk, maka dengan kemungkinan dapat terjadinya proses perulangan kembali semburan.

Yang dalam hal ini cenderung untuk menggunakan sarana saluran yang telah ada untuk mengalirkannya ke permukaan).

Hubungan semburan terjadi di atas struktur lumpur dan aliran lumpur berkurang dengan cepat

Fakta bahwa semburan lumpur saat ini terjadi di atas daerah yang sama, yaitu di atas struktur lumpur, dan fakta bahwa aliran lumpur telah berkurang dengan cepat.

Hal ini mengisyaratkan bahwa kesimpulan penelitian LUSI ini mendekati kebenaran (*The fact that current mud eruption is over the same area above this mud structures and that fact that mud outflow is reducing rapidly implies that our LUSI Research conclusions are much closer to the truth*).

(Catatan:

Dengan fakta semburan Lusi terjadi di atas struktur lumpur tua, dan kecepatan semburan telah berkurang secara drastis, dijadikan dasar perkuatan kebenaran hipotesis yang dikembangkan Tim Rusia bahwa berlangsung interval perulangan semburan lumpur).

Survei Geo-dinamika untuk mengklarifikasikan teori tersebut

Hal ini dapat lebih lanjut diverifikasi dengan survei Geo-dinamika yang dilakukan pada area tersebut, untuk mendeteksi gerakan di bawah permukaan dengan menggunakan teknologi yang bukan intrusif (kondisi lingkungan).

(Catatan:

Studi ini juga menyediakan klarifikasi terhadap temuan struktur lumpur dari GIS 3-D berdasarkan penampang seismik analog 2-D, dan perkiraan bahwa perselingan lapisan serpih dan pasir di bagian atas hasil pemboran BJP-1 sebagai indikasi terjadinya interval perulangan semburan.

Untuk itu ke depan perlu dilakukan studi Geo-dinamika dengan menerapkan teknologi yang tidak menembus (dalam hal ini diartikan seperti sumber seismik refleksi dengan TNT).

Metoda geo-dinamika yang dimaksud kemungkinan adalah Sistem Poligon, yaitu suatu jaringan pemantauan bawah permukaan mengukur akumulasi energi untuk memprediksi potensi semburan. Menerapkan teknologi yang tidak penetratif yaitu seismometer, kemagnitan, gayaberat.

Pada kunjungan ke Rusia telah didiskusikan penerapan Poligon untuk memonitor instalasi penting di Rusia dan Iran).



PENGINTEGRASIAN DATA PUSAT KEGEMPAAN

Laporan penelitian LUSI ini, juga menyediakan pandangan yang lebih mendalam pada zona di daerah LUSI dengan informasi pusat gempa (*earthquake epicenter information*).

(Catatan:

Laporan penelitian Lusi ini juga mencakup pengintegrasian data pusat kegempaan, yang merupakan bagian penting karena pertama, banyak kasus dimana kegiatan gempabumi menimbulkan dampak liquefaction sedimen, kedua khususnya Lusi terdapat teori yang menganggap dipicu oleh Gempabumi).

Lusi berkembang pada daerah tidak stabil yang mengalami sejarah gempabumi, letusan gunung api dan semburan gunung lumpur

Gempabumi di sekitar LUSI berada di tengah-tengah dari suatu zona tidak stabil yang luas, dengan sejarah gempabumi, letusan gunung api dan juga banyak gunung lumpur. *Earthquakes around LUSI is in the middle of a large unstable zone with history of earthquakes and also volcanic blow outs and also many mud volcanoes.*

Semua ini saling berhubungan.

(Catatan:

Tim Rusia menegaskan bahwa Lusi berada pada zona tidak stabil yang luas, dengan catatan sejarah terjadinya gempabumi, letusan gunung api dan juga banyak berkembang gunung lumpur. Diasumsikan kesemua itu mempunyai kaitan satu dengan lainnya.

Mungkin perlu ditambahkan juga dekat dengan lokasi reservoir gas bumi, karena Lusi berdekatan dengan sumur gas bumi Tanggulangin dan Wunut).

Konsep hidrodinamika penempatan sedimen baru, baik untuk eksplorasi mineral di darat dan di laut juga sebagai fenomena mud volcano

Ahli geologi dan Akademisi dari Ukraina Shnyukov Evgeny Fedorovich, telah membuat karya-karya sejak 1953-1977 di bawah Institut Geokimia dan Fisika Mineral, Akademi Ilmu Pengetahuan Ukraina, dimana dia menjadi Direktur.

Selama penelitian yang didedikasikan pada studi: 1) kandungan bijih besi tipe Rog Krivoy, 2) terhadap sedimen mengandung bijih besi dan mangan, dan 3) geologi kelautan; Shnyukov mengembangkan suatu hipotesis hidrodinamik terhadap pembentukan dan penempatan baru endapan sedimen (*a new hydrodynamic hypothesis formation and placement of sedimentary deposits*).

Atas dasar pengembangan dan rekomendasinya tersebut selanjutnya telah mulai eksplorasi jenis endapan bijih besi baru Kerch, merupakan endapan mineral berasal dari struktur lumpur.

Atas dasar temuan tersebut, telah ditindaklanjuti dengan studi-studi komprehensif mencakup geologi, litologi dan sumber daya mineral dari daerah Azov dan Laut Hitam dan Samudera Atlantik dan Hindia.

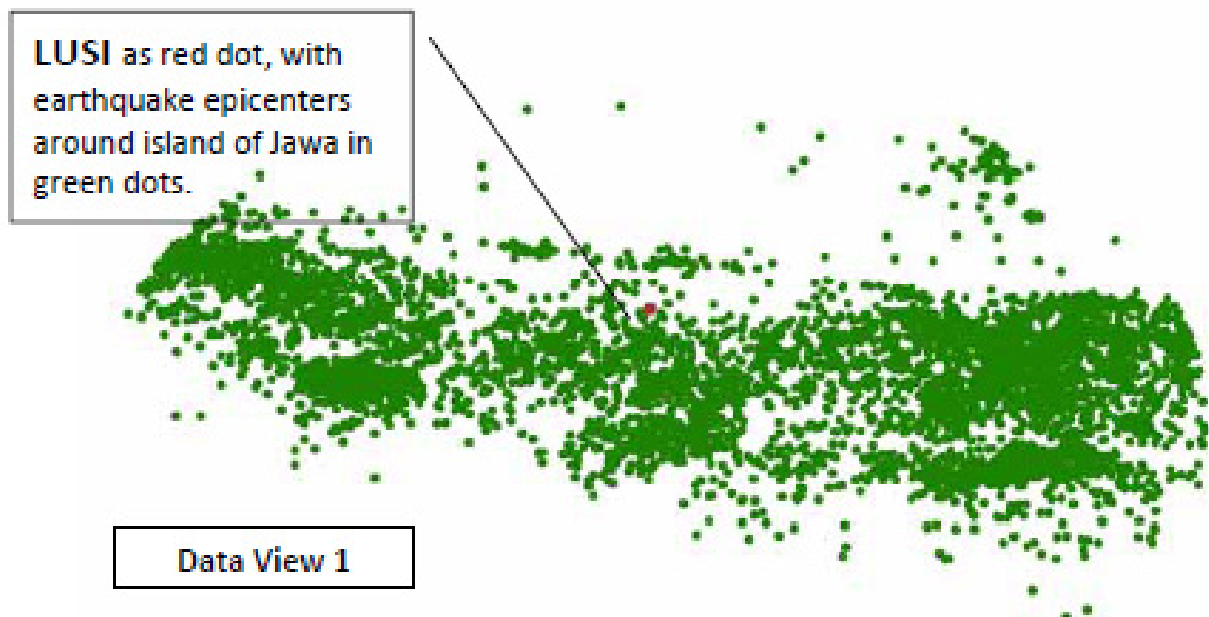
Dan bersama-sama dengan para ilmuwan Uni Soviet lainnya ia mengembangkan kesimpulan ilmiah pertama tentang sumber daya mineral dari samudera (of mineral resources of the oceans).

Laporan penyelidikan LUSI ini juga didasarkan pada beberapa karya termasuk diantaranya: 1) "Besi oksida Ukraina Shield" ("Zinc-iron ore of the Kerch basin") (ditulis tahun 1961), 2) "bijih besi Zinc-cekungan Kerch" (1961), dan 3) "gunung lumpur dan pembentukan bijih" ("*Mud volcanoes and ore formation*") (1971), "Geologi Laut Azov" (Ditulis bersama, 1974).

(Catatan:

Konsepsi remobilisasi sedimen (remobilization sediment) atau yang disebut oleh Tim Rusia sebagai penempatan baru sedimen (placement new sediments), antara lain diacu untuk menjelaskan pembentukan jebakan mineral di darat dan di laut dalam, dan lebih spesifik adalah untuk menjelaskan terjadinya semburan Lusi)

Data kegempaan Jawa



Gambar di atas menunjukkan semua pusat gempabumi (*earthquake epicenters*) sepanjang pulau Jawa pada 10 tahun terakhir. Anda dapat melihat tingkat ketidakstabilan di Jawa.

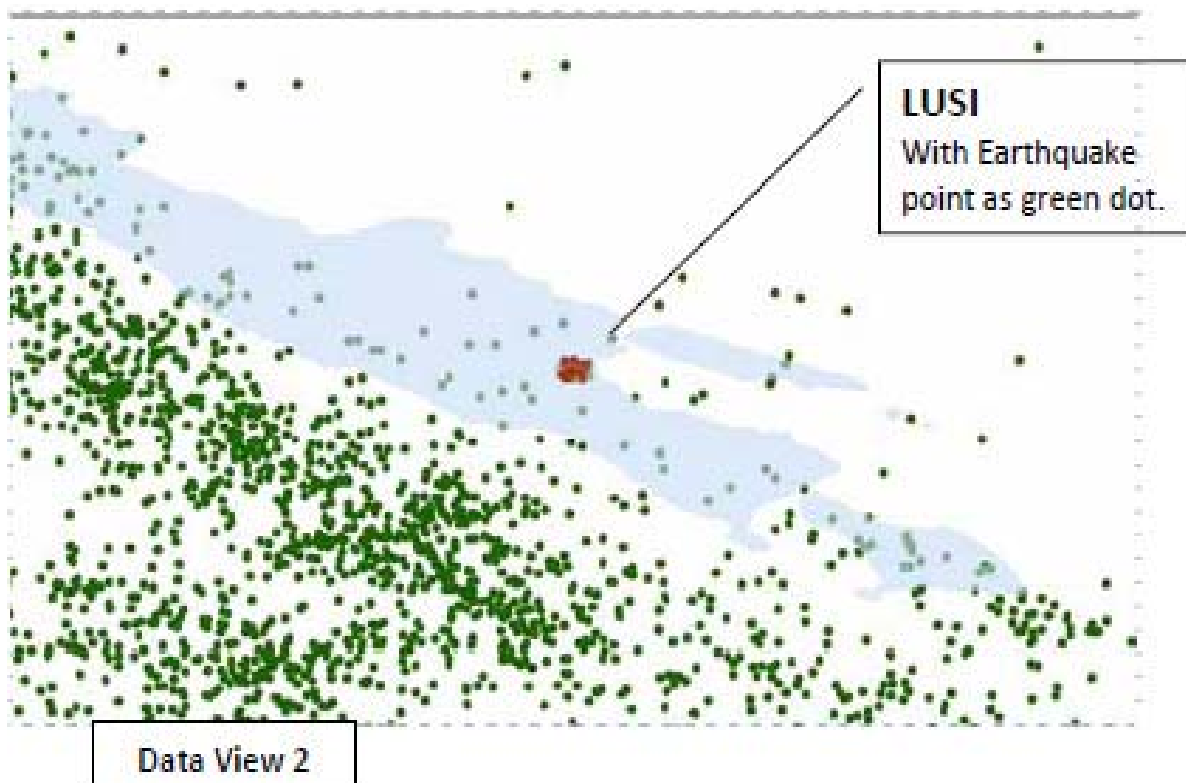
(Catatan:

*Tayangan Data 1 digunakan untuk menunjukkan bahwa lokasi Lusi dengan ditandai dengan titik merah berada pada zona pusat gempa bumi (ditandai titik hijau) sepanjang Jawa, sehingga ditekankan **tingkat ketidak stabilan Jawa**.*

Gempabumi yang terjadi sepanjang Jawa sebagai konsekuensi dari kedudukan tektonik Busur Sunda, dikendalikan oleh subduksi Lempeng Samudera Hindia terhadap Lempeng Benua Eurasia).

Kegempaan Jawa Timur

Tayangan Data 2: Tampilan lebih dekat memperlihatkan pusat gempa di sekitar Jawa Timur.



Fakta Lusi mempunyai even gempa dengan kekuatan yang kuat untuk mempercepat penyaluran lumpur

Studi rinci terhadap titik-titik Pusat gempa bumi (*earthquake points*) telah menunjukkan bahwa di sekitar LUSI terdapat beberapa even dengan daya yang kuat (*several forceful events*).

Yang dalam hal ini berperan untuk mempercepat penyaluran (*accelerate the channeling*) lumpur, melalui pembentukan struktur lumpur yang telah ada (*existing mud structures*) dan diantara struktur patahan (*between the fault structures*).

(Catatan:

Intinya menunjukkan bahwa terdapat Pusat gempa bumi dengan intensitas cukup kuat yang terjadi di sekitar LUSI.

Pernyataan di atas mengandung suatu makna konsepsi keterkaitan 'Mud Structures, Faults, Earthquakes and mud flow' bahwa pusat-pusat gempa bumi dengan intensitas yang cukup kuat sebagai pengendali mekanisme terhadap percepatan (accelerating) terjadinya pengaliran dari struktur lumpur tua (old mud structure), dan akan menjadi semakin signifikan dengan keberadaan sistem patahan.

Jadi semburan Lusi tidak semata-mata hanya terjadi dipicu (trigerring) satu gempa bumi tunggal sebagaimana yang selama ini disanggah oleh Davies (UK), Tingay (Australia), dan Manga (USA).

Tapi disebabkan (causing) oleh keterpaduan tiga unsur lainnya. Karena itu Mazzini (2009) menegaskan perbedaan mendasar antara pemicu dan penyebab Lusi).

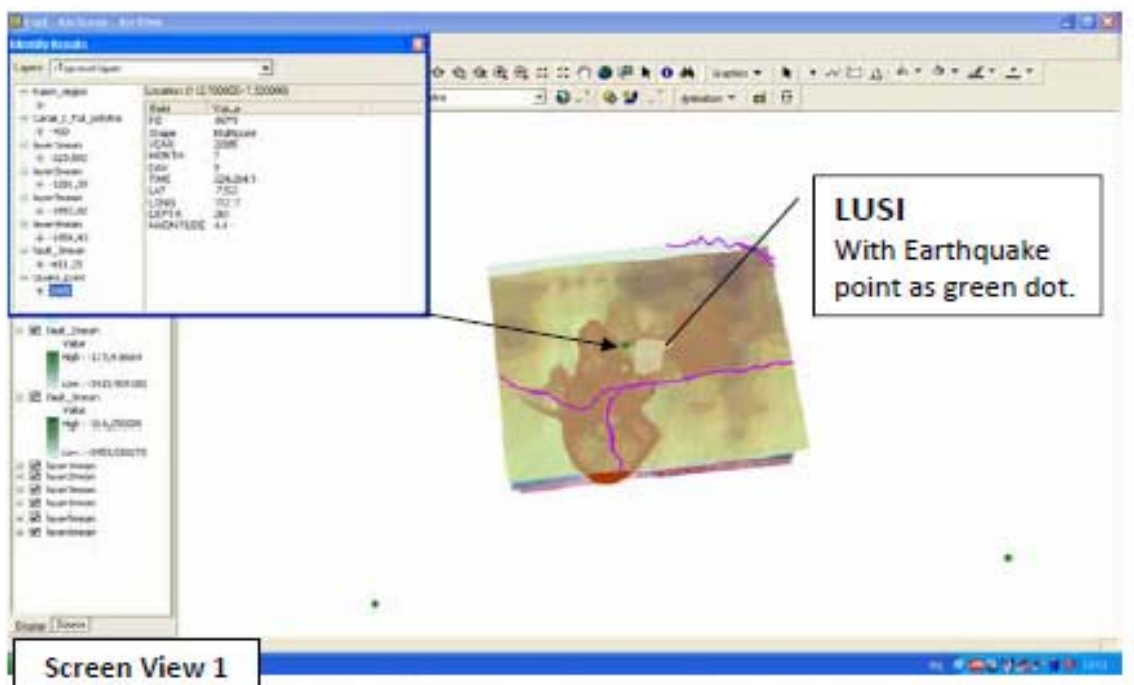
Bukti terjadinya Gempabumi 9 Juli 2005

Pada 9 Juli tahun 2005 telah terjadi gempa bumi berkekuatan 4,4 SR, yang lokasinya di bawah zona semburan lumpur LUSI.

Tampilan layar perangkat lunak GIS menunjukkan bahwa data pusat gempa yang meliputi gempa bumi 9 Juli tahun 2005. Dengan kekuatan 4,4 Skala Richter. Kejadian ini kira-kira 10 bulan sebelum terjadinya semburan LUSI.

(Catatan:

Tim Rusia juga menekankan pentingnya peran gempa bumi 9 Juli 2005 di sekitar Lusi, jadi tidak saja gempa bumi 27 Mei 2006 sebagaimana yang banyak dibicarakan sebelumnya yang dianut kelompok Gempabumi sebagai pemicu Lusi).

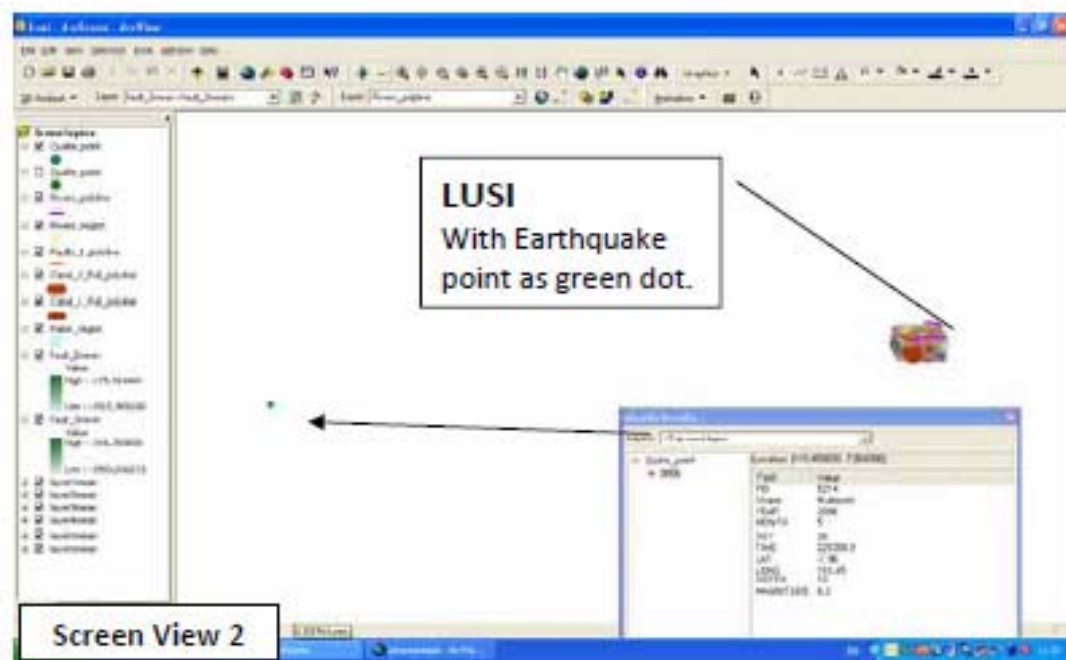


(Catatan:

Pandangan Jendela 1 pada Program Pengolahan GIS 3-D memperlihatkan lokasi gempa bumi 9 Juli 2005, dengan titik warna hijau, Pusat gempa berada di sebelah timurlaut lokasi Lusi).

Gempa Juli 2005 terjadi pada daerah yang sebelumnya mempunyai tatanan geologi yang rapuh sebagai dampak keberadaan patahan-patahan

Peristiwa penting berikutnya adalah sekitar 10 bulan sebelum letusan yang sebenarnya, tetapi menunjukkan karakteristik tatanan geologi dan kerapuhan di lokasi tersebut sebagaimana diperlihatkan oleh adanya patahan-patahan yang saling menyilang. (Lihat tampilan 3D Patahan untuk rincian lebih lanjut dari patahan).



(Catatan:

Tayangan Jendela 2 program GIS-3D, memperlihatkan posisi pusat gempa bumi Juli 2005 terhadap model 3D daerah Lusi, dimana sebelumnya telah berkembang struktur lumpur tua dan struktur patahan-patahan).

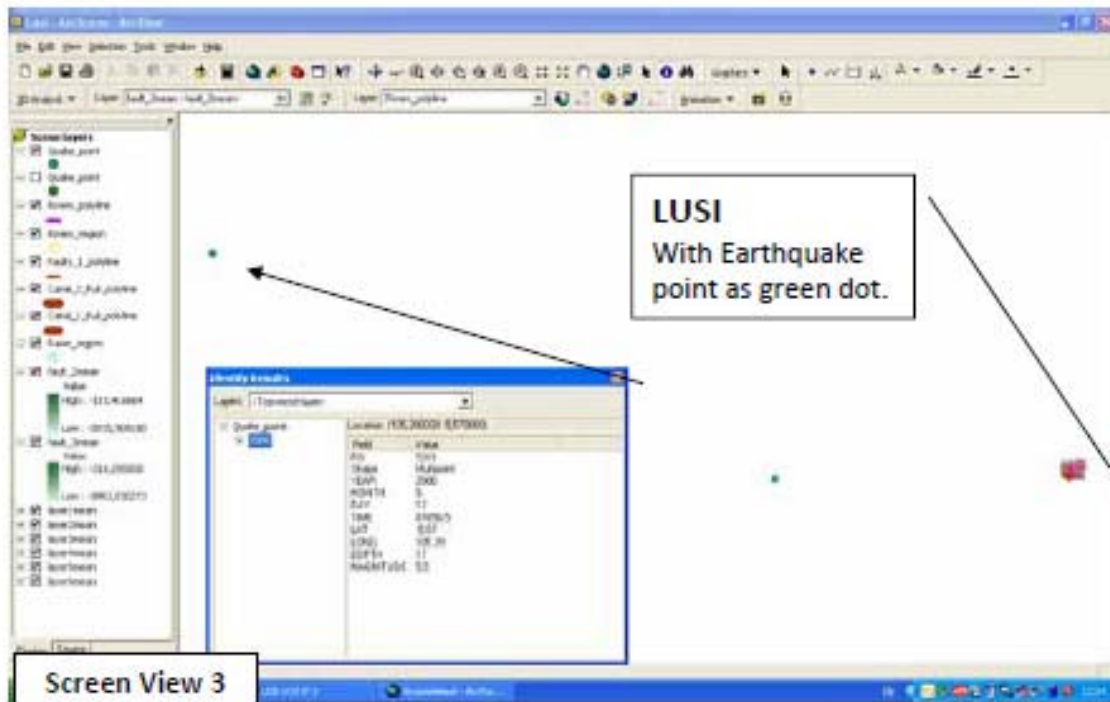
Identifikasi kejadian gempa bumi Mei 2006

Seperti telah umum diketahui pada bulan Mei 2006, tepatnya 2 hari sebelum semburan LUSI telah terjadi gempa bumi berkekuatan 6,3 SR pada lokasi sekitar 185 km jaraknya dari posisi LUSI.

Dan juga gempa lainnya 16 hari sebelumnya berlokasi sekitar 450 km jauhnya dengan kekuatan 5,5 Skala Richter.

(Catatan:

Tayangan Jendela 3 (bawah), memperlihatkan posisi pusat gempa bumi yang terjadi 16 hari sebelum semburan Lusi, berjarak 450 km).



Peran gempa bumi Juli 2005 dalam membantu membuka saluran lumpur

Gempa bumi yang tepatnya terjadi 1 tahun sebelum semburan LUSI akan menjadi salah satu peristiwa geologi penting dalam membantu terhadap proses pembukaan saluran lumpur.

(Catatan:

Tim Rusia beranggapan bahwa gempa bumi yang terjadi 1 tahun sebelum kelahiran Lusi telah berperan penting dalam membantu proses membuka rekahan, dari saluran lumpur.

Peran penting dari gempa bumi ini lebih besar dari gempa bumi 27 Mei 2006 yang seolah-olah hanya sebagai 'kick off'.

Selanjutnya akan berkembang sebagai media untuk mengalirkan Lusi ke permukaan).

Gerakan Patahan Watukosek juga membantu proses pembukaan saluran pasca gempa bumi:

Gerakan Patahan Watukosek yang terus menerus (*continuous Watukosek fault movement*) dapat lebih jauh membantu proses ini.

(Catatan:

Bagian ini menegaskan bahwa adanya gerakan dari Patahan Watukosek yang terus menerus membantu dalam proses pembukaan saluran lumpur pasca gempa.

Sebagai pembanding Mazzini (2009) mengembangkan konsepsi bahwa reaktivasi Watukosek Strike-slip Fault pasca gempa berperan penting menimbulkan 'shearing' yang memicu proses fluidisasi di sepanjang bidang patahan).

Gempa 27 Mei 2007 merupakan final kick off

Sedangkan gempa 2 hari sebelum letusan akan merupakan akhir dari penendangan 'final kick off'.

(Catatan:

Ditegaskan di sini peran gempabumi Yogyakarta 27 Mei 2006 lebih berperan untuk finalisasi atau tahap akhir bergulirnya aliran lumpur.

Sehingga perlu ditekankan Gempabumi Yogyakarta bukan semata memicu terjadinya semburan Lusi).

Gunung lumpur telah menggunakan patahan dan jalan yang ada untuk mendorong lumpur ke permukaan dibantu gempabumi

Dengan menumpangtindihkan (*superimpose*) data patahan dengan pembentukan saluran lumpur, sehingga dapat diamati bahwa gunung lumpur telah menggunakan patahan-patahan dan jalan yang tersedia untuk mendorong lumpur ke permukaan.

Dalam hal ini dibantu oleh beberapa peristiwa gempabumi (*various earthquake events*).

(Catatan:

Kemanfaatan SIG 3-D untuk mendapatkan fakta bahwa gunung lumpur keluar melalui saluran yang difasilitasi oleh reaktivasi yang berlanjut system patahan-patahan Watukosek dan dibantu oleh keberadaan energi ditimbulkan gempabumi).

Pernyataan filosofis tidak ada satu gempa atau aktivitas pemboran tunggal yang dapat menyebabkan semburan Lusi

Tidak bisa hanya oleh salah satu gempa atau aktivitas pengeboran tunggal, sehingga dapat membuat suatu gunung lumpur tersebut dan menyebabkan semburan terjadi.

(Catatan:

Sekali lagi Tim Rusia menegaskan bahwa kedua indikator penyebab yaitu pembentukan struktur lumpur, terjadinya patahan dan dipicu atau dipercepat oleh gempabumi merupakan suatu pengendali mekanisme yang terintegrasi.

Menegaskan bahwa semburan Lusi tidak dipicu oleh satu indikator saja yaitu hanya gempabumi saja atau satu pemboran saja).

Suatu rasionalisasi bahwa secara geologi besarnya gempabumi saja tidak cukup kuat memicu semburan gunung lumpur

Kemungkinan menjadi sangat beralasan bahwa secara geologi, besarnya gempa tersebut tidak cukup kuat untuk memicu terjadinya semburan gunung lumpur.

(Catatan:)

Penegasan kembali memperkuat hipotesis bahwa semburan Lusi dipicu gempabumi, namun dengan argumentasi bahwa bukan hanya gempabumi Yogyakarta saja yang berperan sebagai pemicu. Namun proses diawali dengan penyebab yaitu pembentukan struktur lumpur tua dan patahan).

Multi penyebab dan pemicu Lusi: patahan tidak stabil, berlanjut gempa, terbentuk struktur lumpur, indikasi perulangan semburan

Namun perlu diapresiasi dari semua data ini, bahwa:

- 1) terdapatnya patahan-patahan yang menyebabkan daerah mempunyai geologi yang tidak stabil,
- 2) berlanjutnya gempa bumi yang terus-menerus di dalam dan di sekitar kawasan, dan
- 3) terbentuknya struktur lumpur;

Sehingga mengindikasikan terjadinya suatu perulangan semburan sebelumnya yang terjadi pada zona yang sama.

(Catatan:)

Kata kunci adalah terjadinya perulangan proses semburan pada daerah yang sama.

Alur pikir pembentukan Lusi oleh adanya Sistem Patahan yang tidak stabil (Barat-Timur dan Utara-Selatan), gempabumi yang terus di sekitar daerah, pembentukan lumpur tua, merupakan suatu proses terintegrasi terhadap indikasi adanya perulangan semburan lumpur pada sejarah geologi yang lalu.

Sehingga sangat rasional terjadinya perulangan semburan LUSI).

Alur pikir pementukan mud volcano Lusi dan mud volcano teoritis dari paper HZ Abidin dkk., 2008,

Hal tersebut akan sangat membantu untuk membandingkan Gambar GIS 3D dari Laporan Penelitian LUSI ini [Gambar 1] dengan model teoritis yang terdapat pada artikel HZ Abidin dkk. 2008 "Penurunan dan pengangkatan di Sidoarjo". Dari karya Stewart dan Davies (2006).

(Catatan:

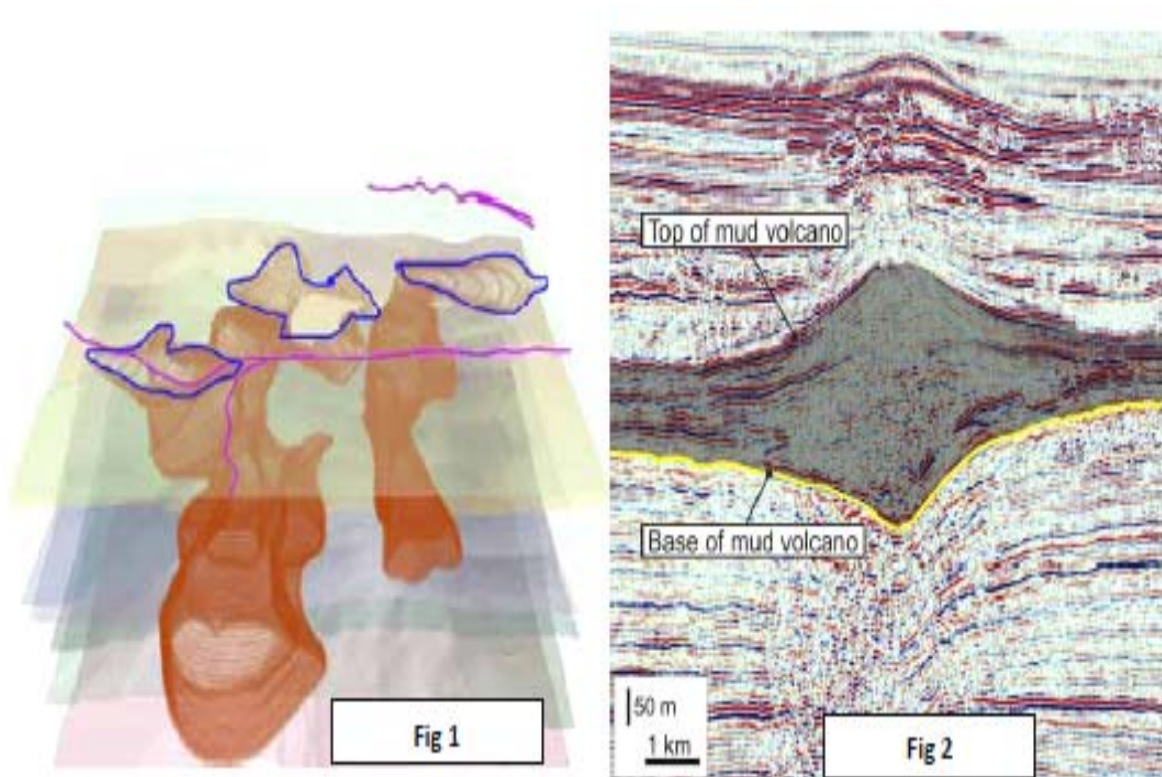
Tim Rusia ingin menganalogikan proses pembentukan perulangan semburan mud volcano dengan konsepsi-teoritis menggunakan seismik refleksi dari Laut Kaspia.

Yang digunakan pada makalah Abidin dkk., 2008).

Yang disebutkan sebagai pengendali pembentukan sebuah gunung lumpur dari Laut Kaspia Selatan. [Gambar 2], mungkin ditambahkan sebagai penyebab semburan lumpur. Tidak ada indikasi dari semburan sebelumnya.

(Catatan:

Gambar (bawah) perbandingan struktur lumpur mud volcano Lusi dan penampang seismik refleksi struktur mud volcano di Laut Caspia).



Studi ini menemukan struktur lumpur di bawah Lusi dan implikasi bahaya untuk dilakukan pemboran

Pengeboran di daerah tersebut akan merupakan suatu gagasan yang buruk.

Namun, dalam laporan penyelidikan LUSI kami telah menemukan struktur lumpur di bawah LUSI secara nyata sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1. Dimana memperlihatkan banyaknya even semburan lumpur yang terjadi pada beberapa tahun yang lalu.

(Catatan:

Catatan penting Tim Rusia mengingatkan bahwa upaya melakukan pengeboran 'drilling' pada daerah yang mempunyai kondisi geologi yang tidak baik (labil) merupakan gagasan yang buruk.

Terutama karena daerah tersebut sudah dapat diindikasikan keberadaan struktur lumpur atau diapirisme tua, bahkan perulangan semburan lumpur).

Penegasan bahwa semburan lumpur tidak dipicu (is not triggered)

Semburan lumpur tidak dipicu (*The eruption is not triggered*), tapi pada hakekatnya pembentukan lumpur keluar melalui patahan yang sebelumnya telah ada dan even-even geologi lainnya (*mud formation escaping through already existing faults and geological events*).

(Catatan:

Penegasan kembali bahwa semburan lumpur bukan semata-mata dipicu oleh gempabumi, tapi oleh adanya tatanan geologi tertentu, yang dalam hal ini yaitu pembentukan struktur lumpur dan terdapatnya aktivitas dari patahan).

Penekanan bahwa pemodelan GIS-3D adalah model semburan yang tidak mungkin dihasilkan yang hanya menggunakan hipotesis:

Gambar 2-12 merupakan bagian alasan yang tidak dapat diperhitungkan dari semburan lumpur yang dihasilkan menggunakan hipotesis dan tidak menggunakan informasi bawah permukaan yang sebenarnya.

(Catatan:

Tim Rusia ingin menegaskan bahwa bahwa gambaran yang dihasilkan pada rangkaian tayangan 2-12 dari teknologi GIS-3D merupakan fakta yang sulit didapatkan pada pengembangan hipotesis semburan lumpur yang tidak menggunakan informasi bawah permukaan yang realistis).

Rasionalisasi karena organisasi tidak mampu untuk mendeteksi dan mempelajari pembentukan mud volcano

Alasan karena tertutupnya dari suatu organisasi untuk mendeteksi dan mempelajari pembentukan dari mud volcano.

(Catatan:

Konstrain yang ada antara lain karena tidak terbukanya peluang suatu institusi untuk dapat mendeteksi dan mempelajari pembentukan dari suatu mud volcano).

Dikembangkannya departemen khusus mempelajari pembentukan mud volcano dan kemanfaatannya

Terdapatnya departemen khusus untuk mempelajari pembentukan mud volcano di Rusia dan Ukraina dan Negara-negara CIS lainnya, dimana menunjukkan dimungkinkan untuk memperkirakan terjadinya semburan mud volcano.

(Catatan:

Rusia, Ukraina dan Negara bagian Uni Soviet telah membangun Departemen khusus untuk mempelajari pembentukan suatu mud volcano dan berhasil mengindikasikan semburan mud volcano).

Saran agar Indonesia harus mencontoh apa yang dilakukan di Rusia dan Ukraina

Indonesia harus memperhatikan kesamaan pembentukan dan mengalokasikan sumberdaya dengan mengadopsi metoda dimana sudah dikembangkan di Rusia dan Ukraina.

(Catatan:

Saran agar Pemerintah Indonesia dapat membentuk dan mengerahkan sumberdaya dengan mengadopsi yang sebelumnya telah dikembangkan oleh Rusia dan Ukraina, antara lain dengan membentuk Departemen Mud Volcano?)

Sudah dapat dicirikan adanya indikasi semburan dan bubble lumpur di sekitar Jawa Timur

Perlu dicatat juga bahwa terdapat beberapa indikasi sekitar Jawa timur dari semburan lumpur dimana terdapat bubble setiap hari di beberapa lokasi.

(Catatan:

Bagian ini ingin menggambarkan bahwa selain Lusi di sekitar Jawa Timur terdapat semburan mud volcano lainnya, dalam hal ini mencakup 13 mud sebagaimana Peta Mud Volcano di Jawa dari Istadi (2009)).

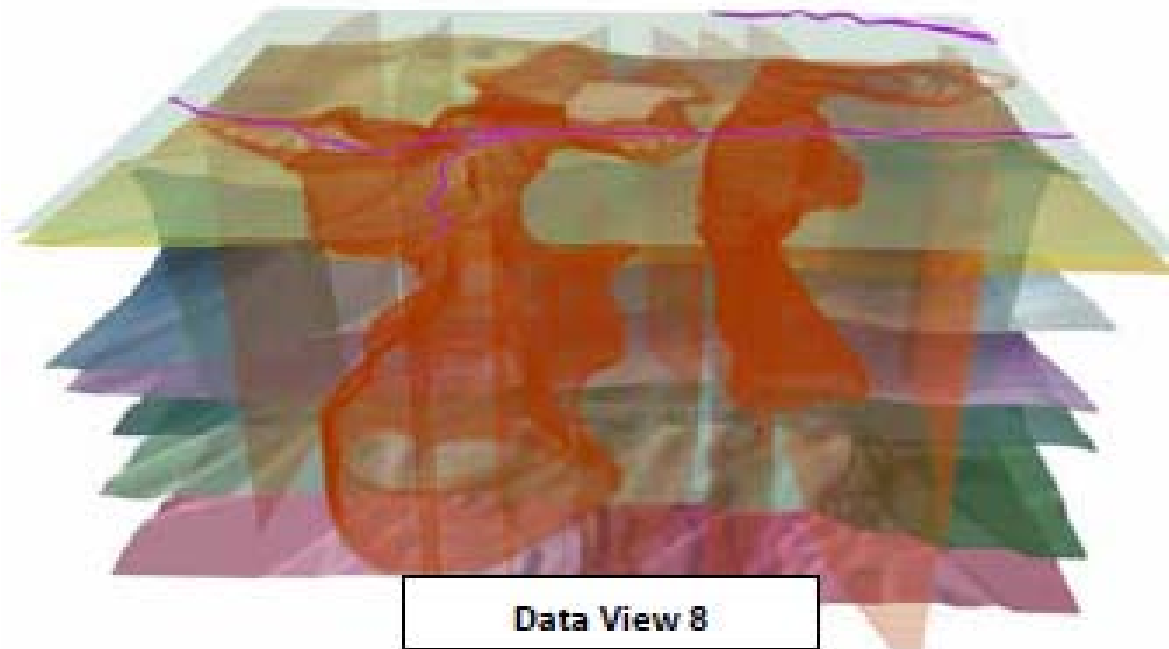
Pemantauan yang berkelanjutan akan dapat memberikan peringatan dini semburan lumpur

Dengan melaksanakan pemantauan bawah permukaan (*conducting continuous sub surface monitoring*) yang berkelanjutan menggunakan teknologi yang memadai (*using suitable technology*) akan menyediakan suatu peringatan dini terhadap beberapa semburan yang mungkin terjadi dan juga untuk mencegah dampak lebih jauh yang telah terjadi pada LUSI.

(Catatan:

Bagian ini memuat hal penting pada tataran knowledge dan kebijakan terkait peringatan dini dan tindaklanjut dampak Lusi ke depan.

Menekankan perlu dilaksanakannya pemantauan bawah permukaan yang berkelanjutan, sehingga terbangun suatu knowledge untuk memberikan peringatan dini terhadap potensi semburan mud volcano, dan dampak lanjutan dari Lusi).



(Catatan:

Tayangan Data 8, memperlihatkan geometri GIS 3-D model arsitektur struktur lumpuryang berkembang di timurlaut dan baratdaya Lusi.

Model tersebut dihasilkan dari overlay 6 lapisan dan tracing kenampakan struktur lumpur)

Even lanjutan LUSI indikasi tanda-tanda semburan ke depan

Dari data seismik refleksi bawah permukaan dan data GIS-3D telah memperlihatkan bahwa di dekat daerah Lusi, yaitu pada radius 10 km mengindikasikan tanda-tanda potensi semburan mud volcano ke depan.

(Catatan:

Data penampang seismik refleksi dan GIS-3D mengindikasikan terdapatnya indikasi potensi semburan mud volcano ke depan, di dekat lokasi Lusi dengan radius 10 km.

Hal ini harus ditindaklanjuti).

Bukti konklusif terhadap potensi semburan lumpur ke depan di baratdaya dan timurlaut dari lokasi Lusi

GIS 3-D telah menyediakan bukti yang konklusif (**conclusive evidence**) bahwa daerah tersebut sangat berbahaya dengan berpotensi kelanjutan semburan lumpur lainnya, yaitu satu di baratdaya dan lainnya di timurlaut dari lokasi LUSI.

(Catatan):

Sekali lagi Tim Rusia ingin menegaskan bahwa dengan terdapatnya indikasi struktur lumpur maka daerah tersebut sangat berbahaya menghadapi semburan yang mungkin terjadi, yaitu keberadaan lokasi struktur lumpur di baratdaya dan di timurlaut dari posisi Lusi.

Hal ini merupakan 'early warning' dan perlu ditindaklanjuti dengan dilakukannya program monitoring yang komprehensif, integral dan holistic. Antara lain menerapkan teknologi Poligon yang dikembangkan oleh Ahli Rusia).

Bahaya bila pemerintah menerima asumsi yang salah yaitu semburan disebabkan pemboran, dan akan sulit mengantisipasi datangnya ancaman semburan lumpur ke depan

Dengan asumsi yang salah (*wrongly assuming*) bahwa pemboran telah menyebabkan semburan lumpur (*the drilling caused the mud eruption*) maka otoritas (BPLS/Pemerintah) akan berada pada posisi yang berbahaya.

Sehingga meniadakan kemungkinan terjadinya bencana yang akan datang dan dapat gagal dalam melakukan aksi antisipasi.

(Catatan:

Alur pikir pada bagian ini bila kita salah dalam mengambil kesimpulan bahwa pemboraran telah menyebabkan semburan Lusi, maka BPLS/Pemerintah dalam posisi yang berbahaya.

Karena mengabaikan kemungkinan terjadinya bencana baru yang akan terjadi secara alami, bahkan ditekankan dapat terlambat dalam melakukan antisipasi.

Pernyataan ini secara tidak langsung sangat menentang kejadian semburan lusi dipicu oleh pemboran).

Opsi terburuk mengevakuasi daerah terdampak, dan mengubahnya menjadi daerah konservasi

Salah satu opsi yang serius adalah untuk mengevakuasi daerah terdampak (*to evacuate the affected areas*) dan membuat daerah tersebut sebagai suatu kawasan reservasi (cagar alam), sebagai zona konservasi tanpa ada bangunan rumah tangga (*to evacuate the affected areas and reserve the areas as conservation zones without households*).

(Catatan:

Suatu pernyataan dan peringatan yang serius didasarkan pada fakta diungkapkan di atas, bahwa dengan kemungkinan pada daerah tersebut akan terjadi semburan lumpur lainnya, maka disarankan bahwa daerah tersebut dijadikan Kawasan Lindung.

Daerah terdampak harus kosong dari adanya bangunan rumah tinggal.

Hardi Prasetyo: DINAMIKA LUSI DARI WAKTU KE WAKTU, LUSI LIBRARY

Dalam rangka memperingati HUT RI 17 AGUSTUS 2010

Pernyataan ini harus benar-benar diklarifikasi, dan ditindaklanjuti dengan penelitian yang komprehensif dan holistik).



KESIMPULAN

Terdapat 2 saluran lumpur yang membumbung ke permukaan

Kami menyimpulkan bahwa berdasarkan data seismik yang dihimpun sebelum terjadinya semburan LUSI, sudah terdapat 2 saluran yang membumbung menuju ke permukaan.

(Catatan:

Data seismik refleksi yang digunakan sampai tahun 2005 membuktikan telah eksis 2 saluran atau struktur lumpur yang membumbung dari bawah permukaan ke arah permukaan.

Di dalam konsep pembentukan mud volcano sangat umum didahului oleh proses diapir lumpur, dimana lumpur overpressure dalam kondisi plastis bergerak ke atas namun belum keluar melalui rekahan).

Fenomena dapat diperkirakan

Semburan lumpur merupakan suatu hal yang dapat diperkirakan sehingga terdapat alasan yang cukup kuat untuk menduga semburan lebih lanjut ke depan di dalam daerah tersebut.

(Catatan:

Tim Rusia beranggapan bahwa pada hakekatnya terjadinya suatu semburan lumpur dapat diperkirakan, bahkan mempunyai kepercayaan untuk dapat menduga potensi terjadinya semburan.

Pertanyaan mendasar adalah apakah kita dapat melakukan prediksi terjadinya semburan mud volcano, sebagaimana terjadinya letusan gunung api? Atau terjadinya gempabumi.

Sampai saat ini di Indonesia, ramalan terjadinya letusan gunung api sudah semakin mapan. Namun sampai saat ini di seluruh dunia belum ada prediksi terjadinya gempabumi yang akurat).

Struktur lumpur sangat umum terjadi seperti pada tatanan geologi Sidoarjo dimana terjadi transformasi mineral smektit ke illit diikuti melepaskan air dalam volume yang spektakular

Struktur lumpur sangat umum berkembang pada daerah dengan ciri-ciri geologi (*geological features*) seperti di Sidoarjo.

Juga sangat umum diketahui terkait dengan proses mineralisasi mineral smektit dikonversi menjadi illit, diikuti dengan pelepasan air dengan volume yang besar. Pada akhirnya membentuk mud volcano (*mineralization process where smectite converts to illite releasing high volume of water forming mud volcanoes*).

(Catatan:

Mengapa Lusi berkembang di Sidoarjo?, karena secara geologi memiliki indikator untuk terjadinya fenomena mud volcano, yaitu telah ada struktur lumpur, telah patahan Watukosek, terletak di daerah yang mempunyai sejarah gempabumi, dan ditambah terjadinya transformasi mineral lempung smektik ke illit, sehingga air yang melepaskan membentuk mud volcano).

(Catatan:

Tayangan jendela 8-13: model 3D disiapkan sebagai suatu pandangan statik dari struktur geologi di sekitar gunung LUSI, Konstrain dan harapan studi ke depan).

Konstrain sumber data geofisika berumur 5 tahun sebelum kejadian Lusi, kondisi bawah permukaan bisa berubah

Model yang dikembangkan ini, didasarkan pada penyelidikan geofisika 5 tahun sebelumnya aktivitas mud volcano Lusi, atau (2001).

Oleh karena itu citra bawah permukaan daerah LUSI kemungkinan sedikit berubah.

(Catatan:

Bagian ini merupakan konstrain bahwa modal yang dikembangkan berdasarkan kondisi 5 tahun sebelum terjadinya semburan Lusi atau tahun 2001.

Sebagai konsekuensi kondisi bawah permukaan Lusi dikatakan kemungkinan sedikit berubah).

Kata-kata 'sedikit' mengindikasikan Tim Rusia masih tetap mempunyai tingkat kepercayaan yang tinggi pada hasil studi ini).

Perlu kelanjutan survei geofisika resolusi tinggi

Untuk mengembangkan pandangan Geo-Dinamika (*Geo-Dynamic view*), dibutuhkan, suatu survei geofisika resolusi tinggi (*high resolution geophysical surveys*) pada daerah terpilih untuk mengakses kondisi lingkungan geologi saat ini (*the current state of geological environment*).

(Catatan:

Tim Rusia mengingatkan diperlukannya suatu pemantauan terhadap kondisi Geo-dinamika yang aktual saat ini.

Dengan penyelidikan geofisika beresolusi tinggi, pada kawasan terpilih.

Hal ini akan menjadi bagian dari kemungkinan dilakukan kerjasama antara Tim Rusia dan BPLS).



USULAN KEGIATAN GEOLOGI DAN GEOFISIKA

KE DEPAN

Untuk mendapatkan hal ini dibutuhkan pekerjaan geologi dan geofisika langsung di lapangan.

(Catatan:

Salah satu hal positif dari laporan ini adalah usulan kegiatan geologi dan geofisika ke depan, bertitik tolak dari kesimpulan dan hal-hal yang perlu diklarifikasi dan didalami lebih lanjut.

Usulan penelitian tersebut terbagi menjadi dua kelompok yaitu geologi dan geofisika).

1. Memantau material semburan dan geodinamika di sekitar wilayah:

Untuk mengakses dinamika dari proses-proses vulkanisme lumpur (*mud volcanism*), disusulkan untuk secara sistematis memantau tidak saja pada material yang disebarkan, tapi juga guna mengetahui kondisi Geo-dinamika di sekitar wilayah.

(Catatan:

Pendekatan yang diusulkan adalah untuk lebih mengetahui baik terhadap material yang disebarkan Lusi, juga pemahaman terhadap kondisi Geo-dinamika daerah sekitarnya).

a) Monitoring getaran kegempaan alami:

Untuk itu dibutuhkan dibangunnya suatu jaringan titik-titik sensor pemantauan (*monitoring network of observation points*) untuk mengamati getaran gempa yang alami (*with sensors to observe natural seismic vibrations*).

(Catatan:

Melakukan pemantauan terhadap kegempaan alami dengan memasang titi-titik jaringan sensor seismometer, dalam hal ini Tim Rusia telah mengembangkan suatu sistem yang diberi sandi Poligon).

b) Hasil kondisi geodinamika sebagai basis penentuan nilai tekanan:

Hasil dari observasi ini akan menjadi subyek untuk lapisan ekstra, yang mencerminkan kondisi geodinamika dari tempat semburan (*reflecting the geodynamic state of the place eruption*) LUSI.

Pada tempat pertama, ditentukan nilai tetap tekanan (*fixing the value of pressure*).

(Catatan:

Hasil tersebut akan ditetapkan sebagai lapisan khusus dalam kaitan dengan layer di dalam GIS-3D, yang mencerminkan kondisi Geo-dinamika yang aktual, selanjutnya ditetapkan sebagai nilai tetap atau benchmarking dari kondisi tekanan).

2. Studi litologi penampang sumur untuk menentukan even perulangan semburan Lusi pada lapisan atas:

Penelitian lainnya yang diusulkan secara rinci ditujukan terhadap penampang stratigrafi dari hasil pemboran sebelumnya (*detailed study of the stratigraphic section of the existing wells*), untuk menentukan even-even semburan lumpur sebelumnya di dalam ruang dan waktu.

(Catatan:

Pada bagian depan telah disampaikan bahwa Tim Rusia mempunyai dugaan telah terjadi semburan berulang di lokasi Lusi, sebagaimana diindikasikan adanya selang-seling lapisan pasir dan lempung dari data stratigrafi Sumur BJP-1.

Untuk itu diperlukan studi rinci untuk benar-benar mendapatkan informasi terhadap ruang dan waktu terjadinya perulangan semburan lumpur dari hipotesis tersebut).

a) Data frekuensi aktivitas semburan mud volcano lalu untuk perkiraan durasi ke depan:

Dengan dapat ditentukannya yang pasti waktu dari even sebelumnya, selanjutnya digunakan untuk memprediksi frekuensi dari aktivitas mud volcano (*predict the frequency of mud volcanic activity*) juga durasinya dari bagian bawah saluran yang tenggelam.

(Catatan:

Dengan dapat dipastikannya waktu kejadian semburan sebelumnya, diharapkan akan dapat diprediksi frekuensi aktivitas mud volcano, termasuk masa durasinya).

b) Diperlukan studi sinar x untuk korelasi data seismik:

Kami memerlukan studi sinar X dari contoh-contoh sedimen dari beberapa kedalaman, untuk dapat memetakan secara lebih akurat data seismik.

(Catatan:

Diperlukan studi sinar X untuk melakukan korelasi yang akurat antara lapisan sedimen yang merekam interval aktivitas mud volcano dengan kenampakan pada data penampang seismik refleksi).

3. Sasaran pengembangan penampang geofisika dan penampang geologi dengan data stratigrafi dan kecepatan gelombang seismik:

Sebagai tambahan adalah studi rinci stratigrafi dari referensi sumur, termasuk diantaranya dengan data kecepatan yang dilalui oleh gelombang seismik pada suatu sekuen stratigrafi (*on rates of passage of seismic waves in stratified sequences*).

Hal ini diharapkan akan memungkinkan para peneliti untuk membangun tidak saja suatu penampang geofisika (sementara dalam satuan tertentu), tapi juga suatu penampang geologi (berdasarkan kedalaman).

(Catatan:

Untuk mengkonversi penampang data geofisika dalam satuan tertentu menjadi penampang geologi berdasarkan urutan lapisan dan ketebalannya, diperlukan studi stratigrafi rinci dari hasil sumur eksplorasi.

Disamping itu melakukan perhitungan untuk mendapatkan kecepatan gelombang seismik pada lapisan sedimen tersebut).