

Saat Gelombang Pertama Tiba dalam Hitungan Menit

Pelajaran dari Indonesia Bertahan dari Tsunami yang Bersumber Dekat



SAMPUL DEPAN Cuplikan gambar video dari Banda Aceh, 26 Desember 2004. Semua gambar kecuali yang terakhir diambil di Simpang Lima, yang tersentuh ujung pinggir tsunami, berjarak hampir 3 km dari laut (hal. iii)

Gambar

- 1-4 *Kumpulan kerumuhan dan ambulans melintas di depan toko perbelanjaan yang runtuh akibat Gempabumi Andalam-Aceh, yang terjadi sekitar pukul 8.00 pagi (garis waktu, hal. 4). Hanya sebagian kecil dari muka depan toko yang tetap berdiri tegak (gambar 1: penampang samping, hal. 7)*
- 5-8 *Menuju pukul 9.00 pagi, orang-orang mulai melarikan diri menggunakan jalan yang belum terbasahi. Mereka telah mendengar bahwa air laut akan datang. Gelombang air mengikuti. Pada awalnya, anak-anak dapat lari menerobosnya.*
- 9-11 *Perabot rumah tangga menyumbat air bah yang bertambah tinggi*
- 12 *Seseorang yang selamat menerima pertolongan*

Kredit, hal. 22

Diterbitkan oleh United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) melalui Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) pada ulang tahun ke-50 IOC

Dicetak oleh Jakarta Tsunami Information Center (JTIC), UNESCO/IOC, Kantor UNESCO Jakarta, Jalan Galuh (II) No. 5, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. www.jtic.org

Lanjutan dari “Selamat Dari Bencana Tsunami — Pelajaran dari Aceh dan selatan Jawa, Indonesia” yang didasarkan pada “Selamat dari bencana tsunami, ‘’ 2009 (Brosur IOC 2009-1)

Cetakan pertama 2010 untuk UNESCO/IOC – International Tsunami Information Center NOAA, Honolulu, Hawaii

Jika mengutip buku ini, mohon sertakan seri dan nomor IOC-nya, IOC Brochure 2010-4 (atau IOC/BRO/2010/4) dan tetapkan UNESCO/IOC sebagai penerbit. Selain itu, pertimbangkan mengutip nama setiap penyusun secara lengkap karena karena tidak ada di antaranya yang menggunakan nama keluarga (referensi gaya kutipan 14, hal. 26).

Penggunaan dan penyajian materi yang diterapkan disini tidak mewakili pernyataan opini apapun dari pihak Sekretariat UNESCO, mengenai status hukum negara atau wilayah, atau wewenangnya, atau mengenai pelepasan batas dari perbatasan negara atau wilayah.

(c) UNESCO 2010

Buku ini dalam format PDF bisa diunduh gratis di <http://www.jtic.org/en/info-sources/jtic-info-sources/publications.html?download=1317%3Awhere-the-first-wave-arrives-in-minutes>. Situs juga memuat diagram di buku dalam format asli CDR dan PDF.

Saat Gelombang Pertama Tiba dalam Hitungan Menit

Pelajaran dari Indonesia Bertahan dari Tsunami yang Bersumber Dekat

Pengetahuan masyarakat, peringatan alam dan strategi evakuasi dapat membantu masyarakat menyelamatkan diri dari gelombang tsunami yang cepat di Aceh dan Selatan Jawa

Disusun oleh Eko Yulianto¹, Fauzi Kusmayanto¹, Nandang Supriyatna¹, dan Mohammad Dirhamsyah²

Diadaptasi oleh Brian F. Atwater³, Eko Yulianto, dan Ardito M. Kodijat⁴

Organisasi Perserikatan Bangsa-Bangsa untuk Pendidikan,
Ilmu Pengetahuan dan Kebudayaan (UNESCO)
Komisi Antar Negara untuk Kelautan IOC Brosur 2010-4

¹ Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung

² Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

³ United States Geological Survey, Seattle

⁴ UNESCO

Peta Indeks

Nomor dalam tulisan **tebal miring** menandakan halaman buku yang menyebutkan nama suatu tempat.

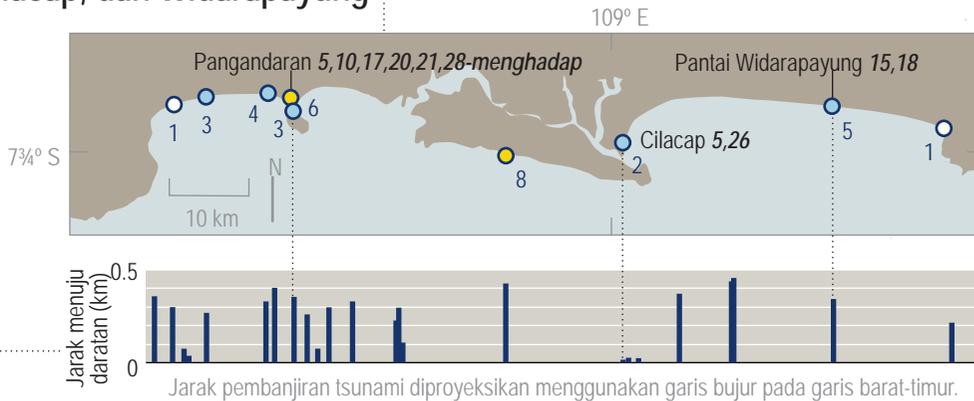
Indonesia dan sekitarnya



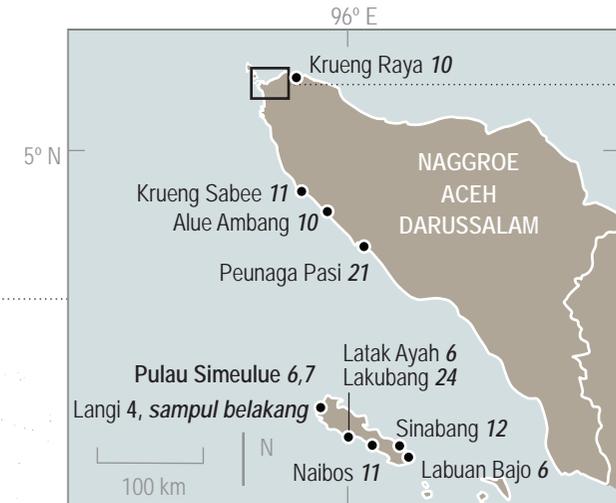
Pangandaran, Cilacap, dan Widarapayung

Tsunami 2006

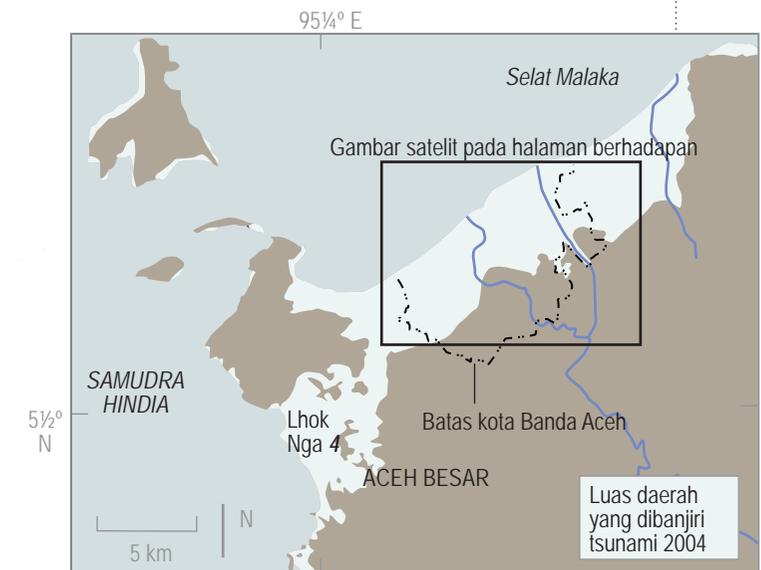
Nomor biru menandakan aliran maksimum kedalaman dalam meter: titik-titik warna- merupakan kode dari kisaran kedalaman (tanda, kanan atas pada halaman depan). Maksimum kedalaman dicapai mendekati dari pantai (profil, bagian kanan bawah pada halaman depan). Kedalaman air kurang dari 0.5 km (jarak yang digambarkan)



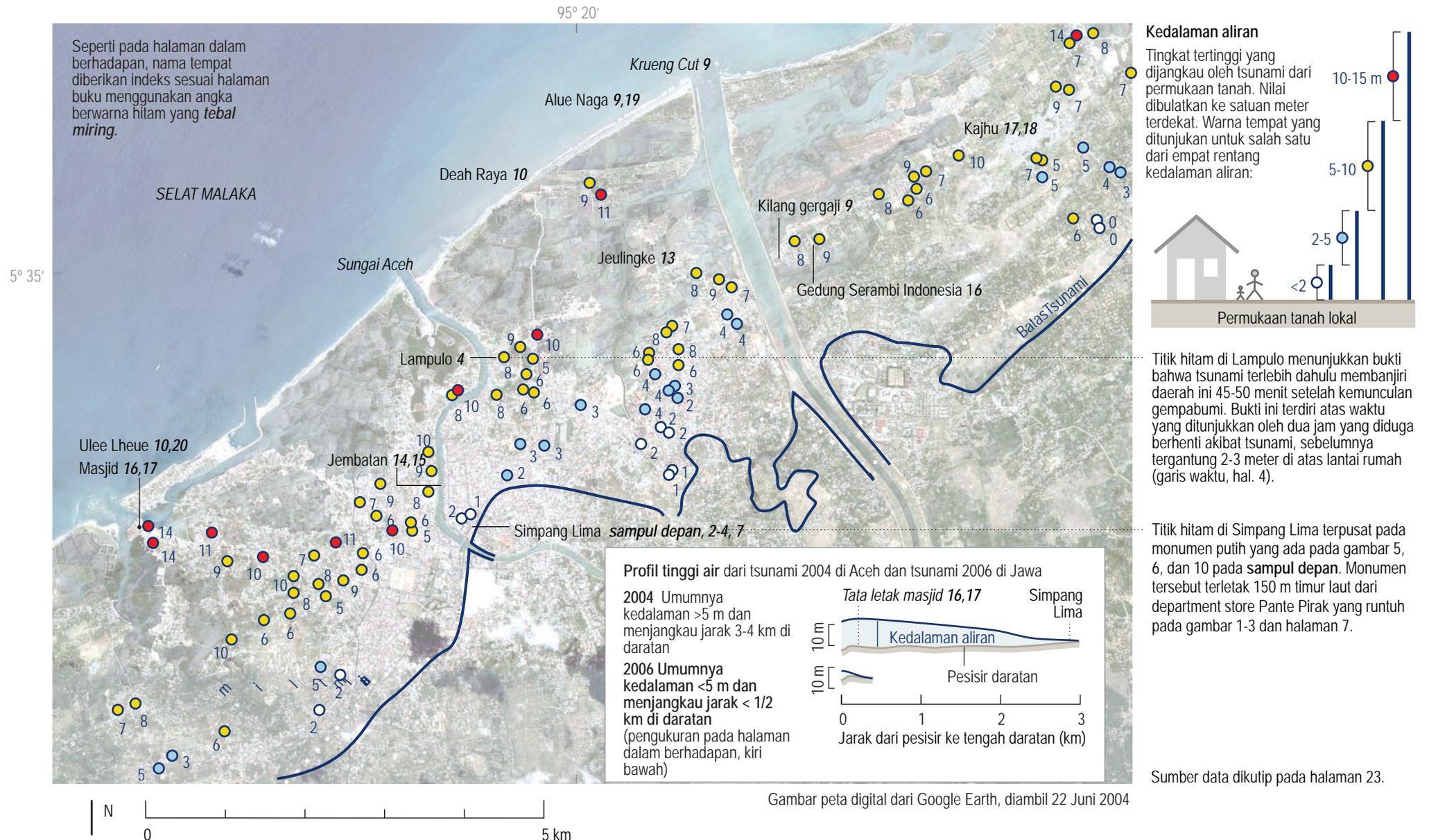
Nanggroe Aceh Darussalam (Provinsi Aceh)



Provinsi Aceh Utara



Banda Aceh dan sekitarnya



Daftar Isi

Peta Indeks ii

Pendahuluan 1

Peringatan Terdini

Memahami Mengapa Tsunami Terjadi Pada Kita 3

Gelombang Cepat Cenderung Memberikan Ancaman Terbesar 4

Bumi Dapat Mengenang Hal yang Dilupakan Manusia 5

Cara Tetua dan Makam Menjaga Ingatan Tetap Hidup 6

Puluhan tahun sebelum tsunami

Peringatan Akan Kedatangan Tsunami

Jika Bumi Bergetar, Tsunami Dapat Segera Mengikuti 7

Tsunami Dapat Tiba Sebelum Pengarahan Resmi Datang 8

Air Laut Dapat Surut Seketika Sebelum Kemudian Menghatam 9

Air Laut Dapat Bersuara Gemuruh 10

Burung Dapat Melarikan Diri 10

Saat terjadi tsunami

Strategi Evakuasi

Lari Menuju Perbukitan 11

Tinggalkan Harta Benda 12

Hindari Memasuki Mobil 13

Waspadaai Sungai dan Jembatan 14

Panjat Sebuah Bangunan Tinggi 16

Panjat Sebuah Pohon 18

Gunakan Benda Mengapung Sebagai Pelampung Darurat 19

Jika sedang berada diLepas Pantai, Tujulah Laut Lebih Jauh 20

Perkirakan Lebih Dari Satu Gelombang 21

Catatan 22

Pendahuluan

BUKU INI menyadur pelajaran keselamatan umum dari pengalaman terkini Indonesia dengan tsunami gelombang cepat. Pada awalnya, buku ini disusun untuk pembaca Indonesia, namun telah diadaptasi untuk pembaca internasional.

Sebagian besar tsunami di Indonesia cepat tiba karena terbentuk di dalam atau tepat di sisi luar negara kepulauan ini. Kejadian gempa bumi, letusan gunung berapi atau longsor dapat memicu rentetan gelombang laut yang mencapai pesisir daratan Indonesia terdekat dalam jangka waktu sejam atau kurang.

Tsunami gelombang cepat telah menyebabkan sebagian besar kematian akibat tsunami di seluruh dunia. Tsunami jenis ini mengancam pantai sekitar sumber tsunami, sebagian besar dalam wilayah Lingkaran Pasifik, serta beberapa bagian Samudra Hindia, Laut Tengah dan Karibia, dan pulau-pulau gunung berapi. Gelombang tersebut menyediakan waktu ancaman yang sangat sedikit untuk penyampaian peringatan tsunami resmi, dan cenderung terbentuk akibat gempa bumi atau letusan gunung berapi yang



Buku ini menyadur dari pengisahan para saksi mata tsunami yang telah tiba dalam jangka waktu satu jam atau kurang. Tsunami gelombang cepat semacam itu mengancam banyak masyarakat pesisir, terutama pada pertemuan zona subduksi (atas: distribusi global; untuk lebih lanjut, lihat hal. 3 dan 23). Dalam foto, Eko Yulianto mewawancarai salah satu korban selamat tsunami di Lampon, Jawa



dapat memutus layanan telepon, listrik, dan jalan. Juga cenderung lebih besar dari tsunami yang sama yang tiba di pesisir jauh yang dijangkau berjam-jam kemudian.

Banyak pelajaran yang terkandung dalam buku ini didasarkan pada pengalaman saksi mata dari dua tsunami gelombang cepat: ombak raksasa yang menelan korban jiwa sekitar 160.000 orang di Aceh pada 26 Desember 2004; dan ombak lebih kecil yang merengut nyawa 700 orang di pantai selatan Jawa pada 17 Juli 2006. Penyusun buku telah mewawancarai sebagian saksi mata dan memperoleh pengisahan lainnya dari sumber yang diterbitkan.

Pelajaran-pelajaran ini, yang garis besarnya ada pada halaman dihadapan, memiliki tiga tema utama. Beberapa jenis pengetahuan telah memberikan muatan **Peringatan Terdini** akan bahaya tsunami yang ada sejak berpuluh tahun sebelum tsunami pada masa kini terjadi. Di antara **Peringatan akan Kedatangan Tsunami**, guncangan gempa bumi memberikan sinyal gejala alam untuk segera direspon menuju dataran tinggi. Selain itu, reaksi ini pun bagian dari sembilan taktik penyelamatan diri yang berada dalam **Strategi Evakuasi**.



Peringatan Terdini

Memahami Mengapa Tsunami Terjadi Kepada Kita

PERINGATAN TSUNAMI telah dimulai puluhan tahun sebelum istilah tsunami mulai ada. Diperlukan waktu untuk membangun studi ilmiah dan pengetahuan publik tentang risiko terkait tsunami. Dapatkah tsunami memporakporandakan kehidupan masyarakat pesisir pantai? Jika iya, seberapa seringkah perkiraan kemunculannya dan seberapa besar kerusakan yang ditimbulkannya? Di Indonesia, pertanyaan tersebut mengarah pada sebuah pertanyaan lebih sederhana: Mengapa tsunami terjadi kepada kita? Berikut adalah dua cuplikan penjelasan yang ditawarkan di Indonesia:

1. Adalah kehendak Tuhan bahwa kita hidup dalam Bumi yang memberikan banyak manfaat bagi kehidupan sekaligus membahayakan kita. Bebatuan menghasilkan mineral, minyak, gas, dan batu bara. Tanah, diperkaya oleh gunung berapi yang indah, menyuburkan tanaman yang menghasilkan pangan maupun menghibur hati. Laut yang mengitari kita menyediakan ikan dan tempat berlabuh. Namun, daratan dan perairan yang sama ini juga kaya akan bencana alam. Tsunami, beserta gempa bumi, letusan gunung berapi, dan longsor, bukanlah hukuman dari Tuhan, namun adalah bagian dari karunia Tuhan yang patut kita renungi.

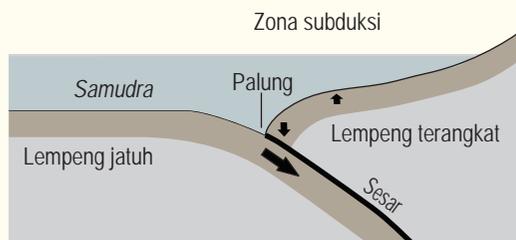
2. Sebagian besar tsunami diakibatkan oleh pergerakan lempeng tektonik yang membentuk lapisan luar planet kita. Sebagian besar tsunami bersumber di sekitar perbatasan miring antara lempeng tektonik; salah satu lempeng yang menunjam ke bawah, atau mengalami subduksi terhadap lempeng yang lain. Pada zona subduksi menghasilkan patahan sesar yang menimbulkan sebagian besar kejadian tsunami. Pergerakan lempeng tektonik seperti pertumbuhan kuku pada jari tangan manusia (panah pada peta, hal. 23). Pergerakannya, yang dipantau oleh satelit yang mengorbit, tidak menunjukkan tanda-tanda akan berhentinya pergerakan.

Penjelasan tsunami yang disebabkan oleh subduksi

Sebagian besar tsunami bermula dengan perubahan bentuk dasar laut pada saat gempa bumi terjadi. Kemunculan sesar mengangkat permukaan dasar laut dekat sebuah palung dan menurunkannya ke posisi lebih dekat dengan pesisir. Tsunami kemudian terbentuk sebagai gelombang dengan puncak dan lembang yang terbentuk pada permukaan air. Air laut menarik diri dari pesisir ketika lembang gelombang tiba terlebih dahulu.

1 Di antara gempa bumi

Lempeng yang menunjam ke bawah perlahan jatuh, menyeret dan secara perlahan membengkokkan pinggir lempeng yang terangkat di atasnya.



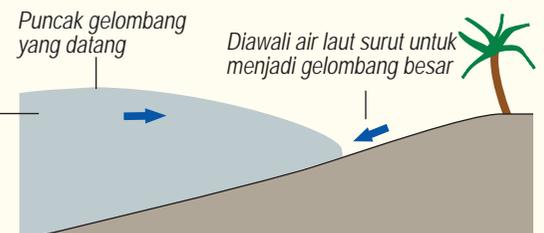
2 Saat terjadi gempa bumi

Saat sesar terbentuk, lempeng yang terangkat terlepas. Gerakan ini mengubah bentuk dasar laut, memicu kemunculan tsunami.

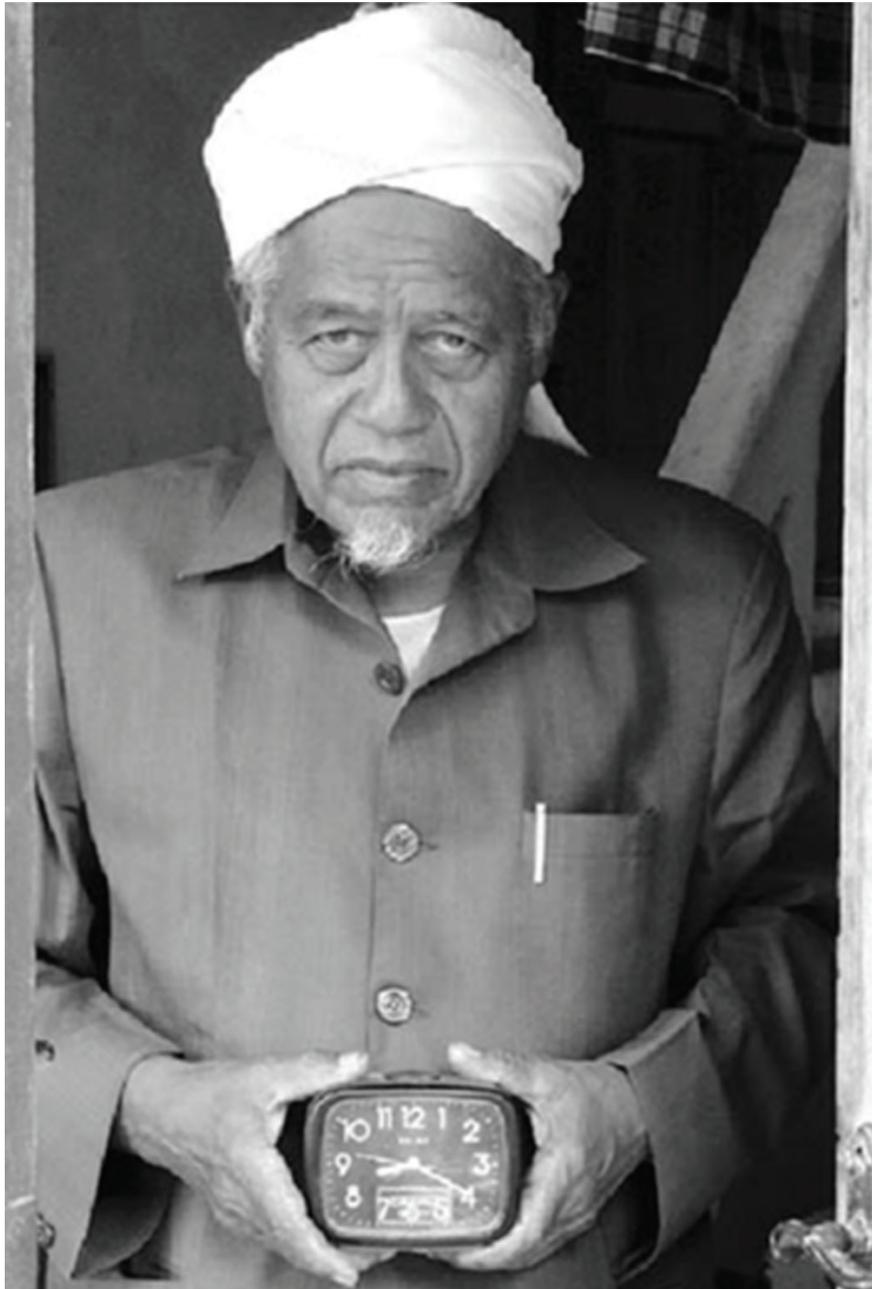


3 Saat terjadi tsunami

Air Laut dapat surut sebelum puncak gelombang pertama dan diantara gelombang keduanya (hal. 9).



Gelombang Cepat Cenderung Memberikan Ancaman Terbesar



TSUNAMI 2004 tiba dalam waktu singkat dan dengan kekuatan maksimum, mencapai daerah pesisir yang berada di sekitar sumbernya. Di sekitar Banda Aceh, tsunami tersebut mencapai daratan dalam waktu 20 menit (jam, kiri; garis waktu, bawah). Di beberapa bagian kota, tsunami mengalir dengan kedalaman 5-10 m (titik kuning, hal. iii). Tsunami ini mengikuti gempa bumi yang telah menghempas orang dari pijakannya dan meruntuhkan gedung (gambar 1-6, sampul depan; foto, hal. 7)

Kombinasi waktu anjang singkat, gelombang besar, dan kerusakan awal menjelaskan mengapa gelombang cepat ini menyebabkan sebagian besar kematian akibat tsunami di seluruh dunia. Juga menjelaskan mengapa Indonesia mengalami kerugian terbesar di dunia akibat tsunami

Indonesia mengalami dua per tiga total kematian akibat tsunami di seluruh dunia sejak tahun 1800. Bahkan, tanpa sekitar 160.000 korban jiwa di Aceh tahun 2004 dan 36.000 kematian akibat ombak yang ditimbulkan letusan 1883 Krakatau, kematian akibat tsunami sejak 1800 di Indonesia menandingi jumlah total dari Jepang dan melampaui jumlah total Amerika Selatan

Kini, jutaan penduduk Indonesia terancam oleh tsunami gelombang cepat. Banyak di antaranya kini tidak memiliki tempat huni. Beberapa merasa bahwa jika dirinya meninggal akibat tsunami, itu sudah menjadi takdir. Meskipun mungkin sebagian besar telah mendengar bahwa berpindah ke dataran lebih tinggi saat terjadi gempabumi dapat membantu mereka bertahan hidup di saat terjadi tsunami, beberapa tidak memiliki akses yang mudah menuju dataran tinggi. Tantangan serupa juga dihadapi oleh negara lain, dimana tsunami dapat tiba dalam hitungan menit.

Gempabumi mulai pada menit ke-0
Waktu setempat 7:59 pagi. Guncangan bertahan selama beberapa menit.



Sejak tahun 1800, tsunami telah merenggut lebih banyak korban jiwa di Indonesia daripada tempat lain. Sebagian penyebabnya adalah gelombang yang cepat tiba. Imam Abu Abdul Rhaffar memegang jam yang diyakini berhenti bekerja akibat tsunami di Lhok Nga (kiri). Waktu yang ditunjukkan hanya sedikit di atas 20 menit setelah permulaan gempa bumi Aceh-Andaman 2004 (atas).

Bumi Dapat Mengenang Hal yang Dilupakan Manusia

TSUNAMI MASA LAMPAU dapat menyediakan peringatan terdini akan kemunculan tsunami di masa depan. Namun, peringatan ini biasanya bergantung pada bagaimana cerita masa lampau dituliskan atau secara lisan dari mulut ke mulut yang waktu rentangnya terlalu singkat untuk menyertakan tsunami-tsunami langka, seperti pada tahun 2004, yang pengulangan waktunya berabad-abad. Rekaman geologis, meskipun biasanya tidak lengkap, namun dapat membantu menerangkan dan memperjelas sejarah tsunami di suatu daerah.

Lebih dari 100 kejadian tsunami telah diketahui sejak empat abad terakhir dari sejarah yang ditulis di Indonesia. Secara rata-rata, dalam lima belas tahun terakhir, setiap dua tahun sekali kejadian tsunami terjadi di suatu bagian kepulauan Indonesia. Namun, rentang waktu antara kejadian tsunami

Di sebagian besar pesisir, tsunami merusak terjadi amat langka sehingga orang seringkali melupakan bahayanya. Bumi menyimpan ingatan mendalam akan sejarah kehadiran tsunami dapat membantu manusia mengingat.

di satu tempat dengan lainnya, umumnya puluhan atau bahkan ratusan tahun. Rentang waktu yang waktu panjang tersebut, telah berkontribusi terhadap kerugian tsunami yang terjadi di Aceh dan selatan Jawa.

Bagi Aceh, sebagaimana dengan daerah lain sekitar Samudra Hindia, kejadian tsunami 2004 tampak tidak memiliki pendahulunya. Bukti geologis akan keberadaan pendahulunya belum dilaporkan sebelumnya (contoh dari Thailand, bawah kiri, baru ditemukan pada tahun 2007). Gelombang tsunami pada tahun 2004 telah mengejutkan banyak orang.

Kasus serupa terjadi di Jawa, tsunami 2006 mengejutkan banyak orang di Pangandaran dan Cilacap. Pendahulu terkininya muncul 85 tahun lalu, pada tahun 1921. Sehingga, kejadian tsunami di Jawa sama besarnya dengan tsunami di Aceh, masih perlu diperelajari lebih lanjut. (kanan bawah).



Rekaman berusia 2.500 tahun di Thailand

Lapisan berwarna terang, yang tersusun dari pasir, menggambarkan tsunami 2004 beserta tiga buah pendahulunya.

— 2004

— Di antara 1300 dan 1450

— Lebih dari 550 – 700 tahun yang lalu, namun kurang dari 2.500 -2.800 tahun

Lapisan berwarna gelap adalah tanah yang menggambarkan jangka waktu antar tsunami.

Swale, 0,5 km menuju daratan dari pesisir, Pulau Phra Thong, Thailand



Petunjuk dari masa lalu di Jawa
Lapisan pasir berwarna gelap kemungkinan besar menggambarkan sebuah tsunami dari beberapa bad lalu. Perkiraan ukuran dan sumber tsunami tetap perlu ditentukan, beserta potensi kaitannya dengan sejarah tertulis Jawa.

Pinggir Sungai Cikambulan, Pangandaran

Cara Tetua dan Makam Menjaga Ingatan Tetap Hidup



Pantai

Perahu yang terdampar oleh tsunami 2004

Tempat penampungan di atas makam ulama



PENGETAHUAN TENTANG TSUNAMI PENDAHULUAN membantu menyelamatkan ribuan nyawa dari tsunami tahun 2004 di Pulau Simeulue, diluar pesisir Aceh. Tsunami di tahun 2004 menerjang Simeulue hanya dalam waktu belasan menit. Masyarakat setempat tidak mendapat peringatan tsunami dari radio, sirene, ponsel, maupun pusat peringatan tsunami. Namun dari populasi 78.000 penduduk Simeulue, hanya tujuh orang meninggal dunia. Hal yang telah menyelamatkan mereka adalah perpaduan dari kondisi alam dan tradisi: kontur perbukitan dekat dengan pesisir pantai dan pengetahuan masyarakat Simelue dalam menghindari gelombang tsunami.

Masyarakat Simeulue menurunkan pengetahuan ini melalui smong—istilah setempat yang merujuk pada tiga pertanda yang berurutan: guncangan gempabumi, air laut yang surut tidak biasa, dan gelombang tsunami yang memburu daratan. Riwayat smong bisa dilacak hingga tsunami pada kejadian tahun 1907 melalui ingatan dari orang tua, seperti perempuan di samping kiri, yang mengetahui cerita kejadian tsunami tersebut dari orang tuanya. Wawancara di tahun 2006 menunjukkan bahwa para penghuni pulau sudah akrab dengan peninggalan dari tsunami 1907: bongkahan batu karang di tengah sawah, makam para korban, dan batu yang terbawa dari pondasi masjid. Mereka juga tahu akan makam para ulama yang tak dirusak oleh tsunami tahun 1907 (contoh ada di kiri bawah).

Smong biasanya dikisahkan oleh kakek-nenek kepada cucunya. Tetua-tetua biasa menceritakan smong saat keluarga berkumpul setelah makan malam. Kisah-kisah tersebut mengajarkan untuk berbuat baik dengan menggambarkan bagaimana bencana bisa terjadi jika berbuat buruk. Smong di tahun 1907 selalu diceritakan setelah terjadi gempa kecil, sebagai contoh dampak yang bisa diakibatkan oleh gempa lebih besar dari yang mereka alami. Si pencerita biasanya mengakhiri kisahnya dengan sebuah arahan, “Bila tanah bergetar dan laut surut segera setelahnya, larilah ke bukit sebelum ombak memburu pantai.”

Di Pulau Simeulue, tempat di mana hanya tujuh orang yang tewas dari tsunami tahun 2004, sejarah tsunami berpadu dengan warisan budaya. Sejarah tsunami yang dikisahkan oleh para tetua seperti Pi Dawan (difoto pada tahun 2006 dengan cicitnya di Labuan Bajo). Dawan menerima cerita tentang tsunami 1907 dari orang tuanya, sebagai sebuah pengingat yang juga mencakup keberadaan makam ulama di masa awal, Tengku Di Ujung (sebelah kiri, di Latak Ayah). Banyak yang mengenal makam Tengku bukan hanya karena dia menyebarkan agama Islam di Simeulue, tetapi juga karena makamnya selamat dari terjangkit tsunami 1907. Makamnya tetap berdiri hingga sekarang, bahkan bertahan dari tsunami tahun 2004.

Peringatan akan Datangnya Tsunami

Jika Bumi Bergetar, Tsunami Dapat Segera Mengikuti

GEMPABUMI biasa mengguncang daratan pesisir yang akan paling cepat dan paling keras dihantam oleh gelombang tsunami. Guncangan itu sebagai peringatan alam untuk segera pergi ke tanah tinggi atau ke daratan, atau berlindung di bangunan tinggi atau pohon.

Sudah hampir menjadi rutinitas di Simeulue untuk berlari ke bukit tiap kali terasa gempa bumi berguncang kuat, terutama pada malam hari ketika mereka tak bisa memastikan kemunculan smong dengan melihat air laut yang surut. Di Simeulue, gempabumi yang kuat sudah jadi alasan yang cukup untuk menyangka kedatangan tsunami (halaman dalam berhadapan).

Sebaliknya, di daratan Aceh, hanya sedikit orang yang menganggap gempa besar tahun 2004 sebagai peringatan tsunami. Guncangan gempa itu tidak mungkin tidak disadari siapapun, mengingat gempa telah merusak bangunan, membuat orang-orang terjatuh, dan kabarnya berlangsung hingga sepuluh menit. Ketika gempanya selesai, banyak orang segera ke luar ruangan, khawatir akan terluka dari akibat pasca-gempa. Beberapa berkumpul di bangunan yang sudah runtuh (foto, kanan; bagian 2 dan 3, sampul depan). Yang lainnya melanjutkan aktivitas seperti biasa. Sebagian kecil bahkan masih mengarungi sungai yang berjarak 2 km dari laut (cerita utama, hal. 9). Sementara tsunami sedang mendekat. Hanya berselang 15-20 menit dari kejadian gempa di daratan pantai Aceh dan 45-50 menit di Lampulo yang berjarak 1,5km dari laut (garis waktu, hlm. 4), tsunami menerjang.

Namun, beberapa gempabumi di Indonesia hanya memberi guncangan ringan sebelum kemudian tsunami menerjang daratan pesisir. Gempa ringan tersebut membawa tsunami mematikan di bagian selatan Jawa pada tahun 1994 dan 2006. Tsunami tahun 1994 merenggut 238 korban jiwa di kawasan timur (korban selamat, hal. 1), sementara tsunami tahun 2006 merenggut korban jiwa hampir dua kali lipatnya di kawasan barat (perkiraan, hal. 23). Ada pula tsunami yang datang tanpa peringatan di tahun 1896 yang membunuh 22.000 orang di Jepang, bencana tsunami terbesar di negara itu.

Guncangan gempabumi sebagai peringatan alam tsunami telah secara luas dipahami di Pulau Simelue (halaman dalam berhadapan), tapi tidak dengan penduduk Banda Aceh. Guncangan tersebut merubuhkan department store Pante Pirak (kanan) —keruntuhan yang melebihi hampir seluruh kerusakan lain akibat gempa di Banda Aceh dan mengundang banyak penonton, hanya sejam sebelum tsunami memburu orang-orang di daerah tersebut (sampul depan).



Tsunami Dapat Tiba Sebelum Pengarahan Resmi Datang

APAKAH SEBAIKNYA MENUNGGU perintah resmi untuk evakuasi setelah merasakan guncangan gempa bumi dengan kekuatan besar di daerah pesisir yang rentan terhadap ancaman gelombang tsunami yang dapat menjangar cepat? Pusat peringatan tsunami kini hanya membutuhkan beberapa menit untuk mengetahui apakah gempa bumi memiliki kemungkinan terjadi tsunami. Pusat Peringatan Tsunami meneruskan hasil temuan ini kepada pejabat dan media serta menerbitkannya di Internet. Namun, puluhan menit tambahan dapat berlalu sebelum orang di dalam bahaya menerima informasi resmi keputusan evakuasi atau tidak. Pada saat itu, tsunami gelombang cepat mungkin sudah mencapai tepi daratan.

Di Padang, Sumatra, saat tsunami tiba dalam hitungan 30 menit, sudah menjadi kebijakan kota bahwa saat merasakan gempa bumi yang kuat, penduduk di sekitar tepi pantai harus evakuasi tanpa menunggu pengarahan resmi. Dengan melakukan evakuasi mandiri, pemerintah daerah dapat mendukung atau membatalkannya berdasarkan informasi dari pusat peringatan tsunami Indonesia.

Pada September 2009, kebijakan ini memiliki landasan yang kuat ketika gempa bumi kuat terjadi di Padang, yang tidak menimbulkan tsunami. Pusat Peringatan Tsunami Nasional di Jakarta memerlukan waktu empat menit untuk menentukan dan mengumumkan keberadaan gempa bumi tersebut karena kedalaman 70 km-nya tidak berpotensi menimbulkan tsunami. Namun, masyarakat Padang tidak menerima berita ini selama 20-25 menit sesudahnya. Keterlambatan ini disebabkan guncangan gempa bumi memadamkan listrik dan komunikasi kemudian merengut korban jiwa hampir 400 orang dalam kota.

Pusat Kendali Operasi Padang baru menerima pengumuman Pusat Peringatan Tsunami 5 menit setelah gempa bumi. Setelah September 2009, Pusat Kendali diberikan amanat dari kotanya untuk memerintah atau membatalkan evakuasi dari tsunami dan melakukan diseminasi arahan tersebut. Akan tetapi, sebagai langkah kewaspadaan, Kota Padang tetap mempertahankan kebijakannya bahwa warga harus terlebih dahulu mengacu pada guncangan yang terasa sebelum mengandalkan pengarahan resmi yang mengikutinya.

Kejadian gempa bumi tanpa diikuti tsunami memperkuat kebijakan kota di Sumatra tersebut bahwa, setelah merasakan guncangan gempa bumi yang kuat, masyarakat yang berada dalam daerah rawan tsunami seharusnya melakukan evakuasi tanpa menunggu pengarahan resmi. Gempa bumi tersebut terjadi pada 30 September 2009 di dekat Padang, dimana beberapa ratus ribu orang tinggal dikawasan aman dari tsunami. Pusat peringatan tsunami Indonesia dengan segera mengumumkan bahwa gempa bumi tersebut terlalu dalam untuk memicu tsunami. Namun, sebagian besar orang di Padang mengalami kesulitan menerima berita ini karena kerusakan pada jaringan listrik, telepon seluler dan stasion radio akibat gempa. Di sisi kanan, dapat dilihat evakuasi mengalami hambatan dan garis waktu hingga keputusan walikota untuk membatalkannya.



Air Laut Dapat Surut Seketika Sebelum Kemudian Menghantam

GEMPABUMI YANG TERASA biasanya mendahului peringatan alam lainnya akan kedatangan tsunami dari segi kecepatan dan keterandalan (hal. 7). Namun, apabila guncangan yang terasa lemah, seperti yang terjadi di pantai selatan Jawa pada 2006, petunjuk lain untuk melakukan tindakan evakuasi dapat memiliki peran berarti. Salah satu petunjuk lain yang umum adalah lembang gelombang yang dapat mendahului puncak gelombang pertama (diagram, hal. 3). Lembang ini mengakibatkan air laut surut dan dapat menyebabkan air di muara sungai terkuras.

Salah seorang di Banda Aceh yang melihat air laut surut adalah Katiman (kanan), yang kehilangan sebelah kakinya dan istrinya akibat tsunami. Dia dan rekan kerjanya menuju Krueng Cut tidak lama setelah gempa bumi menghempas mereka ke tanah di sebuah kilang gergaji berjarak 2 km dari laut. Mereka menelusuri sungai hingga mencapai muaranya di dekat Pantai Alue Naga. Sepanjang jalan, mereka melihat ikan yang terdampar, pertama di atas pinggiran sungai yang terkuras dan kemudian di pantai. Di sanalah puncak gelombang tsunami kemudian menghantam mereka.

Banyak orang di Padang sudah tahu bahwa pada saat terjadi tsunami, air laut yang surut di permulaan dapat terjadi, berkat gempa bumi kuat pada 30 September 2009 (halaman dalam berhadapan). Beberapa orang pergi berbondong ke pantai karena merasa tidak yakin mereka perlu evakuasi hanya dari respon pada gempa bumi. Respon mereka tersebut justru menyita waktu banyak untuk kemudian melarikan diri dari tsunami saat tsunami nampak terbentuk. Hal ini juga yang menyebabkan kepadatan pada jalur evakuasi. mereka evakuasi



Air Laut Dapat Bersuara Gemuruh

GELOMBANG TSUNAMI DATANG dengan menimbulkan suara bergemuruh seperti meriam pada tahun 2004 di Aceh dan 2006 di Pangandaran.

Di Aceh, pihak yang mendengar suara sejenis diantaranya adalah Harianto (dalam kisah hal. 12), Mochtar (hal. 16), Sharla Emilda Binti Muhammad, dan Emirza. Sharla, yang berada di daratan sepanjang pantai barat Alue Ambang, mengira bahwa ia mendengar suara tembakan dari konflik yang telah berlangsung selama 28 tahun sejak masa kecilnya. Emirza, yang berada dalam perahunya lepas pantai Ulee Lheue (hal. 20), barangkali telah mengamati langsung sumber suara keras dan beresonansi ini. Dari puncak sebuah gelombang, Emirza melihat sekilas permukaan dasar laut yang terekspos. Suara ledakan memenuhi telinganya saat badan air jatuh

Suara keras yang terdengar di Pangandaran memiliki penyebab yang sedikit berbeda. Di sana, beberapa orang melaporkan mendengar suara ledakan saat gelombang tsunami menghantam tebing yang tersusun dari batu gamping.



Burung Dapat Melarikan Diri

BENCANA ALAM tidak luput dari cerita-cerita yang melibatkan kesadaran lebih dini dari beberapa hewan, seperti kucing atau anjing, atau ular atau gajah. Kawan burung, yang dapat terintimidasi oleh suara tsunami, kerap menjadi bagian periwiyatan tsunami 2004 di Aceh.

Pagi hari 26 Desember 2004, Brigadir Jenderal Suroyo Gino menuju arah timur dari Banda Aceh untuk mencapai pelabuhan Malahayati di Krueng Raya. Di sana, ia bermaksud turut serta dalam upacara pelepasan 700 prajurit dari Batalion 744 Kupang, yang telah menyelesaikan penugasan mereka. Dalam perjalanan, ia melihat suatu kawan burung berwarna putih menuju arah Banda Aceh. Ia memutar balik ke Banda Aceh setelah memperoleh firasat bahwa pemandangan langka ini menandakan peristiwa buruk yang akan terjadi. Pada saat itu, ia tetap berada di daratan yang bebas dari bahaya. Prajurit dari Batalion 744 Kupang juga selamat dari bencana karena belum menaiki kapal dan mampu melarikan diri ke tempat lebih aman.

Pada pagi yang sama, Surya Darma bin Abdul Manaf dari Banda Aceh tengah bekerja di dalam perahu kayunya, berjarak setengah kilometer dari Deah Raya. Ia tengah menarik pukat ikan yang telah ia persiapkan dari hari sebelumnya. Saat perahunya terguncang gelombang yang terasa tidak biasa, ia menduga sebuah gempa bumi baru saja terjadi. Beberapa menit kemudian, ia melihat kawan bangau beterbangan dari hutan bakau dan menuju perbukitan seakan-akan dikejar sesuatu. Merasa bahwa ini pertanda bahwa hal lebih berbahaya akan terjadi, ia menelantarkan pukat ikannya dan mendayung perahunya menuju pesisir. Sembari ia bersiap memunguti pukat kepiting dari sebuah danau, suatu gelombang menderu ke dalam hutan bakau. Ia berlindung di sebuah pohon di dekatnya, yang mampu bertahan menghadapi gelombang pertama, namun tersapu oleh gelombang kedua. Surya bertahan hidup dengan menggapai sebuah jerigen yang membantunya tetap mengapung hingga arus membawanya menuju pohon lain yang menjadi tempat dia berlindung sepanjang tsunami.

Bunyi bergemuruh yang terdengar pada tsunami 2004 di Aceh terdengar seperti **tembakan senjata dari daerah konflik militer yang akhirnya diakhiri oleh tsunami.** Di sisi kiri, prajurit berseragam dari TNI berbaur dengan korban terluka tsunami.

Strategi Evakuasi

Berlari Menuju Perbukitan

JARAK DEKAT antara pesisir dengan dataran tinggi membuat tindakan “lari menuju perbukitan” prosedur standar untuk evakuasi dari tsunami di Simeulue (hal. 6). Di daratan Aceh, banyak penduduk Krueng Sabee memiliki nasib baik serupa, terpaut jarak hanya beberapa meter dengan perbukitan. Keluarga Harianto bin Leginem, 18, memanfaatkan bukit-bukit ini sebagai tempat perlindungan dari tsunami 2004, yang hampir merengut nyawa Harianto sendiri.

Pada saat gempabumi muncul, Harianto tengah bekerja di sebuah tambang, menghitung jumlah truk yang meninggalkan tambang dengan muatan bebatuan. Pada saat atau sejenak sesudah gempabumi, dia dan rekan kerjanya meninggalkan tambang karena mengkhawatirkan batu jatuh. Kemudian, mereka kembali bekerja, namun meninggalkan tambang lagi tidak lama kemudian begitu mendengar suatu gemuruh keras yang diikuti empat gemuruh susulan. Para pekerja menanggalkan peralatan kerjanya dan melarikan diri ke rumah masing-masing.

Sembari Harianto menuju rumahnya, ia melihat perahu nelayan bergoyang di atas laut dan sebuah gelombang raksasa yang hampir mencapai pesisir. Tidak lama kemudian, ia berpapasan dengan adik dan keponakannya, yang berjalan pelan menuju sebuah bukit. Ia meneriaki mereka dan melempari mereka dengan batu untuk membuat mereka berlari lebih cepat. Kemudian, ia meneruskan perjalanan menuju rumah keluarganya.

Menemukan bahwa semua anggota keluarganya sudah berlari menuju bukit, Harianto pun turut serta. Namun, di sana ia tidak menemukan kakaknya maupun anak-anak kakaknya. Maka, ia kembali berlari menuju rumah kakaknya, hanya untuk menemukan bahwa mereka telah melarikan diri ke bukit lain.

Harianto kemudian menuju bukit tempat kakaknya berada, namun ia sudah terlambat; tsunami sudah mulai menghadang bukit itu. Lantai dua rumah kakaknya menjadi tempat berlindungnya untuk sementara, namun tidak untuk jangka waktu lama. Terluka akibat puing reruntuhan dalam air, Harianto menggapai sebuah kasur yang tengah dihanyutkan tsunami ke laut. Sebuah perahu nelayan mengembalikannya ke keluarganya delapan jam kemudian.

Di bagian lain daratan Aceh, bentang daratan yang ada cenderung memberikan tantangan lebih ketimbang yang dihadapi keluarga Harianto. Untuk mencapai dataran tinggi dalam tsunami 2004, banyak penduduk daratan perlu menyeberangi jarak satu kilometer atau lebih pada dataran rendah yang pasti akan dibanjiri tsunami. Selain itu, kemiringan beberapa bukit membuat bukit-bukit tersebut sulit didaki.



Dataran tinggi menyediakan perlindungan siap sedia di dekat Naibos, Pulau Simeulue. Pada kisah di sisi kiri, sebuah bukit di daratan menjaga seorang pemuda tetap aman selama ia berdiam di sana.

Tinggalkan Harta Benda

SALAH SATU KORBAN SIMEULUE yang berjumlah tujuh pada saat tsunami terjadi adalah seorang pria berusia 60 tahun yang mencermati gempa bumi 2004 sebagai peringatan kehadiran tsunami dan segera mengungsi, namun nekat kembali untuk mengambil kembali barang-barang yang ia tinggalkan.

Pria tersebut, Lasamin, telah hidup di Sinabang sepanjang hidupnya. Ia merasakan guncangan yang kuat pada tanah pijakannya pada 26 Desember 2004. Terdidik dalam smong (hal. 6), Lasamin dan istrinya menaiki sepeda motornya dan melaju menuju perbukitan. Mereka mencapai dataran tinggi dengan lancar.

Ketika air dari gelombang pertama surut, Lasamin berkata kepada istrinya bahwa ia berniat mengambil kembali dokumen yang tertinggal di rumahnya. Barangkali, ia merasa tidak yakin bahwa air laut akan kembali menghadang, atau seandainya hal itu terjadi, ia bisa mendahuluinya dengan motornya. Apapun yang ada dalam pikirannya, ia memutuskan kembali ke arah tsunami.

Di perjalanan, ia bertemu dengan temannya yang lebih muda, Sukran (kanan). Ia mengajak Sukran turut serta, dan Sukran mengiyakan. Dalam waktu singkat, sebuah gelombang datang dan menumbangkan motor, serta menghempas Lasamin ke permukaan aspal. Sukran bertahan hidup dengan berenang dan memanjat pohon di dekatnya, namun Lasamin ditemukan telah meninggal.



Meskipun Sukran berhasil selamat dari upaya mengambil kembali barang-barang kepemilikan dalam tsunami 2004 di Pulau Simeulue, teman yang dibantunya tidak seberuntung dia.

Hindari Memasuki Mobil



KENDARAAN dapat membahayakan penumpangnya dan orang lain apabila digunakan untuk mengungsi dari tsunami gelombang cepat. Amatlah mungkin gempa bumi yang terjadi beberapa menit sebelumnya telah membelah jalan dengan retakan atau menutup jalan dengan tanah longsor. Bahkan, tanpa kerusakan semacam itu, jalanan dapat dipadati orang-orang yang berjalan kaki atau menaiki motor (foto, hal. 8). Mobil dapat melukai orang-orang ini, memperburuk kemacetan, atau keduanya. Selain itu, tsunami sendiri dapat memerangkap pengemudi di dalam mobilnya sendiri, sebagaimana terjadi dalam sejumlah tragedi keluarga berikut di Banda Aceh.

Saat Bukhari bin Abdullah, 45 tahun, dari Alue Naga, mendengar sahutan orang-orang bahwa laut membumbung tinggi, ia menyuruh istri dan salah satu anaknya memasuki mobil milik keluarga. Ia mengendarai mobil sejauh beberapa meter sebelum gelombang tsunami menjungkirbalikkannya dan menghempasnya ke sungai. Bukhari berhasil menyelamatkan diri melalui jendela yang pecah, kemudian mengambang dengan berpegangan pada ban. Namun, istri dan anaknya tetap terperangkap dalam mobil, dan tenggelam bersama mobilnya ke dasar sungai.

Dua kilometer menuju daratan di Jeulingke, Sujiman bin Abdullah berusia 57 tahun juga mendengar sahutan bahwa laut telah membumbung tinggi. Mobil adik laki-lakinya telah diparkir di luar mobilnya. Dia, istrinya, dan anak-anaknya memasuki mobil tersebut, yang kesulitan bergerak di antara kerumunan orang di jalan. Sebuah gelombang setinggi 6 m datang, diiringi suara gemuruh pesawat yang mendekat, menabrak mobil. Air tsunami mulai memenuhi mobil. Sujiman mencoba mendobrak pintu dan memecahkan jendela mobil namun tidak mampu melakukannya. Sementara itu, ketinggian air di dalam mobil menuju langit-langit. Sujiman dan istrinya berhasil meninggalkan mobil namun salah satu dari anaknya tenggelam di dalam mobil.



Bukhari bin Abdullah, kiri, kehilangan istri dan anaknya ketika tsunami memerangkap mereka dalam mobil. Atas, mobil yang terkoyak oleh tsunami di Banda Aceh.

Waspada! Sungai dan Jembatan



SUNGAI DATARAN RENDAH dapat menjadi jalur pintasan bagi tsunami. Kanalnya lebih bersedia menerima aliran air yang masuk ketimbang dinding rumah atau batang dan daun bakau. Bangunan di tepi sungai lebih cenderung tersapu air ketimbang bangunan yang berada jauh dari sungai.

Di Aceh, beberapa orang berusaha bertahan dari tsunami 2004 dengan memegang erat atau menunggangi puing reruntuhan yang terbawa, hanya untuk terhimpit ketika puing-puing bertumpukan di hadapan jembatan.

Di pantai selatan Jawa, Suwardi menjadi saksi atas bantuan yang mematikan yang diberikan sungai di dekat Pantai Widarapayung pada tsunami 2006. Pantai tersebut berdampingan dengan sebuah cekungan, sejajar dengan pantai, yang telah dipisahkan dari laut oleh sebuah bukit pasir. Cekungan ini membentuk sebuah sungai berisi aliran kental yang diapit ladang padi, buah, dan sayuran.

Suwardi sedang mengolah salah satu dari ladang tersebut pada saat tsunami 2006 menghadang. Ia tidak menyadari gempabumi lemah yang timbul sebelumnya, dan ia tidak memiliki kesempatan melihat gelombang yang tampak di ujung cakrawala karena bukit pasir menghalangi pandangannya menuju laut. Ia dikejutkan oleh tsunami yang menghadangnya dari dua arah—dari balik bukit pasir dan dari sungai. Ia mengelak dari terhanyut dengan mendorong kakinya ke sebuah pohon kelapa yang kokoh dan tangannya menggenggam erat, pohon lebih kecil di sebelahnya (pemeragaan ulang, kanan). Dari posisi ini, dengan ketinggian air mencapai hidungnya, Suwardi melihat tsunami mengalir deras dari sungai menuju ladang pertanian lainnya dan menyapu orang-orang yang berada di sana.

Gelombang tsunami 2004 mendorong sisa puing rumah-rumah dan perahu-perahu utuh ke suatu jembatan yang melintasi Sungai Aceh (kiri). Di daerah ini, berjarak 1 km ke arah laut dari gambar adegan di sampul depan, tsunami mencapai puncak 6-8 m di atas permukaan tanah (kedalaman aliran, hal. iii). Di pantai selatan Jawa, Suwardi (kanan) menunjukkan cara dirinya bertahan melawan air yang mengalir deras dari sebuah sungai yang diluapkan oleh tsunami 2006.



Panjat Bangunan Tinggi



SEBUAH BANGUNAN dapat menjadi tempat perlindungan bagi mereka yang tidak dapat melarikan diri dari tsunami dengan menjangkau daratan tinggi.

Empat orang bertahan hidup dari tsunami 2004 di Masjid Baiturrahim, sebuah masjid di sisi laut pada gambar di kiri. Perkuatan beton yang terhantam puing reruntuhan dari arah laut, menjaga bangunannya tetap berdiri kokoh sementara disekelilingnya diporak-porandakan. Tsunami di daerah ini, dengan suatu perumahan di Ulee Lheue, dilaporkan memiliki puncak setinggi 14 m di atas permukaan tanah.

52 orang lain bertahan hidup dari tsunami 2004 dalam gedung Serambi Indonesia di Kajhu (kanan). Di daerah ini, 2 km dari laut, puncak gelombang mencapai 6-10 m di atas permukaan tanah dan terus menuju daratan menempuh jarak 1 km setelah Kajhu (hal. iii). Puing reruntuhan yang terbawa gelombang tsunami yang kedua mengguncang gedung tersebut namun gagal meruntuhkannya. Sebagian besar dari 52 orang ini menuju lantai kedua, di antaranya, Mochtar A. R., Hasbi, Ibrahim, dan Rohani. Mochtar baru saja mendengar tiga dentuman sebelum melihat dinding air berwarna hitam di cakrawala. Gelombang yang pertama yang mencapainya hanya sedalam lututnya namun mengalir deras. Anak-anak bersorak gembira melihat air untuk bermain. Mochtar dan Hasbi memerintah mereka untuk berlari ke dalam gedung tersebut—kantor surat kabar Harian Serambi Indonesia.

Tsunami 2004 mengarahkan orang-orang untuk menaiki gedung yang menyelamatkan nyawa sebagian dari mereka. Empat orang berlindung dan selamat dalam masjid di kiri, meskipun tsunami mencabut pagar, mendesak tembok dan jendela, melucuti ubin atap berwarna hijaunya, dan menghancurkan atap lantai kedua pada sisi gedung yang menghadap laut. Di kanan, sebuah gedung surat kabar menjadi tempat berlindung 52 orang, termasuk Rohani (kiri), Hasbi, Ibrahim dan Mochtar (baris belakang, kanan) dan anak-anak Rohani, Magdalena, Muhajirin dan Intan (depan). Mereka tengah berpose di depan muka gedung yang menjauhi laut.



Pertimbangkan Menara Air



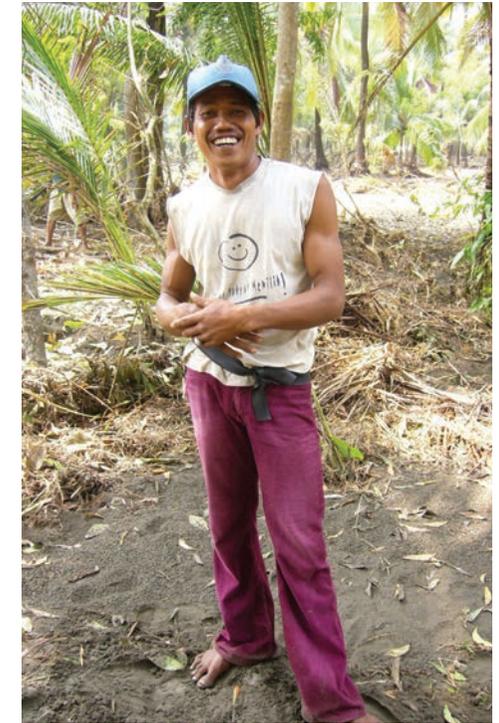
Tsunami 2006 di Jawa menghancurkan 2.000 bangunan namun menyisakan sebagian besar menara air. Gempa bumi lemah yang menimbulkan tsunami membiarkan menara-menara ini tetap berdiri. Satu jam kemudian, tsunami melintasi kaki-kaki menara tersebut tanpa menimbulkan kerusakan sembari meruntuhkan rumah-rumah di sekitarnya. Menara semacam ini, apabila dilengkapi tangga, dapat digunakan untuk pengungsian vertikal. Pada contoh di atas, di dekat Pangandaran, seorang pria berdiri di atas lantai rumah yang tersapu arus.

Panjat Pohon

ORANG-ORANG YANG TERJEBAK TSUNAMI terkadang selamat dengan meraih dan memanjat pepohonan. Beberapa mengarahkan diri ke pohon terdekat sementara lainnya cukup beruntung dan terbawa gelombang hingga mencapai salah satunya. Setelah berada di atas pohon, banyak orang yang berhasil bertahan selama tsunami berlangsung (kisah-kisah di bawah dan hal. 10, 12).

Seperti banyak orang lain yang tinggal di sekitar Banda Aceh, Wardiyah tak bisa tidak menyadari gempa bumi 2004. Walaupun rumahnya di Kaihu berjarak 300 m dari laut, dia tak mendengar satupun bunyi gemuruh seperti yang dilaporkan orang-orang lain (hal. 10). Namun, dia mendengar suara serupa deru angin tepat sebelum tsunami menyapu. Gelombang pertama menyeretnya ke arah daratan, lalu ke arah laut saat arus balik. Di tengah itu, dia berhasil meraih potongan kayu yang membantunya mengambang. Gelombang berikutnya menghempasnya balik ke pantai, di dekat sebuah pohon kedondong (kanan). Di sana, wanita itu menyadari bahwa kedalaman air hanya sejengkal lutut. Namun dengan cepat, air kembali melanda, menyeretnya ke arah pohon tersebut. Wardinah menggapai dahannya dan memanjat hingga ke puncak. Khawatir lebih banyak gelombang akan datang, ia menunggu di atas pohon selama beberapa jam bersama dengan seorang pria yang turut menyelamatkan diri di sana.

Tsunami 2006 menghantam Teguh Sunarno yang tengah mengumpulkan kerang-kerang kecil untuk pakan bebek di Pantai Widarapayung. Jenis kerang yang dikumpulkannya sedang musim pada waktu itu. Melihat sesuatu yang tampak seperti gumpalan raksasa di cakrawala, ia pun bertanya-tanya. Teguh menunggu, memperhatikan, hingga akhirnya menyadari bahwa gumpalan itu adalah gelombang besar. Pada saat itu, ia sudah tidak sempat lagi melarikan diri. Awalnya, air membawanya ke semak-semak; pria itu bertahan di sana hingga gelombang kedua menghempasnya ke antara tunggul-tunggul pohon. Saat gelombang ketiga, Teguh mengingat cara orang bertahan saat tsunami Aceh tahun 2004 dengan memanjat pohon. Ia mengincar satu dari banyak pohon kelapa terdekat. Meraih dan memanjat salah satunya, Teguh berpegangan sambil melihat tsunami berlalu di bawahnya.



Dua orang yang diselamatkan oleh pohon: Wardiyah di depan pohon kedondong yang dia panjat saat tsunami tahun 2004 di Banda Aceh; dan Teguh Sutarno, yang memanjat pohon kelapa pada tsunami tahun 2006 di dekat Cilacap.

Gunakan Benda Mengapung sebagai Pelampung Darurat

BANYAK DI ANTARA KORBAN SELAMAT di Aceh, meskipun terbawa tsunami dan tidak bisa berenang, mampu menyelamatkan diri dengan berpegangan ke kayu, batang pohon, kasur, kulkas, jerigen, botol plastik, ban bekas, dan perahu. Beberapa terhanyut ke laut dengan pelampung darurat mereka, sedangkan yang lainnya memakainya sebagai feri untuk mencapai pohon atau bangunan. Banyak korban selamat dengan naik ke atas pelampung darurat; lain halnya jika hanya berpegangan, bisa saja korban terluka atau meninggal karena terhantam benda lain yang turut terseret ombak.

Di pagi hari saat tsunami Aceh, bocah sebelas tahun bernama Taha Yasin bil Ilyas tengah membantu ayahnya menanam pohon bakau di sepanjang pesisir Alue Naga, kawasan Banda Aceh. Saat guncangan berhenti, ia berjalan pulang, ayahnya diam di tempat untuk mengobrol dengan teman-temannya. Tidak lama setelah sampai, Taha mendengar bunyi gemuruh dari arah laut, disertai teriakan bahwa laut membumbung tinggi. Taha, saudara laki-lakinya, dan ibunya menghambur ke luar rumah dan bergabung dengan kerumunan orang di jalan. Ombak raksasa berwarna hitam mendekat, menelan semua yang ada di hadapannya.

Gelombang pertama membawa Taha ke pohon terdekat. Dia mencengkeramnya, namun sapuan gelombang berikutnya membuat genggamannya lepas. Ia menemukan dirinya tenggelam di bawah puing reruntuhan. Anak itu berjuang hingga mencapai permukaan, melihat sebuah bantal, dan meraihnya. Kemudian, gelombang ketiga membawanya terhanyut ke laut bebas.

Pada saat ini, Taha mendapatkan pelampung tambahan—sebuah buku. Sadar bahwa buku tersebut bertulisan Arab ia pun tak takut lagi. Toha masih mencengkeram bantal dan juga bukunya saat ia hanyut ke tepian. Ia membawa-bawa buku tersebut selama 10 hari, hingga akhirnya menemukan bahwa ayahnya pun selamat. Toha memegang buku tersebut dalam foto yang menyertai kisah lengkapnya (hal.26).



Benda-benda yang mengapung pada tsunami 2004 menghantam bangunan dan orang, tetapi juga, dalam beberapa kasus, berfungsi sebagai pelampung darurat. Taha, sebelas tahun, di kisah pada sebelah kiri, dapat mengapung dengan bantal terendam air dan sebuah buku, Harianto, delapan belas tahun (hal. 11), setelah terhantam gelondongan kayu, menggunakan kasur yang menahannya dan orangtua temannya agar tetap terapung. Gambar di atas menunjukkan kasur di antara puing-puing tsunami Banda Aceh.

Jika Berada di Lepas Pantai, Tujulah Laut Yang Lebih Jauh

SAAT TSUNAMI MENDEKAT KE PANTAI, kecepatan dan panjang gelombangnya diubah menjadi ketinggian ombak. Sehingga tidak mengherankan bahwa para nelayan, yang berada di laut lepas saat tsunami 2004 dan 2006, memperoleh keselamatan dengan menuju laut yang lebih jauh. Salah seorang dari mereka, bagaimanapun juga, hampir menjadi korban arus balik tsunami dan yang lainnya kehilangan seorang teman yang mencari perlindungan dengan kembali ke darat.

Emirza selamat dari tsunami 2004 saat berada di lepas pantai Ulee Lheue, Banda Aceh. Di sana, empat gelombang menyergap perahu Emirza. Dia berusaha membuat haluannya tetap terarah ke ombak yang datang, seraya mencoba untuk menuju laut yang lebih jauh. Akhirnya ia mencapai badan air yang lebih tenang, disana dia menunggu hingga memutuskan untuk kembali pulang. Namun, sebelum ia mencapai pelabuhan, arus deras dari arah daratan membalikkan perahunya. Emirza selamat dengan mencengkeram kabel listrik dan memanjat tiangnya.

Budiyono dan seorang temannya tengah memacing, masing-masing di perahunya sendiri, sekitar 500 meter lepas pantai Pangandaran saat gelombang pertama tsunami 2006 muncul jelas di cakrawala. Awalnya, Budiyono tidak menyadari hal tersebut karena dia menghadap daratan. Temannya menyadari keberadaannya, namun saat Budiyono turut sadar, gelombang sudah mendekat dengan cepat. Teman Budiyono berusaha memacu cepat perahunya ke darat. Sebaliknya, Budiyono menuju laut yang lebih jauh dan berusaha sekuat tenaga melawan gelombang yang datang. Budiyono selamat, namun temannya yang menuju daratan tidak.



Emirza (kiri) menunggangi beberapa ombak terbesar tsunami tahun 2004 dengan membawa perahu nelayannya ke laut lepas, meskipun ia harus bersusah payah melawan arus balik tsunami saat kembali ke Banda Aceh. Bergerak menuju laut lepas pun menolong Budiyono (kanan) menghadapi tsunami 2006 yang merengut nyawa rekan sesama nelayannya yang justru menuju tepian pantai.

Perkirakan Ada Lebih dari Satu Gelombang

GELOMBANG PERTAMA sebuah tsunami jarang sekali menjadi yang terbesar dan tidak pernah menjadi yang terakhir. Tsunami pada tahun 2004 dilaporkan memiliki lima gelombang di Simeulue dan kemungkinan dua kali lipatnya di Banda Aceh. Tsunami 2006 memiliki tiga buah gelombang berentet yang hanya terpaut waktu beberapa menit.

Tsunami 2004 kembali lagi dan lagi bagi Nurdin bin Ahmad, pria berumur empat puluh tahun dari Peunaga Pasi. Dia dan rekannya, Amir bin Gam, sedang berada di pasar saat sebuah gempa raksasa melanda. Setelah guncangan keras berhenti, Nurdin dan Amir menuju rumah mereka mengendarai motor Honda. Sepanjang jalan, mereka melihat rumah dan pertokoan yang diruntuhkan atau dirusak oleh guncangan. Mereka masih berada beberapa kilometer dari rumah ketika sebuah dinding air setinggi dada menghempas mereka. Arusnya menyapu Amir dan motor ke perkebunan kelapa. Nurdin, yang sempat berdiri sejenak, akhirnya turut terbawa arus. Saat ketinggian air menaik, ia menggapai bongkahan tanah gambut dengan ketinggian di atas manusia dan memanjat ke atasnya. Blok tersebut, yang juga dihinggapi seekor ayam, terhanyut ke suatu hutan bakau dan terhimpit di antara pepohonan.

Nurdin tidak menyadari bahwa gelombang berikutnya akan menyusul. Setelah satu jam berada di antara pepohonan, ia menuruni bongkahan gambut menuju air rawa yang setinggi dada. Ia menuju rumahnya, melewati pohon-pohon runtuh dengan susah payah. Dia belum menempuh jarak jauh ketika gelombang berikutnya mendekat. Ia memanjat pohon dan berdiam di sana hingga air surut. Ia melompat ke bawah dan baru sedikit berjalan ketika gelombang lain mendekat. Hanya setelah naik dan turun tiga kalilah dia berhasil mencapai sebuah jalan utama. Saat itu pula rentetan gelombang terus menghadang, memaksanya memanjat pohon kelapa untuk terakhir kalinya.

Asep yang berada di pantai timur Pangandaran juga menghadapi gelombang lebih dari satu saat dia berusaha menyelamatkan kapalnya dari tsunami 2006. Dia dan saudara lelakinya, yang sedang merakit dermaga kayu untuk memancing ratusan meter lepas pantai, merasakan gempa lemah yang direkam seismologis pada 3:19 sore. Tidak lama kemudian, mereka melihat dinding air yang mendekat. Mereka melihat tiga gelombang yang bersusulan. Saat gelombang pertama menghantam rakitan, mereka melompat ke dalam perahu mereka. Asep memotong tali tambat, menyalakan mesin, dan memutar arah perahu dengan harapan menembus ombak yang akan datang. Sembari mereka menuju laut dalam di arah selatan, mereka menghadang ombak yang dipantulkan dari pantai menuju sisi timur dan barat mereka. Bensin mereka pun hampir habis. Perjuangan mereka berlangsung sekitar



alamat mencapai tepi pantai pada sekitar

Asep dan saudara lelakinya, dalam perahu di lautan Pangandaran, berhasil memenangkan pertarungan melawan ombak beruntun dari tsunami 2006.

Catatan



BUKU INI mencakup delapan periwiyatan saksi mata yang diadaptasi dari kumpulan cerita yang diterbitkan oleh badan arsip Aceh²: Katiman (hal. 9), Sharla (hal. 10), Surya (hal. 10), Harianto (hal. 11), Bukhari dan Sujiman (hal. 13), Nurdin (hal. 21), dan Taha (hal. 19). Eko Yulianto mewawancara lebih jauh Katiman, Bukhari, dan Sujiman. Kumpulan belasan esai dan kisah lainnya dari Aceh⁸ mengandung periwiyatan lebih lengkap dari Brigadir Jenderal Suroyo (hal.10). Penyusun juga menelusuri kumpulan cerita dari koran terkait tsunami 2006 di bagian selatan Jawa¹⁵. Riwayat lainnya diperoleh dari wawancara Eko Yulianto dan Nandang Supriatna di Pulau Simeulue dan daratan utama Aceh pada tahun 2005, 2006, 2007 dan 2008, dan di Pangandaran dan Cilacap pada tahun 2006, 2007, dan 2008.

Foto oleh: Bedu Saini (hal. 2), Franck Lavigne (hal. 4), Patra Rina Dewi (hal. 8), Herry Yogaswara (hal. 12, sampul belakang), Murat Saatcioglu (hal. 16), Ardito Kodijat (hal. 26), Badan Arsip Daerah Aceh (hal. 7, 13, 14), Brian Atwater (hal. 1, 5, 22, 27, facing 28), dan Eko Yulianto (hal. 6, 9, 11, 13, 15, 17, 18, 20, 21, 24). Gambar pada sampul depan berasal dari cuplikan video Yasman Yatif (gambar 1-11) dan dokumenter Kementerian Komunikasi dan Informasi (gambar 12)— semua disediakan oleh Badan Arsip Daerah Aceh, badan arsip provinsi.

Buku ini berkembang dari beberapa pendahulunya. Oleh karena itu, buku ini menyerupai, dari segi tujuan dan format, kumpulan periwiyatan saksi mata dari tsunami

Sebuah legenda di Jawa bercerita akan seorang ratu laut, Nyi Roro Kidul, yang menculik pria dan wanita dengan ombak yang dikirimnya ke pantai. Kisah serupa diceritakan hingga Kepulauan Mentawai di barat dan Flores di timur. Di sisi kiri, Roro Kidul menunggangi kereta kuda dalam lukisan kanvas Wasdi, yang berdiri dalam studionya yang berjarak dekat dengan pantai di Pelabuhan Ratu.

1960 di Cili². “Selamat dari bencana tsunami”¹⁴ dari UNESCO yang berbahasa Indonesia telah diterbitkan pada tahun 2008. Adaptasi awal berbahasa Inggris, “Surviving a tsunami – Lessons from Aceh and southern Java”, terbit pada tahun 2009. Adaptasi lebih lanjut yang kini Anda baca menyertakan terjemahan dari Eko Yulianto; diagram dan catatan akhir dari Brian Atwater, yang sumbangsihnya pada buku ini sebagian didukung oleh dana dari Fulbright; desain oleh Ardito Kodijat; suntingan awal oleh Sally E. Wellesly; dan suntingan lanjut oleh Brian, Ardito, Eko, dan Mohammad Dirhamsyah untuk menanggapi tinjauan dari Marco Cisternas, Nate Wood, Irina Rafliana, Oakley Brooks, Pungky Utami, Veronica Cedillos, Delores Clark, Michael Hoppe, Laura Kong, Velly Asvaliantina, Joaquim Post, Lori Dengler, Patricia McCrory, dan Jane Ciener.

Buku-buku lain tentang tsunami dan keselamatan dalam kasus tsunami dapat ditemukan di http://ioc3.unesco.org/itic/categories.php?category_no=75.

Peta indeks (hal. ii, iii)

SUMBER DATA: daerah kemunculan sesar pada hal. ii, referensi 6 dan 9; sebagian besar kedalaman aliran pada hal. ii, referensi 11 dan catatan lapangan Eko Yulianto; jarak pambanjiran tsunami pada hal. ii, <ftp://ftp.agu.org/apend/gl/2007gl029404>; dan semua data pada hal. iii, referensi 31 dan www.tsunarisque.cnrs.fr.

Pendahuluan (hal. 1)

TERDAPAT BERBAGAI PERKIRAAN akan jumlah korban jiwa akibat tsunami Samudra Hindia pada tahun 2004. EM-DAT⁵⁸, sebuah pusat data internasional terkait bencana, melaporkan 165.708 korban jiwa dari Indonesia. Pusat data tsunami yang dikelola oleh National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)¹² memberikan angka serupa untuk total korban jiwa dari Indonesia, 165.659. Untuk tsunami 2004, pusat data NOAA juga mendata korban jiwa dari sebelas negara lain: Sri Lanka, 35.322; India, 18.045; Thailand, 11.029; Somalia, 289; Maladewa, 108; Malaysia, 75; Myanmar, 61; Tanzania, 13; Seiselsena, 3; Bangladesh, 2; dan Kenya, 1. EM-DAT memberikan angka serupa kecuali untuk India, 16.389, dan Thailand, 8.345. Halaman²⁵ dari Caveat: A global risk assessment yang diterbitkan Sekretariat International Strategy for Disaster Reduction Sekretariat (ISDR) PBB⁵⁵ memperingatkan untuk tidak memperlakukan hitungan korban jiwa sebagai nilai eksak, atau bahkan mendekati benar, untuk bencana yang tidak memungkinkan perhitungan akurat.

Tsunami 2006 kemungkinan besar merengut 700 korban jiwa, semua berasal dari Indonesia. Angka-angka dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, ditabulasikan dalam sebuah analisis ahli geodesi dari Indonesia dan Jepang²² pada tahun 2007, memperoleh jumlah 688 meninggal dunia dan 65 menghilang. Perkiraan jumlah korban jiwa lainnya: 373 menurut pusat data NOAA¹²; minimal 600 menurut tim survei internasional pasca-tsunami¹⁶; dan 802 menurut EM-DAT⁵⁸. Sejumlah total 414 orang meninggal di Pangandaran dan sekitarnya, wilayah tempat terjadi sebagian besar kematian, menurut daftar terperinci yang disediakan petinggi lokal untuk survei gabungan Indonesia – Selandia Baru pasca-tsunami¹¹.

Memahami Alasan Tsunami Terjadi Kepada Kita (hal. 3)

ASAL-MUASAL TEKTONIK berbahaya di Indonesia telah didiskusikan dalam sebuah laporan berbahasa Inggris yang menyertakan artikel jurnal terkait gempa bumi dalam sejarah di Sumatra dan Jawa⁴⁰, dokumentasi untuk peta yang menyokong ketentuan berdasar ilmu seismik dalam aturan pembangunan³², artikel tentang sejarah gempa bumi

di Sumatra Barat^{38, 48}, gambaran umum akan bahaya tsunami di Sumatra dan Jawa⁴¹, dan monograf letusan Krakatau 1883 dan tsunami yang timbul akibatnya⁴⁹. Sebuah buku baru dalam bahasa Indonesia menyediakan gambaran yang terlukis dengan baik akan bahaya gempa bumi dan tsunami dalam negara ini⁵². Jurnal ilmiah kerap menyediakan perbaruan terkini ukuran Global Positioning System (GPS) atas pergerakan lempeng Indonesia⁵⁰, yang menyertakan kontorsi bagian timur kepulauan Indonesia⁵¹ dan perpindahan luar biasa yang terjadi saat dan sebelum gempa bumi raksasa Aceh-Andaman⁵³, 2004. Peta lempeng tektonik di bawah adalah versi sederhana dari peta dalam referensi 50 dan 51.



Kerap kali ditampilkan memancar dari sebuah episentrum gempa bumi, tsunami Samudra Hindia tahun 2004 justru timbul dari perubahan bentuk permukaan dasar laut pada bagian daerah yang menjangkau 1.500 km ke arah utara sepanjang palung dari utara Sumatra menuju Kepulauan Andaman dan seterusnya⁹. Panjang patahan raksasa ini, lebih besar dari patahan sejenis sepanjang satu abad terakhir atau lebih, memberikan alasan gempa bumi Aceh-Andaman 2004 mendekati gempa bumi terbesar yang terukur oleh alat, gempa bumi utama di Cili tahun 1960, pada skala

magnitudo momen yang kini digunakan seismolog untuk menggambarkan ukuran gempa bumi²⁹.

Gelombang Cepat Cenderung Memberikan Ancaman Terbesar (hal. 4)

JUMLAH KORBAN JIWA dari tsunami di Indonesia sejak 1600 ditabulasikan sepuluh tahun lalu oleh peneliti asal Indonesia dan Jepang²¹. Perbandingan hasil mereka dengan jumlah kematian di negara-negara lain dilandaskan pada angka perhitungan dalam pusat data NOAA¹². Waktu tempuh tsunami 2004 dan 2006 di Indonesia berasal dari laporan survei pasca-tsunami di Aceh daratan^{7, 31}, Pulau Simeulue³³, dan Jawa¹⁶. Jam yang berhenti bekerja dan video tsunami menjadi bukti kisaran waktu tempuh 45-menit untuk pusat Banda Aceh menurut kelompok Prancis dan Indonesia yang merekonstruksi kronologi tsunami dari pengamatan lapangan yang komprehensif³¹. Garis waktu didasarkan pada referensi 33 (Langi) dan 31 (jam) dan data kamera yang disediakan oleh Bedu Saini, fotojurnalis dari Harian Serambi Indonesia. Laporan ISDR⁵⁵ memberikan Indonesia peringkat pertama dalam hal jumlah orang yang terekspos terhadap tsunami. Laporan ini juga menempatkan Indonesia dalam kelompok enam negara yang menghadapi jumlah korban jiwa terbesar dari kombinasi siklon tropis, banjir, gempa bumi, dan tanah longsor (negara lainnya adalah Bangladesh, China, Kolombia, India, Myanmar). Laporan ini mengaitkan risiko kematian tersebut tidak dengan bahaya dari alam saja, tetapi juga jumlah penduduk, standar hidup, tata pemerintahan, kualitas lingkungan, dan perubahan iklim.

Menurut survei terkini yang memanfaatkan pemodelan tsunami dan kajian kerentanan (*vulnerability assessment*)⁴¹, “4,35 juta penduduk Indonesia menghuni daerah yang terancam tsunami di pantai selatan Sumatra, Jawa, dan Bali dan memerlukan waktu antara 20 dan 150 menit untuk mencapai daerah bebas tsunami.”

Alat ukur ketinggian permukaan air laut³⁵ dan simulasi komputer⁵⁴ menunjukkan cara tsunami 2004 menyebar ke seujur Samudra Hindia, hingga memasuki Samudra Atlantik, dan merembes ke Samudra Pasifik. Tsunami terukur oleh alat ukur ombak yang berada sejauh Valparaiso (24 jam sesudah gempa bumi), Hilo (27 jam), Bermuda (28 jam) dan Kodiak, Alaska (39). Tsunami Aleutian 1946, yang memicu upaya awal untuk menyediakan peringatan dini tsunami yang

terbentuk di Lingkar Pasifik, membutuhkan waktu sekitar 5 jam untuk mencapai Hawaii⁴⁷. Tsunami Cili 1960 mencapai Hawaii dalam jangka waktu 15 jam¹³ dan Jepang sedikit di bawah satu hari penuh².

Bumi Akan Mengenang Hal Yang Dilupakan Manusia (hal. 5)

HAMPARAN PASIR dalam foto Thailand ini menunjukkan bahwa telah terjadi sejumlah empat tsunami di Samudra Hindia yang serupa dengan tsunami tahun 2004 sejak 2.500-2.800 tahun lalu, dengan selang kemunculan selama 800-900 atau kurang²⁷. Bukti geologi atas pendahulu tsunami 2004 telah dilaporkan dari Aceh Barat sekitar Meulaboh³⁶ dan dari India di Kepulauan Nicobar dan Andaman^{43,44} dan selatan Chennai⁴². Hamparan pasir dalam foto dari Pangandaran belum didokumentasikan dalam jurnal ilmiah.

Umumnya, rentetan gempabumi yang terekam secara geologis di beberapa zona subduksi lain, termasuk Sumatra⁴⁸, Cascadia^{3,19,39}, Hokkaido^{37,46}, dan selatan-tengah Cili¹⁰ terpaut waktu beberapa abad. Pada zona-zona tersebut, pergerakan terus-menerus lempeng tektonik yang terakumulasi menjadi beberapa sentimeter per tahun menghasilkan pergeseran seismik yang menciptakan gempa bumi terbesar dalam zona. Pergerakan ini, ibarat uang yang disimpan dalam tabungan tiap hari bayaran, dapat membutuhkan beberapa abad untuk menghasilkan pergeseran rata-rata 10-20 meter dalam suatu gempabumi raksasa dengan skala 9.

Mungkinkah terjadi gempabumi dengan skala 8 atau lebih terjadi dalam zona subduksi yang berada di bawah Jawa adalah pertanyaan tak terjawab hingga kini³⁴. Gempabumi terbesar yang diukur dalam zona ini menggunakan seismologi^{6,40} menghasilkan tsunami yang menelan 238 korban jiwa di Jawa Timur pada 1994 dan 700 di Jawa Barat pada 2006. Masing-masing memiliki skala 7.8 dan 7.7, gempabumi tersebut berukuran 1/1000 gempa bumi 2004, yang menjangkau skala dalam rentang 9.0-9.3; kenaikan sebesar suatu bilangan bulat dalam skala logaritmik magnitudo gempabumi mengakibatkan peningkatan hampir 32-kali lipat momen seismik, sebuah takaran ukuran gempabumi yang linier²⁸.

Cara Tetua dan Makam Menjaga Ingatan Tetap Hidup (hal. 6)

PENYELAMATAN RIBUAN nyawa berkat tradisi tsunami Simeulue telah didokumentasikan seutuhnya dalam laporan Indonesia yang juga tersedia dalam bahasa Inggris²⁴. Pengisahan singkat evakuasi Langi ditampilkan dalam kumpulan karya tulis ilmiah sains dan teknik terkait tsunami 2004³³. Kumpulan yang sama mengandung analisis geolog dan psikolog atas peringatan alam akan tsunami 2004 yang ada di Thailand²⁰.

Dalam upaya mengagungkan pengetahuan tradisional terkait tsunami, seorang jurnalis berdarah Yunani-Amerika mengarang sebuah kisah pengungsian penduduk desa di Jepang, yang pada kenyataannya sudah terlatih dalam perihal memanfaatkan gempa bumi sebagai petunjuk untuk



In an interview in 2006, Sabri (left) of Lakuban, Simeulue, said he could still recall the 1907 tsunami.

berpindah ke dataran tinggi. Dalam pengisahan dramatis sang jurnalis²³, tidak ada satupun yang sadar akan petunjuk tersebut kecuali seorang pria lanjut usia yang kaya akan pengetahuan lampau. Terlalu jauh untuk didengarkan para penduduk desa, pria tersebut mengundang penduduk desa lainnya yang tidak tahu-menahu ke dataran tinggi dengan membakar semua padi yang baru ia panen. Gempabumi yang ia sadari keberadaannya lemah, seperti gempa sebenarnya yang tsunami tersembunyinya merengut 22.000 korban jiwa di timur laut Jepang pada tahun 1896. Kisah ini, yang diterbitkan tidak lama setelah bencana tersebut dan dikenal di Jepang sebagai “Inamura no hi” (pembakaran lumbung padi), memperkenalkan kata “tsunami” ke bahasa Inggris⁴.

Dalam wawancara pada tahun 2006, Sabri (kiri) dari Lakuban, Simeulue, berkata bahwa ia mampu mengingat tsunami 1907 yang lampau.

Jika Bumi Bergetar, Tsunami Dapat Segera Mengikuti (hal.7)

GUNCANGAN LEMAH seperti pada gempabumi 1994 dan 2006 di Jawa menjadi tantangan untuk peringatan resmi maupun alamiah kedatangan tsunami. Pusat peringatan tsunami menghitung perkiraan cepat ukuran gempabumi sebagai petunjuk pertama potensi tsunami. Ukuran gempabumi diperkirakan paling mudah melalui pengukuran hal yang disebut oleh Emile Okal, seorang seismolog, sebagai “treble note” – gelombang frekuensi tinggi yang dirasakan oleh manusia. Namun, gempa 1994 dan 2006 didominasi oleh “bass note.” Sama seperti alasan orang tidak terlalu merasakan gempa-gempa tersebut, adalah mungkin meremehkan ukuran mereka dengan mengabaikan getaran frekuensi rendahnya. Seismolog telah memikirkan cara menanganinya^{30,56}.

Indonesia telah meresmikan suatu sistem peringatan tsunami nasional pada November 2008. Seperti sistem serupa di Jepang dan Amerika Serikat⁵⁷, pertanda pertama adalah gempa bumi bawah laut yang terdeteksi seismometer (http://www.jtic.org/en/jtic/images/dIPDF/bha_budpar/The_Indonesian_Warning_Chain_V2.pdf). Gelombang seismik, dengan rambatan puluhan kali lipat lebih cepat dari gelombang tsunami, membuat pesan peringatan dini mungkin ada dalam waktu beberapa menit. Kemudian, pengukur ketinggian air di pesisir dan lepas pantai menunjukkan bila tsunami telah terbentuk atau tidak, sesudah jeda waktu untuk evaluasi.

Tsunami Dapat Tiba Sebelum Pengarahan Resmi Datang (hal.8)

WAWANCARA DI PADANG lima hingga enam minggu setelah gempa bumi pada 30 September 2009 memberikan pelajaran terkait peranan peringatan resmi dan alamiah dalam kota berpenduduk sekitar 200.000 orang dalam daerah rentan tsunami berkecepatan tinggi. Pelajaran ini telah dipaparkan dalam laporan terkini²⁵ yang tersedia di <http://www.jtic.org/en/info-sources/other-tsunami-sources/publications.html?download=1314%3A30-minutes-in-the-city-of-padang>.

Di antara 200 individu yang diwawancara, setengah telah mengungsi dari gempabumi saja, dan 4/5 pengungsi ini telah mulai menempuh perjalanan dalam 15 menit pertama. Sementara itu, petugas dari badan pemerintah dan lembaga sosial masyarakat mengalami kesulitan dalam hal menerima dan menyiarkan informasi tentang ancaman tsunami yang kurang. Pemutusan listrik dan layanan telepon berkontribusi pada penundaan pemberitahuan publik di Padang bahwa gempa bumi tersebut memiliki kemungkinan kecil menghasilkan tsunami. Penulis laporan menemukan bahwa di Padang, informasi resmi tentang ketiadaan ancaman tsunami tidak tersedia bagi sebagian besar publik pada 30 menit pertama setelah gempa bumi.

Desentralisasi pemerintahan di Indonesia memberikan pemerintah daerah wewenang untuk memerintah dan membatalkan evakuasi dari tsunami. Dengan demikian, wewenang tersebut terletak pada pejabat di Padang, bukan pada Pusat Peringatan Tsunami Nasional.

Air Laut Dapat Surut Seketika Sebelum Kemudian Mengantam (hal. 9)

Diawali Air Laut Surut di Aceh, jarang ditemukan di sisi barat semenanjung India dan Sri Lanka, timbul akibat bentuk awal gelombang tsunami: sebuah bentuk punggung bukit (ridge) memanjang setinggi beberapa meter, diapit di sisi kirinya oleh lembang gelombang sejajar¹⁷. Pola

puncak dan lembang gelombang di permukaan laut meniru perubahan bentuk dasar laut yang ditimbulkan pergeseran sesar yang menghasilkan gempa bumi itu sendiri (diagram, hal. 2). Permukaan dasar laut meninggikan permukaan air di pinggiran lempeng yang terangkat menelusuri patahan pada bidang sesar yang miring. Sebaliknya terjadi ketika pergeseran tiba-tiba ini merenggangkan dan menipiskan bagian tersebut dari lempeng yang terangkat. Perubahan bentuk ke arah bawah menyertakan pesisir barat laut Aceh³¹.

Menurut survei pasca-tsunami di selatan Sri Lanka¹⁸, tsunami 2004 bermula dengan sebuah gelombang positif dengan tinggi sekitar 1 m. Gelombang positif berikutnya, satu atau lebih, jauh melampaui pendahulunya dan mencapai tinggi terukur maksimum hampir 4 m di sekitar daerah yang ditampilkan di halaman 9.

Panjat Bangunan Tinggi (hal. 16-17)

KAJIAN PENINJAUAN kerusakan struktur bangunan di Banda Aceh menunjuk tekanan air dari tsunami dan hantaman puing reruntuhan yang dibawa air sebagai penyebab kerusakan terkait tsunami. Laporan⁴⁵ menyimpulkan bahwa “efek perusak tsunami paling terlihat pada dinding batu yang tidak diperkuat, bangunan beton yang tidak diperkuat dengan ilmu teknik, dan bangunan rendah dengan rangka kayu”.

Terkait masjid dalam kota, laporan sama menerangkan bahwa strukturnya disokong oleh pilar-pilar bundar dari beton diperkuat yang mampu menahan beban seismik. Pilar-pilar ini membatasi kerusakan yang diterima masjid sebelum tsunami menghantam. Gambar 26 dari referensi 45 memberikan gambaran tambahan Masjid Baiturrahim, yang telah berubah bentuk setelah perbaikan pasca-tsunami. Tenku Imum bercerita pada Muhammad Dirhamsyah pada tahun 2010 bahwa empat orang yang berada dalam masjid tersebut pada tsunami 2004 selamat.

Desain yang disarankan untuk struktur pengungsian vertikal di Amerika Serikat dirancang untuk membiarkan tsunami membanjiri lantai-lantai dasar tanpa merusak pilar penyokong, bingkai, maupun dinding¹.

Laporan dari pemerintah yang mengulas kerusakan properti, diterbitkan dua minggu setelah tsunami 2006, menyatakan bahwa tsunami tersebut telah menghancurkan 1.986 bangunan, termasuk hotel, rumah huni, dan gedung pemerintahan. Laporan ini dikutip sebagai referensi 22.

Kebijakan tidak menunggu pengarah resmi di Padang (hal. 8) terarah pada tsunami yang disebabkan gempabumi yang akan bersumber di sekitar Kepulauan Mentawai. Di antara peringatan buatan manusia atas gempabumi di Mentawai terdapat bait lagu berikut. Bait-bait ini kemungkinan melakukan permainan kata atas kemiripan bunyi istilah Mentawai untuk “kakek” dan “gempabumi” (teteu). Versi pertama berasal dari dialek utara, sementara versi kedua berasal dari selatan, keduanya dinyanyikan.

Teteu amusiast loga	Kakek, sang tupai menjerit
Teteu katinambu leleu	Kakek, suara gemuruh datang dari atas bukit-bukit
Teteu girisit nyau'nyau'	Kakek, ada tanah longsor dan kehancuran
Amagolu' teteuta pelebuk	Kakek dari roh kerang laut sedang marah
Arotadeake baikona	Karena pohon Baiko telah ditebang
Kuilak pai-pai gou'gou'	Burung Kuilak mengibaskan ekornya seperti ayam
Lei-lei gou'gou'	Ekor ayam bergoyang
Barasita teteu	Karena Kakek telah tiba
Lalaklak paguru saillet	Orang-orang berlarian
Teteu amusiast loga	Gempabumi, sang tupai menjerit
Teteu girisit nyau'nyau'	Gempabumi, tanah longsor bergemuruh
Teteu katinambu leleu	Gempabumi di tengah-tengah hutan
Amagolu' teteuta Pelebuk	Kakek Pelebu sedang marah
Aratadde ake baikona	Karena pohon baikona telah ditebang
Uilak pai-pai gou'gou'	Burung pai-pai mengibaskan ekornya
Uilak lei-lei gou'gou'	Ayam mengibaskan ekornya

BAIT DARI UTARA dan makna harfiahnya dalam bahasa Inggris diberitahu untuk Ardito Kodijat oleh Koen Meyers, Darmanto, dan Hendrikus Napitupulu di UNESCO Jakarta. Darmanto dan Hendrikus ditempatkan di Siberut Selatan, salah satu pulau utara di Kepulauan Mentawai. Bait selatan dan terjemahannya dalam bahasa Indonesia diberikan ke Eko Yulianto oleh Jon Hendra dari Limosua, yang berada di Pagai Selatan, pulau selatan Mentawai.

Sebuah gempa bumi dan tsunami pada 10 February 1797 memulai sejarah terdokumentasi gempabumi dan tsunami dari Sumatra Barat^{21, 40}. Rekaman alam yang ditemukan pada karang laut telah membantu memperjelas dan menerangkan sejarah ini; karang laut menunjukkan ukuran dan jangkauan sesar pada tolakan subduksi di bawah Kepulauan Mentawai³⁸ serta patahan lainnya pada sesar tersebut⁴⁸.

Referensi yang Dikutip

1. Applied Technology Council. Guidelines for design of structures for vertical evacuation from tsunamis. Laporan FEMA P 646, 159 hal. (2008). <http://www.atcouncil.org/pdfs/FEMAP646.pdf>
2. Atwater, B. F., Cisternas, M., Bourgeois, J., Dudley, W. C., Hendley, J. W., I.I. & Stauffer, P. H. Surviving a tsunami—lessons from Chile, Hawaii, and Japan. U.S. Geological Survey Circular 1187. 18 p. (1999, rev. 2005) <http://pubs.usgs.gov/circ/c1187/>. Tersedia dalam bahasa Spanyol sebagai Sobreviviendo a un tsunami: lecciones de Chile, Hawaii y Japón. U.S. Geological Survey Circular 1118. 18 hal. (2001, rev. 2006) <http://pubs.usgs.gov/circ/c1218/>.
3. Atwater, B. F. & Hemphill-Haley, E. Recurrence intervals for great earthquakes of the past 3,500 years at northeastern Willapa Bay, Washington. U.S. Geological Survey Professional Paper 1576. 108 hal. (1997).
4. Atwater, B. F., Musumi-Rokkaku, S., Satake, K., Tsuji, Y., Ueda, K. & Yamaguchi, D. K. The orphan tsunami of 1700; Japanese clues to a parent earthquake in North America. U. S. Geological Survey Professional Paper 1707. 133 hal. (2005). <http://pubs.usgs.gov/pp/pp1707/>
5. Badan Arsip Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Tsunami dan kisah mereka. (2005).
6. Bilek, S. L. & Engdahl, E. R. Rupture characterization and aftershock relocations for the 1994 and 2006 tsunami earthquakes in the Java subduction zone. Geophysical Research Letters 34, L20311. doi 1029/2007GL031357 (2007).
7. Borrero, J. C., Synolakis, C. & Fritz, P. Northern Sumatra field survey after the December 2004 great Sumatra earthquake and Indian Ocean tsunami. Earthquake Spectra 22, S93-S104 (2006).
8. Cahanar, P. Bencana Gempa dan Tsunami. 562 hal. (Penerbit Buku Kompas, Jakarta, 2005).
9. Chlieh, M., Avouac, J., Hjorleifsdottir, V., Song, T. A., Ji, C., Sieh, K., Sladen, A., Hebert, P., Prawirodirdjo, L., Bock, Y. & Galetzka, J. Coseismic slip and afterslip of the great Mw 9.15 Sumatra-Andaman earthquake of 2004. Bulletin of the Seismological Society of America 97, S152-S173. doi 10.1785/0120050631 (2007).
10. Cisternas, M., Atwater, B. F., Torrejon, F., Sawai, Y.,

Machuca, G., Lagos, M., Eipert, A., Youlton, C., Salgado, I., Kamataki, T., Shishikura, M., Rajendran, C. P., Malik, J. K., Rizal, Y. & Husni, M. Predecessors of the giant 1960 Chile earthquake. Nature 437, 404-407. doi 10.1038/nature03943 (2005).

11. Cousins, W. J., Power, W. L., Palmer, N. G., Reese,



Antologi yang diterbitkan badan arsip provinsi di Nanggroe Aceh Darussalam, dikutip di kiri sebagai referensi 5, menceritakan kisah mereka yang selamat secara lebih lengkap dari buku dengan ruang terbatas ini. Di atas terdapat sebagian kisah Taha Yasin bin Ilyas (hal. 19) yang berhasil tetap mengapung dengan bantal terendam air dan buku berbahasa Arab yang digenggamnya dalam foto testimoni. Tidak teridentifikasi sebagai al-Qur'an olehnya, kemungkinan besar buku ini mengandung pelajaran Agama Islam.

S., Iwan Tejakusuma & Saleh Nugrahadi. South Java tsunami of 17th July 2006, laporan peninjauan. GNS Science Consultancy Report 2006/333. 42 p. (Institute of Geological and Nuclear Sciences Limited, Lower Hutt, New Zealand, 2006).

12. Pusat data historis tsunami NOAA/WDC. http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu_db.shtml.
13. Eaton, J. P., Richter, D. H. & Ault, W. U. The tsunami of May 23, 1960, on the Island of Hawaii. Seismological Society of America Bulletin 51, 135-157 (1961).
14. Eko Yulianto, Fauzi Kusmayanto, Nandang Supriyatna & Muhammad Dirhamsyah. Selamat dari bencana tsunami; pelajaran dari tsunami Aceh dan Pangandaran. IOC Brochure 2009-1. 20 hal. (Jakarta Tsunami Information Centre, Jakarta, 2009). <http://www.jtic.org/en/info-sources/jtic-info-sources/publications.html?download=1316%3A selamat-dari-bencana-tsunami>
15. Enton Suprihyatna Sind & Taufik Abriansyah. Tsunami Pangandaran bencana di pesisir selatan Jawa Barat. 234 hal. (Semenanjung, Bandung, 2007).
16. Fritz, P. M., Kongko, W., Moore, A., McAdoo, B., Goff, J., Harbitz, C., Uslu, B., Kalligeris, N., Suteja, D., Kalsum, K., Titov, V., Gusman, A., Latief, P., Santoso, E., Sujoko, S., Djulkarnaen, D., Sunendar, hal. & Synolakis, C. Extreme runup from the 17 July 2006 Java tsunami. Geophysical Research Letters 34, L12602. doi 10.1029/2007GLO29404 (2007).
17. Fujii, Y. & Satake, K. Tsunami source of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake inferred from tide gauge and satellite data. Bulletin of the Seismological Society of America 97, S192-S207 (2007).
18. Goff, J., Liu, P. L.-F., Higman, B., Morton, R., Jaffe, B. E., Fernando, P., Lynett, P., Fritz, P., Synolakis, C., & Fernando, S. Sri Lanka field survey after the December 2004 Indian Ocean tsunami. Earthquake Spectra 22 (S3), S155-S172 (2006).
19. Goldfinger, C., Grijalva, K., Burgmann, R., Morey, A. E., Johnson, J. E., Nelson, C. H., Gutierrez-Pastor, J., Ericsson, A., Karabanov, E., Chaytor, J. D., Patton, J. & Gracia, E. Late Holocene rupture of the northern San Andreas Fault and possible stress linkage to the Cascadia Subduction Zone. Bulletin of the Seismological Society of America 98, 861-889. doi

- 10.1785/0120060411 (2008).
20. Gregg, C. E., Houghton, B. F., Paton, D., Lachman, R., Lachman, J., Johnston, D. & Wonbusarakum, S. Human warning signs of tsunamis: human sensory experience and response to the 2004 great Sumatra earthquake and tsunami in Thailand. *Earthquake Spectra* 22, S671-S691 (2006).
 21. Hamzah Latief, Nanang T. Puspito & Imamura, F. Tsunami catalog and zones in Indonesia. *Journal of Natural Disaster Science* 22, 25-43 (2000).
 22. Hasanuddin Z. Abidin & Kato, T. Why many victims: lessons from the July 2006 south Java tsunami earthquake? *Asia Oceania Geosciences Society abstract SE19-A0002*, 13 p. (2007). <http://www.asiaoceania.org/society/public.asp?bg=abstract&page=absList07/absList.asp>
 23. Hearn, L. *Gleanings in Buddha-fields; sutides of hand and soul in the Far East*. 296 p. (Houghton, Mifflin, Boston, 1897).
 24. Herry Yogaswara & Eko Yulianto. *Smong, pengetahuan lokal Pulau Simeulue: sejarah dan kesinambungannya* 69 hal. (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia; United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization; and International Strategy for Disaster Reduction, Jakarta, 2006). Terjemahan bahasa Inggris tersedia di <http://www.jtic.org/en/info-sources/jtic-info-sources/publications.html?download=1315%3Asmong-pengetahuan-lokal-pulau-simeulue>
 25. Hoppe, M., & Hari Setiyo Mahadiko. 30 Minutes in the City of Padang: Lessons for tsunami preparedness and early warning from the earthquake on September 30, 2009. Capacity building in local communities, working document no. 25, 26 p. (German-Indonesian Cooperation for a Tsunami Early Warning System, GTZ-International Services, Jakarta, 2010). <http://www.jtic.org/en/info-sources/other-tsunami-sources/publications.html?download=1314%3A30-minutes-in-the-city-of-padang>
 26. Iemura, P., Mulyo Harris Pradono, Agussalim bin Husen, Thantawi Jauhari & Sugimoto, M. Construction of tsunami memorial poles for hazard data dissemination and education, in Kato, T., ed., *Symposium on giant earthquakes and tsunamis*, p. 249-254. (Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Tokyo, 2008).
 27. Jankaew, K., Atwater, B. F., Sawai, Y., Choowong, M., Charoentirat, T., Martin, M. E. & Prendergast, A. Medieval forewarning of the 2004 Indian Ocean tsunami in Thailand. *Nature* 455, 1228-1231. doi doi 10.1038/nature07373 (2008).
 28. Kanamori, hal. The energy release in great earthquakes. *Journal of Geophysical Research* 82, 2981-2987 (1977).
 29. Kanamori, hal. Lessons from the 2004 Sumatra-Andaman earthquake. *Philosophical Transactions - Royal Society. Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 364, 1927-1945. doi 10.1098/rsta.2006.1806 (2006).
 30. Kanamori, hal. & Rivera, L. Source inversion of W phase; speeding up seismic tsunami warning. *Geophysical Journal International* 175, 222-238. doi 10.1111/j.1365-246X.2008.03887.x (2008).
 31. Lavigne, F., Paris, R., Grancher, D., Wassmer, P., Brunstein, D., Vautier, F., Leone, F., Flohic, F., De Coster, B., Gunawan, T., Gomez, C., Setiawan, A., Rino Cahyadi & Fachrizal. Reconstruction of Tsunami Inland Propagation on December 26, 2004 in Banda Aceh, Indonesia, through Field Investigations. *Pure and Applied Geophysics* 166, 259-281 (2009).
 32. Masyhur Irsyam, Donny T. Dangkoa, Hendriyawan, Drajat Hoedajanto, Bigman M. Hutapea, Engkon K. Kertapati, Boen, T. & Petersen, M. D. Proposed seismic hazard maps of Sumatra and Java islands and microzonation study of Jakarta city, Indonesia. *Journal of Earth System Science* 117, Supplement 2, 865-878. doi 10.1007/s12040-008-0073-3 (2008).
 33. McAdoo, B. G., Dengler, L., Prasetya, G. & Titov, V. Smong: How an oral history saved thousands on Indonesia's Simeulue Island during the December 2004 and March 2005 tsunamis. *Earthquake Spectra* 22, S661-S669 (2006).
 34. McCaffrey, R. Global frequency of magnitude 9 earthquakes. *Geology* 36, 263-266. doi 10.1130/G24402A.1 (2008).
 35. Merrifield, M. A., Firing, Y. L., Aarup, T., Agricole, W., Brundrit, G., Chang-Seng, D., Farre, R., Kilonsky, B., Knight, W., Kong, L., Magori, C., Manurung, P., McCreery, C., Mitchell, W., Pillay, S., Schindele, F., Shillington, F., Testut, L., Wijeratne, E. M. S., Caldwell, P., Jardin, J., Nakahara, S., Porter, F. Y. & Turetsky, N. Tide gauge observations of the Indian Ocean tsunami, December 26, 2004. *Geophysical Research Letters* 32, doi 10.1029/2005GL022610 (2005).
 36. Monecke, K., Finger, W., Klarer, D., Kongko, W., McAdoo, B., Moore, A. L. & Sudrajat, S. U. A 1,000-year sediment record of tsunami recurrence in northern Sumatra. *Nature* 455, 1232-1234. doi 10.1038/nature07374 (2008).
 37. Nanayama, F., Satake, K., Furukawa, R., Shimokawa, K., Atwater, B. F., Shigeno, K. & Yamaki, S. Unusually large earthquakes inferred from tsunami deposits along the Kuril Trench. *Nature* 424, 660-663. doi 10.1038/nature 01864 (2003).
 38. Natawidjaja, D. H., Sieh, K., Chlieh, M., Galetzka, J., Suwargadi, B. W., Cheng, P., Edwards, R. L., Avouac, J. & Ward, S. N. Source parameters of the great Sumatran megathrust earthquakes of 1797 and 1833 inferred from coral microatolls. *Journal of Geophysical Research* 111, doi 10.1029/2005JB004025 (2006).
 39. Nelson, A. R., Kelsey, P. M. & Witter, R. C. Great



Selama penelusuran geologi tsunami sebagaimana ditampilkan pada halaman 5, Priyobudi dari pusat peringatan tsunami Indonesia mewawancarai penduduk daerah sekitar Cilacap. Referensi 11 dan 16 menjelaskan beberapa dampak tsunami 2006 pada pesisir selatan Jawa di daerah ini, dan referensi 6 menelusuri cara tsunami tersebut terbentuk.

- earthquakes of variable magnitude at the Cascadia subduction zone. *Quaternary Research* 65, 354-365. doi 10.1016/j.yqres.2006.02.009 (2006).
40. Newcomb, K. R. & McCann, W. R. Seismic history and seismotectonics of the Sunda Arc. *Journal of Geophysical Research* 92, 421-439. 10.1029/JB092iB01p00421 (1987).
 41. Post, J., Wegscheider, S., Mück, M., Zosseder, K., Kiefl, R., Steinmetz, T., & Strunz, G. Assessment of human immediate response capability related to tsunami threats in Indonesia at a sub-national scale. *Natural Hazards and Earth System Science* 9, 1075-1086. www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/9/1075/2009/ (2009).
 42. Rajendran, C. P., Rajendran, K., Machado, T., Satyamurthy, T., Aravazhi, P. & Jaiswal, M. Evidence of ancient sea surges at the Mamallapuram coast of India and implications for previous Indian Ocean tsunami events. *Current Science* 91, 1242-1247 (2006).
 43. Rajendran, C. P., Rajendran, K., Anu, R., Earnest, A., Machado, T., Mohan, P. M. & Freymueller, J. T. Crustal deformation and seismic history associated with the 2004 Indian Ocean earthquake; a perspective from the Andaman-Nicobar islands. *Bulletin of the Seismological Society of America* 97, S174-S191. doi 10.1785/0120050630 (2007).
 44. Rajendran, K., Rajendran, C. P., Earnest, A., Ravi Prasad, G. V., Dutta, K., Ray, D. K. & Anu, R. Age estimates of coastal terraces in the Andaman and Nicobar Islands and their tectonic implications. *Tectonophysics* 455, 53-60 (2008).
 45. Saatcioglu, M., Ghobarah, A. & Nistor, I. Performance of structures in Indonesia during the December 2004 great Sumatra earthquake and Indian Ocean tsunami. *Earthquake Spectra* 22, S295-S319 (2006).
 46. Sawai, Y., Kamataki, T., Shishikura, M., Nasu, P., Okamura, Y., Satake, K., Thomson, K. H., Matsumoto, D., Fujii, Y., Komatsubara, J. & Aung, T. T. Aperiodic recurrence of geologically recorded tsunamis during the past 5500 years in eastern Hokkaido, Japan. *Journal of Geophysical Research* 114 (2009).
 47. Shepard, F. P., Macdonald, G. A. & Cox, D. C. The tsunami of April 1, 1946 [Hawaii]. *Scripps Institute of Oceanography Bulletin* 5, 391-528 (1950).
 48. Sieh, K., Natawidjaja, D. H., Meltzner, A. J., Shen, C., Cheng, P., Li, K., Suwargadi, B. W., Galetzka, J., Philibosian, B. & Edwards, R. L. Earthquake supercycles inferred from sea-level changes recorded in the corals of west Sumatra. *Science* 322, 1674-1678. doi 10.1126/science.1163589 (2008).
 49. Simkin, T. & Fiske, R. S. *Krakatau 1883; the volcanic eruption and its effects* (Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 1983).
 50. Simons, W. J. F., Socquet, A., Vigny, C., Ambrosius, B. A. C., Haji Abu, S., Prothong, C., Subarya, C., Sarsito, D. A., Matheussen, S., Morgan, P. & Spakman, W. A decade of GPS in Southeast Asia; resolving Sundaland motion and boundaries. *Journal of Geophysical Research* 112, B06420. doi 10.1029/2005JB003868 (2007).
 51. Socquet, A., Simons, W., Vigny, C., McCaffrey, R., Subarya, C., Sarsito, D., Ambrosius, B. & Spakman, W. Microblock rotations and fault coupling in SE Asia triple junction (Sulawesi, Indonesia) from GPS and earthquake slip vector data. *Journal of Geophysical Research* 111. doi 10.1029/2005JB003963 (2006).
 52. Subandonon Diposaptono & Budiman. *Hidup akrab dengan gempa dan tsunami*. 383 hal. (Buku Ilmiah Populer, Bogor, 2008).
 53. Subarya, C., Chlieh, M., Prawirodirdjo, L., Avouac, J., Bock, Y., Sieh, K., Meltzner, A. J., Natawidjaja, D. H. & McCaffrey, R. Plate-boundary deformation associated with the great Sumatra–Andaman earthquake. *Nature* 440, 46-51 (2006).
 54. Titov, V., Rabinovich, A. B., Mofjeld, hal. O., Thomson, R. E. & Gonzalez, F. I. The global reach of the 26 December 2004 Sumatra tsunami. *Science* 309, 2045-2048. doi 10.1126/science.1114576 (2005).
 55. United Nations International Strategy for Disaster Reduction Secretariat. 2009 Global assessment report on disaster risk reduction: risk and poverty in a changing climate. 207 p. (2009). <http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/report/index.php?id=9413&pid:34&pil:1>.
 56. Weinstein, S. A. & Okal, E. A. The mantle wave magnitude M_m and the slowness parameter THETA: five years of real-time use in the context of tsunami warning. *Bulletin of the Seismological Society of America* 95, 779-799 (2005).
 57. Whitmore, P., Benz, P., Bolton, M., Crawford, G., Dengler, L., Fryer, G., Goltz, J., Hansen, R., Kryzanowski, K., Malone, S., Oppenheimer, D., Petty, E., Rogers, G. & Wilson, J. NOAA/West Coast and Alaska Tsunami Warning Center Pacific Ocean response criteria. *Science of Tsunami Hazards* 27, 1-21 (2008).
 58. World Health Organization Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). Emergency Events Database (EM-DAT): pusat data bencana internasional milik OFDA/CRED. <http://www.emdat.be/>



Tsunami 2006 di sekitar Pangandaran menarik Uus dan anak perempuannya, Piara, yang pada saat itu berumur satu bulan. Dalam wawancara tiga tahun kemudian, Uus membuat sketsa tsunami tersebut dengan bantuan Piara.

JAKARTA TSUNAMI INFORMATION CENTER (JTIC), pencetak buku panduan ini, mengembangkan dan menyediakan informasi untuk mengurangi penderitaan dan korban jiwa akibat tsunami. Badan ini memusatkan upayanya di Asia Tenggara sebagai tanggung jawab regional terhadap UNESCO/IOC – International Tsunami Information Centre NOAA.

JTIC berupaya mempromosikan kesiapan terhadap tsunami melalui bahan pengajaran, dengan buku ini sebagai salah satu contohnya. Sebuah situs komprehensif, www.jtic.org, memungkinkan pengunduhan gratis belasan bahan pengajaran tsunami yang dikembangkan oleh JTIC dan pihak lainnya. Pusat informasi juga menyediakan cetakan beberapa bahan-bahan ini.

JTIC didirikan pada tahun 2006 menanggapi tsunami Samudra Hindia pada 26 Desember, 2004. Dalam keberlangsungan awalnya selama dua setengah tahun, badan ini disokong oleh Canadian International Development Agency. Kini, ia menjadi perpanjangan tangan Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC), yang merupakan bagian dari United Nations Educational, Scientific Cultural Organization (UNESCO).

JTIC tidak mengedarkan peringatan tsunami, tetapi menyediakan informasi tentang cara peringatan tsunami dibuat dan cara menanggapi. Pertanyaan selalu disambut hangat.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)
 Alamat. Jl. Juanda 36. Jakarta
 Pusat, Jakarta 10120
 (+62-21) 3442734, 3442985,
 3443079
 Fax. 021-3505075
contact@bnpb.go.id
www.bnpb.go.id



Pusat Penelitian Geoteknologi
 - Lembaga Ilmu Pengetahuan
 Indonesia (LIPI)
 Kompleks LIPI, Jalan
 Sangkuriang Bandung 40135,
 Indonesia
 +62-22-2503654
 Fax. +62-22-2504593
ekoy001@yahoo.com
www.geotek.lipi.go.id



Jakarta Tsunami Information Center
 Kantor UNESCO Jakarta
 Jl. Galuh II No. 5, Kegayoran Baru
 Jakarta 12110, Indonesia
 +62-21-7399-818
a.kodijat@unesco.org
www.jtic.org



TSUNAMI DI SEKITAR PUSATNYA dapat mulai melanda tepi daratan dalam jangka waktu kurang dari satu jam setelah peringatan alamiah berupa gempa bumi yang terasa. Buku ini menyadur pelajaran terkait bertahan hidup dari riwayat saksi mata dua tsunami seperti yang tersebut di Indonesia. Buku ini ditujukan untuk orang-orang yang hidup, bekerja, atau berlibur di pantai yang rentan terhadap tsunami berkecepatan tinggi. Pantai-pantai tersebut mengitari sebagian pinggiran semua samudra dunia dan bertanggung jawab atas sebagian besar kematian akibat tsunami di seluruh dunia.

Peringatan Terdini

- Memahami Alasan Tsunami Terjadi Kepada Kita
- Gelombang Cepat Cenderung Memberikan Ancaman Terbesar
- Bumi Dapat Mengenang Hal Yang Dilupakan Manusia
- Cara Tetua dan Makam Menjaga Ingatan Tetap Hidup

Peringatan akan Kedatangan Tsunami

- Jika Bumi Bergetar, Tsunami Dapat Segera Mengikuti
- Tsunami Dapat Tiba Sebelum Pengarahan Resmi Tiba
- Air Laut Dapat Surut Seketika Sebelum Kemudian Mengantam
- Air Laut Dapat Bersuara gemuruh
- Burung Dapat Melarikan Diri

Strategi Evakuasi

- Berlari Menuju Perbukitan
- Tinggalkan Harta Benda
- Hindari Memasuki Mobil
- Waspada di Sungai dan Jembatan
- Panjat Bangunan Tinggi
- Panjat Pohon
- Gunakan Benda Mengapung Sebagai Pelampung Darurat
- Jika Lepas Pantai, Tujulah Laut Lebih Jauh
- Perkirakan Lebih Dari Satu Gelombang



Seorang pelajar di Langi, Pulau Simeulue, yang berada di dekat Sumatra Utara, memasang istilah bahasa nasional dan daerah untuk gempa bumi dan tsunami dalam pelajaran sekolah pada tahun 2006. Setahun setengah sebelumnya, tsunami Samudra Hindia 2004 menyapu rumah-rumah di Langi hingga terlepas dari pondasinya. Dilaporkan tsunami telah tiba di sana dalam seperempat jam pertama setelah gempabumi yang memulainya. Namun, Langi, seperti kebanyakan desa di Pulau Simeulue, tidak memiliki korban jiwa. Penghuni pulau memiliki sejarah erat dengan tsunami dan memegang tradisi menggunakan gempabumi sebagai peringatan alam untuk menuju dataran lebih tinggi. Lihat halaman 6.

Diterbitkan oleh United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) melalui Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) pada ulang tahun ke-50 IOC

Dicetak oleh Jakarta Tsunami Information Center dengan kontribusi dari
 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
 Universitas Syiah Kuala
 United States Geological Survey
 American Indonesian Exchange Foundation
 International Tsunami Information Centre
 Canadian International Development Agency



ISBN 978-979-19957-9-5
 9 789791 995795