

PROYEK TSUNARIQUE
Laporan Survei Penelitian di Jawa dan Aceh
Bulan Juli – Agustus 2005
Oleh Franck Lavigne dan Raphaël Paris

Dibiayai Oleh


Delegasi Antar Kementerian untuk Bantuan Tsunami (DIPT)- Proyek No. 161 disetujui tanggal 27 Mei 2005

Kepada Yth.

- Delegasi Antar Kementerian untuk Bantuan Tsunami (DIPT) (Bapak Jean-Claude Mallet, Ibu Béatrice Ravanel, Bapak Eric Chevallier, Bapak Joel Cazale, Bapak Jean-Paul Montagner);
- Direktur Hubungan dan Kerjasama Internasional (DRIC) MENR (Bapak Jean-Noël Juttet, Ibu Stéphanie Genc, Bapak Alexis Rinckenbach, Bapak Dominique Chatton);
- Pusat Pelayanan Kerjasama dan Budaya (SCAC) Kedutaan Besar Perancis di Indonesia (Ibu Annie Evrard, Bapak. Vincent Morel, Ibu Solène Le Doze) ;
- Direktur Hubungan Internasional CNRS (Prof. Jean-Luc Clément, Bapak François Bienenfeld, Ibu Minh-Hà Pham) ;
- Delegasi CNRS untuk *Ile de France* Barat (Ibu Michèle Saumon, delegasi regional, Ibu Christine Rulliat) ;
- Direktur Laboratorium Geografi Fisik (Prof. Charles Le Coeur) ;
- Direktur Laboratorium Géolab (Prof. Marie-Françoise André) ;
- Direktur Laboratorium - UFR de Geografi (Prof. Laurent Simon);
- Direktur Hubungan Internasional Universitas Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Prof. Christiane Prigent).

Tanggal : 4 Juli – 30 Agustus 2005

Anggota

Perancis		Indonseia	
Dr. Franck Lavigne	LGP	Dr. Junun Sartohadi, M.Sc	UGM
Dr. Patrick Wassmer	LGP	Djati Mardiatno, M.Sc	UGM
Dr. Raphaël Paris	Géolab	Anggri Setiawan	UGM
François Flohic	Planet Risk	Adi Widagdo, S.Si	UGM
Benjamin De Coster	Planet Risk	Rino Cahyadi	UGM
		Mujiono	UGM
		M. Taufik Gunawan	BMG
		Fachrizaral	BMG
		Syahnan	BMG
<i>Foto 1. Anggota Tsunarisque Agustus 2005</i>			

Tujuan penelitian

- 1) **Pengukuran tinggi gelombang dan *run-up*** yang membekas pada pepohonan dan bangunan yang masih berdiri, serta bekas pada lereng gunung dan perbukitan, yang bertujuan untuk perbandingan data antara pemodelan fisik dan numerik.
- 2) **Pengukuran arah gelombang** dengan menggunakan indikator arah tumbangnya batang pohon dan menara yang masih utuh, tiang atau pagar yang rusak serta keterangan masyarakat, hal tersebut ditujukan untuk pemodelan statistik dan numerik.
- 3) **Penelitian tanah pada zonasi yang tergenang setelah tsunami** : Pengeboran dengan alat penggerek dan pengambilan sampel tanah untuk mengukur tingginya kadar polusi serta salinasi.
- 4) **Penelitian dampak terhadap morfologi pesisir.**
- 5) **Pengukuran kualitas air sumur.**
- 7) **Wawancara dengan penduduk setempat** untuk merekonstruksi kronologi kejadian dan persepsi resiko pra- tsunami. Rekaman video dari wawancara tersebut dilakukan dalam rangka pembuatan film peramalan tsunami.

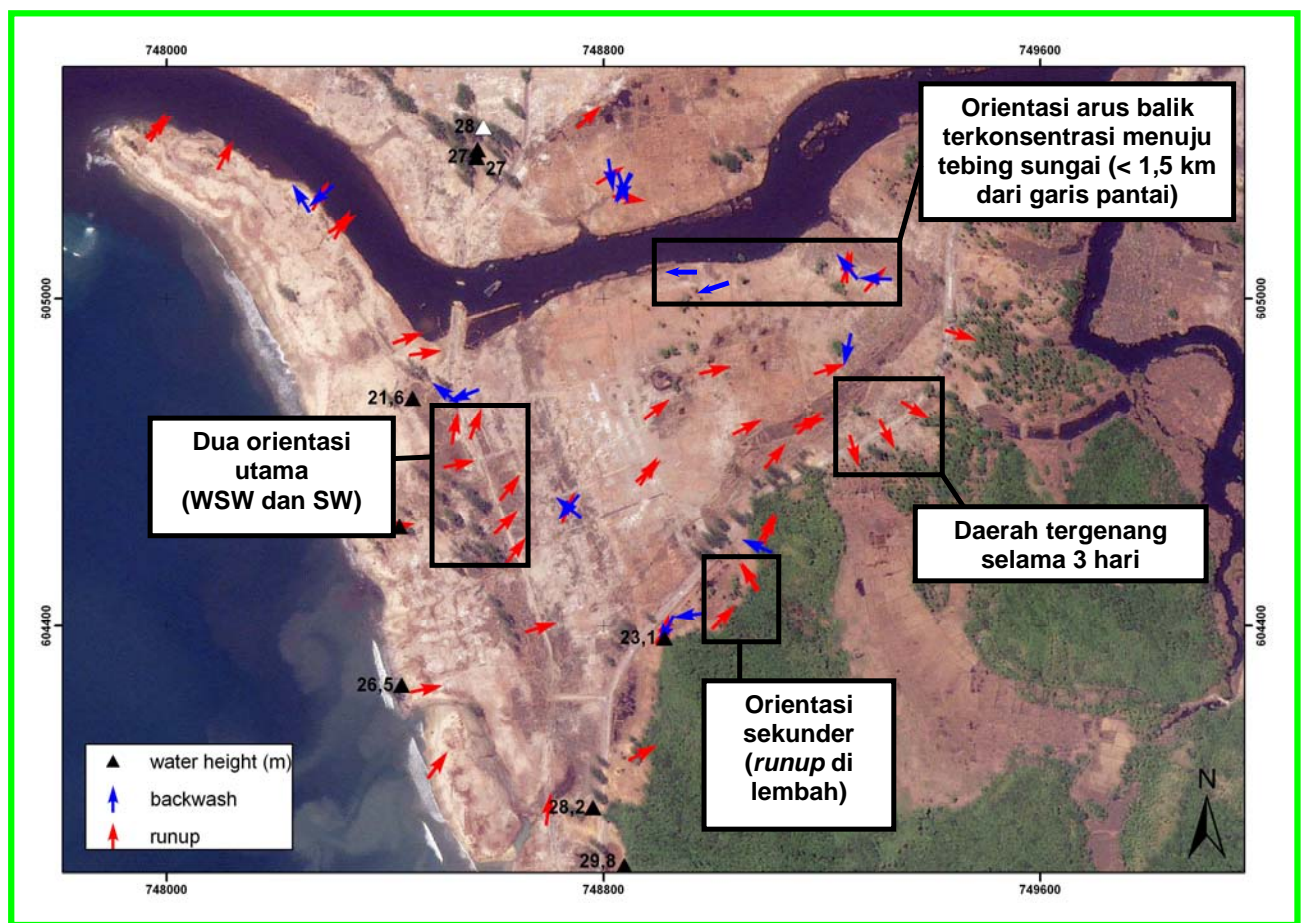
Uraian survei lapangan

- 4 Juli – 14 Agustus : persiapan survei lapangan oleh Franck Lavigne di Jawa. Pembentukan tim peneliti, bertemu dengan peneliti dari ITB di Bandung, Jakarta dan Yogyakarta, pemesanan tiket pesawat dan tempat tinggal di Aceh, persiapan dokumen dan peta, pembelian material lapangan dll. Survei lapangan di Cilacap (Jawa Tengah) ;
- 15 Agustus : Rapat anggota lengkap di kantor BMG di Jakarta. Presentasi program oleh Franck Lavigne di hadiri oleh para peneliti dari BMG;
- 16 Agustus : Berangkat ke Banda Aceh dan penyewaan rumah di Mata Ie Banda Aceh, penyewaan mobil untuk survei hari pertama dan pengenalan lapangan;
- 17 Agustus : Pembelian dua mobil Kijang bekas yang akan di gunakan selama program Tsunarisque, (sebenarnya kami merencanakan untuk membeli satu mobil akan tetapi berhubung anggota kami cukup banyak, akhirnya kami memutuskan untuk membeli dua). Penyewaan motor dilakukan sebagai pelengkap ;
- 17- 22 Agustus : studi lapangan di laksanakan oleh tiga tim antara lain :
 1. Kota Banda Aceh ;
 2. Wilayah pinggiran Kota Banda Aceh sampai wilayah pegunungan;
 3. Pesisir Barat di sektor Lhok Nga sampai perbatasan barat daya Banda Aceh;
- 23 Agustus : survei pengenalan dan pengukuran Pesisir Selatan Lhok Nga hingga jembatan Gebruk;
- 24 – 26 Agustus : penelitian lapangan di Banda Aceh dan Lhok Nga. Pencarian dokumen di kantor-kantor PBB ;
- 27 Agustus : persiapan lokasi penelitian untuk mengukur pergeseran gumuk pasir di sebelah timur Banda Aceh;
- 28 Agustus : kembali ke Jakarta ;
- 29 Agustus : kembali ke Yogyakarta ;
- 30 Agustus : rapat hasil akhir penelitian di UGM .

Hasil penelitian sementara

1) Pengukuran tinggi gelombang dan runup

Pada beberapa sektor pesisir barat, *runup* telah mencapai ketinggian antara 35 dan 40 m pada beberapa teluk, pada tinggi gelombang di pesisir sekitar 30 m seperti yang terjadi di Lhok Nga (gambar. 1) Namun demikian, kembalinya penduduk dari tempat pengungsian ke daerah bekas tempat tinggal mereka memungkinkan kami untuk mewawancarai mereka dan mendapatkan informasi yang jelas mengenai tingginya gelombang serta genangan air setelah kejadian. Pada survei lapangan tersebut kami telah berhasil melakukan pengukuran pada 239 titik, yang memungkinkan pembuatan peta « isorunup » setelah di sesuaikan dengan data yang berhubungan dengan tingkat pasang surutnya laut air laut dengan koreksi maregraf. Tujuan terpenting pada survei lapangan bulan Agustus adalah pengukuran tinggi gelombang yang kami lakukan secara intensif, hal tersebut dilakukan karena bekas yang di tinggalkan pada pepohonan mulai memudar dan beberapa rumah mulai dicat kembali.



Gambar 1. Tinggi dan orientasi gelombang di Lhok Nga

Peningkatan arah arus telah terjadi pada teluk di Banda Aceh dan pesisir barat pada sektor Lhok Nga (gambar. 1). Jumlah total pengukuran arah arus pada bulan Agustus mencapai hampir 800 titik dan telah melengkapi dengan hasil pengukuran yang kami lakukan pada survei lapangan bulan Januari dengan jumlah 67. Tujuan utama pengukuran ini tidak hanya untuk menunjukkan arah *runup* ke daratan saja, akan tetapi juga mengukur orientasi gelombang balik (*backwash*) yang terjadi. Keseluruhan titik-titik tersebut telah di masukkan dalam basisdata keruangan SIG yang di

tunjukkan melalui panah dua warna, (*runup* dan *backwash*). Pengukuran orientasi yang di hubungkan dengan keterangan penduduk, ditunjukkan pada daerah kejadian tsunami 26.12.2004 memungkinkan pelacakan kembali laju gelombang menggunakan citra satelit beresolusi tinggi (Quickbird, Ikonos dll). Sebagai contoh, kami mengamati bahwa gelombang balik dibatasi secara keruangan beberapa ratus meter dari pesisir pada sektor Lampuuk yang digenangi oleh gelombang setinggi 30 m. Semakin mengarah ke daratan, air yang menggenangi selama tiga hari telah terdrainasi oleh sungai khususnya yang mengalir ke Lhok Nga selatan.

Beberapa kesulitan timbul dalam proses interpretasi kejadian tsunami dikarenakan oleh beberapa alasan :

- Pengaruh manusia jauh lebih kuat pada terjadi pada bulan Agustus dibandingkan dengan bulan Januari yang diakibatkan oleh kecepatan rekonstruksi pada beberapa sektor.
- Titik –titik terpenting sebagai akibat dari pepohonan dan tiang yang tumbang serta benda-benda terpisah tidak diperkirakan sebelumnya.
- Pada beberapa laguna, pasang naik air laut yang relatif tinggi kadang-kadang dapat mengubah arah tiang-tiang tumbang di bandingkan dengan pada bulan Januari (Lhok Nga) (gambar 1).
- Adanya gelombang dengan arah yang berbeda-beda bahkan bertolak belakang pada beberapa tempat mengakibatkan kesulitan dalam interpretasi, akan tetapi posisi pepohonan tumbang serta keterangan para penduduk yang selamat telah membantu merekonstruksi kronologi kejadian tsunami.
- Meskipun berbagai kesulitan kami temukan di lapangan, akan tetapi berbagai pengukuran telah kami lakukan dengan baik dengan bantuan kompas dan GPS. Alat-alat tersebut telah bermanfaat untuk menyusun kembali kronologi kejadian yang akan membantu merealisasikan pemodelan numerik dari tsunami yang akan berguna untuk studi statistik.

3) Penelitian tanah pada daerah-daerah tergenang setelah tsunami

Kami telah merealisasikan 22 profil tanah di daerah penelitian oleh dua tim. Masing-masing profil tersebut dideskripsikan secara mendetail baik sifat fisik maupun sifat kimia tanah, antara lain tekstur tanah dari setiap horison telah dilengkapi dengan analisis kimia : CaCO_3 , BO, pH (antara 6.5 dan 8), Fe, Mn. Pengambilan sampel sistematis memungkinkan untuk memperoleh data-data yang lebih akurat setelah di lakukan analisa di laboratorium. Pada observasi pertama telah menunjukkan perubahan kimia yang sangat jelas pada tanah setelah tsunami, yang mengakibatkan tanaman padi tidak bisa tumbuh lagi.



Foto 2. Analisa Profil Tanah di Lampuuk

4) Studi dampak morfologi pesisir

Perubahan mencolok morfologi pesisir yang diakibatkan oleh tsunami diamati melalui citra satelit dan foto udara, hal tersebut dilakukan untuk menentukan daerah penelitian utama di lapangan. Setelah survei pada bulan Januari, pengukuran bentuk erosi pesisir dimulai pada bulan Agustus: pemunduran garis pantai melalui bekas daratan yang telah terendam, tinggi dan panjang tebing-tebing kecil (*micro-cliffs*) pada tanah dan gumpul pasir yang bervegetasi, kedalaman parit yang di

akibatkan oleh *backwash*, erosi tebing sungai (gambar. 3), rusaknya sumur-sumur dan pondasi rumah akibat terjangan gelombang tsunami. Pengambilan sampel endapan pasir yang menyebar di daratan akibat tsunami telah dilakukan. Endapan-endapan tersebut ditemukan sampai 3 km di daratan, yang telah mengakibatkan sebagian besar sawah rusak. Studi perubahan garis pantai telah dilakukan setelah tsunami dengan menggunakan *GPS* dan *telemetry laser*. Dampak langsung tsunami maupun dampak pada sistem morfosedimen pesisir teramati secara jelas pada bulan-bulan berikutnya, (Agustus, Desember dll). Setelah observasi pertama, pantai-pantai telah terbentuk kembali akan tetapi sedikit lebih mundur dari pantai yang terbawa oleh tsunami. Hancurnya tutupan vegetasi telah memungkinkan terbentuknya beberapa gumpalan pasir kecil di daerah tersebut (gambar 4). Sekitar 15 gumpalan pasir baru telah terbentuk dan telah terpetakan pada bekas lapangan sepak bola di sebelah timur kota Banda Aceh. Perkembangan tempat ini akan terus dipantau secara teratur pada bulan Desember 2005 dan musim kemarau 2006. Perkembangan gumpalan-gumpalan pasir tersebut akan dikorelasikan dengan data meteorologi yang berasal dari stasiun meteorologi yang dipasang pada bulan Desember 2005. Hal tersebut juga akan dilakukan di pesisir timur Lhok Nga.



Foto 3. Erosi tebing di Banda Aceh.



Foto 4. Gumpalan pasir setelah tsunami.

5) Pengukuran kualitas air sumur

Sebagian besar sumur di daerah Banda Aceh telah di penuh oleh berbagai macam kotoran yang terangkut oleh tsunami. Pada bulan Agustus 2005, sebagian besar kotoran tersebut belum di bersihkan dan belum dapat di gunakan kembali. Akan tetapi sebagian yang sudah di perbaiki telah mengandung bahan-bahan yang berbahaya yang mengakibatkan meninggalnya beberapa pengungsi di antara Banda Aceh dan Lhok Nga. Dua macam pengukuran telah dilakukan sebagai berikut :

- Analisa *in-situ* memungkinkan untuk mengetahui pH air di 90 sumur dan daya hantar listrik air pada 71 sampel.
- 51 sampel telah dibawa ke Laboratorium Hidrologi dan Kualitas Air di Jurusan Geografi Fisik, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta untuk menganalisa parameter-parameter kimia secara lebih lengkap (sulfat, nitrat, amoniak, salinitas dll). Pemetaan secara keruangan sampel-sampel tersebut dilakukan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis.

Selain itu, kedalaman muka air tanah freatik pada setiap sumur telah terukur, yang memungkinkan untuk membangun basisdata hidrogeologi dalam rangka evaluasi sumber daya air.

6) Wawancara dengan penduduk

Berbagai wawancara dengan penduduk setempat juga telah dilakukan pada beberapa survei terdahulu pada bulan Januari, dimana kondisi lingkungan daerah tersebut masih sangat menyedihkan dan penduduknya masih dalam keadaan trauma di pengungsian. Keterangan yang diperoleh dari para responden memberikan informasi sebagai berikut :

a) ketinggian maksimum gelombang. Di sebelah barat Banda Aceh, kerusakan terparah ditunjukkan oleh hancurnya rumah-rumah tanpa bekas serta pohon-pohon yang terlepas bersama akarnya. Hanya satu baris pohon kelapa yang mampu bertahan pada tiga kali terjangan gelombang berturut-turut. Bekas-bekas yang tertinggal pada pohon-pohon ini sangat tipis dan tidak dapat digunakan sebagai pedoman fisik untuk identifikasi ketinggian gelombang. Meskipun demikian, semua keterangan penduduk dan hasil pengukuran sesuai, yang mengatakan bahwa gelombang kedua mencapai setinggi pohon kelapa atau sekitar 20 m, (tinggi pohon kelapa di ukur dengan *telemeter laser*).

b) kronologi dan arah gelombang. Bekas yang tertinggal pada rumah-rumah dan pepohonan hanya memberikan informasi tentang ketinggian gelombang yang besar tanpa adanya kepastian waktu kejadian gelombang tersebut. Beberapa kesaksian penduduk menunjukkan bahwa telah terjadi tiga kali gelombang besar di sebagian besar daerah penelitian. Di sebelah barat Banda Aceh misalnya (desa Lampulo), gelombang pertama datang di sebelah Barat (N133), diikuti gelombang kedua yang lebih besar 3 menit kemudian berasal dari Barat Daya (N64), kemudian yang ketiga dari arah Utara (N130). Namun demikian, sampai 5 atau 6 kali gelombang tercatat pada beberapa daerah di mana fenomena tersebut terjadi, (contoh: di ujung barat teluk Banda Aceh di mana seluruh gelombang berasal dari Timur sebelum menerjang tebing dan menuju arah Barat). Para penduduk yang selamat selain memberikan keterangan penting juga membantu kami untuk melokalisasi secara jelas sektor-sektor di mana telah terjadi dua gelombang yang telah bertemu di daerah Lampisang (Peukan Bada) antara Uleelhee dan Lok Nga.

c) lokasi pasti daerah terlanda. Berbagai informasi penting digunakan dalam pemodelan tsunami. Penentuan lokasi pasti tersebut dilakukan dengan mengambil kesimpulan antara kesaksian penduduk dan ketinggian gelombang hasil perhitungan. Sebagai contoh tinggi gelombang di Tanjung (1 km di belakang Lhok Nga) tinggi gelombang berkisar antara 5,5 meter dan 16,30 meter pada jarak kira-kira seratus meter.

d) Tanda-tanda datangnya tsunami. Di sebelah barat Uleelhee, jarak dan kedalaman maksimum pemunduran laut telah berhasil di estimasi melalui keberadaan sebuah pulau kecil (di namakan Tuan Pulau) yang keseluruhannya muncul pada saat air laut surut. Beberapa kesaksian menyebutkan bahwa telah terjadi sesuatu yang aneh pada sumur-sumur beberapa saat sebelum datangnya tsunami. Meskipun demikian, tidaklah mudah bagi kami untuk mengumpulkan informasi yang jelas, di karenakan beberapa kesaksian mengatakan yang sebaliknya: hilangnya seluruh air (Lok Nga), meningkatnya lapisan air dengan munculnya gelembung (Lampineun), keluarnya air hitam dari dalam tanah dengan aroma belerang, kemungkinan ada hubungannya dengan fenomena kondensasi pasca-gempa (Cot Paya, Miruk Taman), aroma belerang juga tercium di laut oleh para nelayan yang saat itu berada pada jarak 1.5 km, mereka juga mengkonfirmasi adanya air dengan warna hitam.

e) Lamanya genangan air. Di pedalaman Lhok Nga genangan air terjadi selama 3 hari di karenakan oleh adanya akumulasi sampah, sedimen dan sisa-sisa pepohonan yang sebagian mengapung di hilir sungai.



Foto 5. Wawancara dengan penduduk setempat

Kesimpulan

Kronologi kejadian tsunami telah diketahui secara jelas terutama di wilayah Banda Aceh pada akhir penelitian lapangan pada bulan Agustus 2005, selain itu pengukuran tinggi dan orientasi gelombang juga telah selesai dilakukan. Hasil pengukuran tersebut akan digunakan sebagai dasar untuk kalibrasi model digital proses terjadinya tsunami yang dilakukan oleh CEA, seperti model analogi pada daerah aliran artifisial (BPPT Yogyakarta). Penelitian mengenai kualitas air dan kualitas tanah dilakukan pada bulan Agustus pada saat musim kemarau dan akan dilakukan juga pada musim penghujan (Desember 2005) untuk mengetahui perubahan yang terjadi (analisis komparatif). Beberapa daerah telah dipetakan dengan presisi yang tinggi untuk mempelajari evolusi geomorfologis daerah kepesisiran.