

TSUNAMI GLOSSARY



Intergovernmental Oceanographic
Commission of UNESCO

International Tsunami Information Centre



UNESCO 2006

IOC/INF – 1221
Hawaii, Januari 2006
Bahasa Asli: Bahasa Inggris

Penandaan-penandaan yang digunakan serta presentasi material dalam publikasi ini berkaitan dengan status hukum, kekuasaan serta pembatasan garis depan dari sebuah negara atau wilayah, tidak mengacu kepada bentuk pendapat apapun dari pihak UNESCO/IOC.

Untuk tujuan kepastakaan, dokumen ini harus dikutip seperti berikut:

UNESCO-IOC. Daftar Istilah Tsunami. Informasi Dokumen IOC No. 1221. Paris, UNESCO, 2006

Dicetak oleh Servicio Hidrografico y Oceanografico de la Armada (SHOA)
Errazuriz 254 Playa Ancha Valparaiso Chile
www.shoa.cl – shoa@shoa.cl

Dipublikasikan oleh Organisasi PBB untuk Pendidikan, Ilmu Pengetahuan dan Budaya (UNESCO)
7 Place de Fontenoy, 75 352 Paris 07 SP, Perancis
© UNESCO 2006

Diterjemahkan oleh Jakarta Tsunami Information Centre (JTIC), www.jtic.org
UNESCO Office Jakarta, Jl. Galuh II, No 5, Kebayoran Baru
Jakarta 12110, Indonesia



Foto sumbangan dari Arsip Bishop Museum.

1 KLASIFIKASI TSUNAMI

KARAKTERISTIK FENOMENA TSUNAMI

Tsunami bergerak keluar dari daerah pembangkitannya dalam bentuk serangkaian gelombang. Kecepatannya bergantung pada kedalaman perairan, akibatnya gelombang tersebut mengalami percepatan atau perlambatan sesuai dengan bertambah atau berkurangnya kedalaman dasar laut. Dengan proses ini arah pergerakan gelombang juga berubah dan energi gelombang bisa menjadi terfokus atau juga menyebar. Pada laut dalam, gelombang tsunami mampu bergerak pada kecepatan 500 sampai 1.000 kilometer per jam. Sedangkan dekat pantai, kecepatannya melambat menjadi beberapa puluh kilometer per jam. Ketinggian tsunami juga bergantung pada kedalaman air. Sebuah gelombang tsunami yang hanya memiliki ketinggian satu meter di laut dalam bisa meninggi hingga puluhan meter pada garis pantai. Berbeda dengan gelombang laut yang terjadi karena terpaan angin yang hanya mengganggu permukaan laut, maka energi gelombang tsunami meluas sampai ke dalam lautan. Di dekat pantai, energi gelombang ini terkonsentrasi pada arah vertikal karena berkurangnya kedalaman air dan berubah arah menjadi horizontal ketika memendeknya panjang gelombang yang diakibatkan perlambatan gerak gelombang.

Tsunami memiliki beberapa periode (waktu untuk siklus satu gelombang) yang bisa berkisar dari beberapa menit hingga satu jam, atau untuk beberapa kasus bisa lebih. Di tepi pantai, tsunami dapat memiliki ekspresi yang berbeda-beda bergantung pada ukuran dan periode gelombang-gelombangnya, batimetri dekat pantai dan bentuk garis pantai, keadaan pasang surut serta faktor-faktor lainnya. Dalam beberapa kasus, tsunami hanya menghasilkan banjir yang tidak berbahaya pada wilayah pantai rendah lalu menuju ke daratan seperti air pasang yang cepat. Sementara dalam kasus lainnya tsunami dapat masuk ke daratan menyerupai sebuah dinding air vertikal yang bergolak dan membawa puing-puing yang bisa menghancurkan. Dalam banyak kasus, terjadi pula muka air laut surut secara tak lazim (dapat mencapai satu kilometer atau lebih). Ini terjadi sebelum terbentuknya puncak gelombang tsunami. Arus laut yang kuat dan tidak seperti biasanya dapat pula menyertai tsunami yang kecil sekalipun.

Kerusakan dan kehancuran karena tsunami merupakan hasil langsung dari tiga faktor: banjir bandang, dampak gelombang terhadap struktur, dan erosi. Sementara korban jiwa muncul karena tenggelamnya orang-orang dan dampak fisik atau trauma disebabkan terjebaknya korban dalam golkakan gelombang tsunami yang membawa puing-puing. Arus kuat yang disebabkan oleh tsunami menyebabkan terjadinya erosi pada pondasi dan rubuhnya jembatan atau dinding air laut.



Pengembangan dan tekanan arus menyeret rumah dan membalikkan kendaraan. Tekanan gelombang tsunami juga meruntuhkan kerangka bangunan dan struktur lainnya. Sementara, kerusakan yang lumayan parah juga disebabkan oleh puing-puing yang mengapung termasuk kapal, mobil dan pepohonan yang dapat menjadi benda-benda berbahaya ketika menghantam gedung, dermaga dan kendaraan. Tekanan kencang yang tiba-tiba dari tsunami juga menghancurkan kapal-kapal dan fasilitas pelabuhan, bahkan oleh tsunami yang kecil sekalipun. Api yang berasal dari tumpahan minyak atau ledakan dari kapal yang hancur di pelabuhan, dan pecahnya tempat penyimpanan minyak serta fasilitas kilang minyak di pantai dapat menyebabkan kerusakan yang terkadang lebih parah daripada dampak langsung gelombang tsunami. Kerusakan lain yang biasanya menyusul juga bisa disebabkan oleh polusi kotoran dan bahan kimia. Kerusakan dari fasilitas tempat pemasokan, pelepasan dan penyimpanan dapat pula mengakibatkan masalah yang berbahaya. Kekhawatiran lain yang juga mulai menjadi perhatian dari dampak potensial dari surutnya tsunami adalah ketika air surut akan mempengaruhi suplay air pendingin pada pembangkit listrik tenaga nuklir.

TSUNAMI IRING UDARA

Sinonim untuk Tsunami Atmosfer.

TSUNAMI ATMOSFIR

Gelombang yang menyerupai tsunami yang ditimbulkan oleh tekanan atmosfer berlaju cepat yang bergerak di atas laut dangkal pada kecepatan yang hampir sama dengan kecepatan gelombang, sehingga memungkinkan keduanya beriring.

SEJARAH TSUNAMI

Tsunami yang telah didokumentasikan dibuat atas penuturan saksi mata atau pengamatan instrumental dalam catatan sejarah.

TSUNAMI LOKAL

Tsunami dari suatu sumber yang letaknya tidak jauh dan dampak destruktifnya terbatas hanya pada pantai dalam radius 100 km dari sumber. Tsunami lokal biasanya timbul karena gempa bumi, tetapi dapat pula disebabkan oleh tanah longsor atau aliran lahar vulkanik dari letusan gunung berapi.

MAREMOTO

Istilah Bahasa Spanyol untuk tsunami



Kerusakan yang disebabkan oleh tsunami di Chili pada tanggal 22 Mei 1960. Foto milik Ilustre Municipalidad de Maulin, USGS Circular 1187

MIKROTSUNAMI

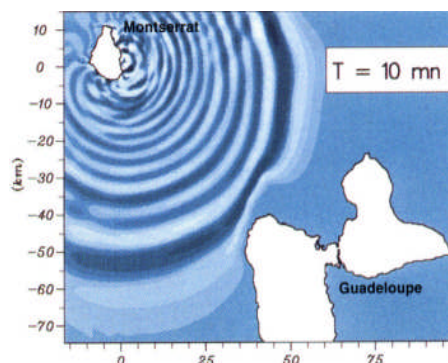
Tsunami yang memiliki amplitudo demikian kecil sehingga untuk mengamatinya diperlukan alat dan tidak mudah mendeteksinya secara kasatmata.

TSUNAMI LINTAS SAMUDERA

Tsunami yang mampu menimbulkan kehancuran berskala luas, tidak hanya di daerah sekitar asal timbulnya melainkan juga lintas lautan. Semua tsunami seluas lautan yang pernah terjadi ditimbulkan oleh gempa bumi-gempa bumi besar. Sinonim untuk teletsunami atau tsunami jauh.

PALEOTSUNAMI

Tsunami yang terjadi pada zaman dahulu sebelum adanya catatan sejarah atau tidak ada laporan pengamatan tertulis. Penelitian paleotsunami terutama



Potret pemodelan numerik dari permukaan air 10 menit setelah aliran lahar pada bagian tenggara Kepulauan Monserrat mengawali terjadinya longsor bawah-laut dan timbulnya tsunami. Foto milik LDG-France.



didasarkan pada identifikasi, pemetaan, dan bukti berupa endapan-endapan tsunami yang ditemukan di daerah-daerah pantai, dan korelasinya dengan endapan-endapan serupa yang ditemukan di tempat lain secara lokal, regional, atau di seberang ceruk-ceruk lautan. Dalam satu contoh, riset seperti ini telah membawa kekhawatiran baru akan kemungkinan timbulnya gempa bumi-gempa bumi dan tsunami-tsunami yang sangat besar sepanjang pantai barat laut Amerika Utara. Namun, dalam contoh lain, tsunami di kawasan Kuril-Kamchatka dapat direntangkan catatan waktunya sangat jauh ke belakang. Selama riset di bidang ini tetap diteruskan maka akan mungkin menghasilkan sejumlah informasi baru yang penting tentang tsunami-tsunami di masa lalu dalam membantu pengamatan bahaya tsunami.

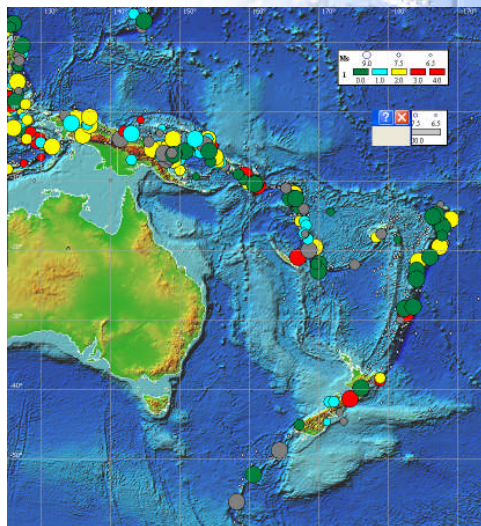
TSUNAMI REGIONAL

Tsunami yang dapat menghancurkan suatu wilayah geografis tertentu, umumnya dalam radius 1,000 kilometer dari sumbernya. Tsunami regional adakalanya berdampak sangat terbatas dan bersifat lokal pada wilayah di luarnya.

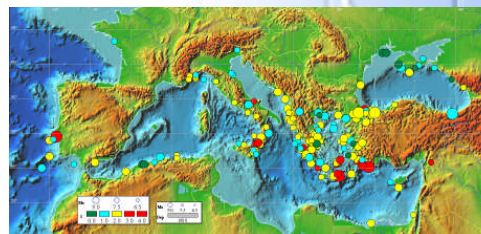
Sebagian besar tsunami destruktif dapat digolongkan sebagai lokal atau regional, artinya dampak destruktifnya terbatas pada pantai-pantai dalam jarak 100 kilometer dari sumbernya bagi yang bersifat lokal, dan berkisar 1,000 kilometer bagi yang regional – biasanya hanya menghasilkan sebuah gempa bumi. Banyak korban jiwa dan kerusakan harta benda yang bisa diakibatkan baik dari tsunami lokal dan regional ini. Antara tahun 1975 dan 2005 ada 22 tsunami lokal atau regional di Pasifik dan laut-laut sekitarnya yang menelan korban jiwa dan kerusakan harta benda.

Sebagai contoh, tsunami regional pada tahun 1983 di Laut Jepang atau Laut Timur, menimbulkan kerusakan parah di daerah-daerah pantai Jepang, Korea, dan Rusia yang menimbulkan kerugian senilai lebih dari \$800 juta, dan menelan lebih dari 100 jiwa. Kemudian, setelah sembilan tahun tanpa satu peristiwa apapun, 11 tsunami lokal yang menghancurkan terjadi dalam rentang waktu tujuh tahun dari 1992 ke 1998, menelan korban lebih dari 4,200 jiwa dan merusak harta benda senilai ratusan juta dollar. Dalam sebagian besar dari kasus-kasus ini, upaya mitigasi tsunami yang ada pada waktu itu tidak mampu mencegah jatuhnya korban jiwa dan harta benda yang besar. Akan tetapi, kerugian yang bakal timbul dari kemungkinan tsunami lokal atau regional di masa mendatang dapat ditekan jika dibangun jaringan erat antara pusat peringatan, stasiun pelaporan seismik dan tinggi muka air,

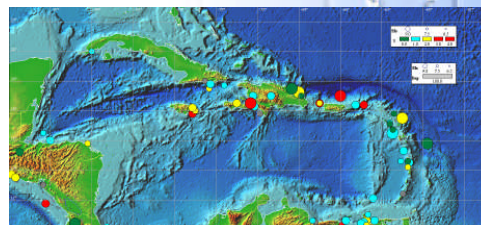
komunikasi yang lebih baik untuk menyampaikan peringatan berkala, dan akan lebih baik jika secara bersamaan diselenggarakan program pendidikan mengenai tsunami dan kesiapan menghadapinya.



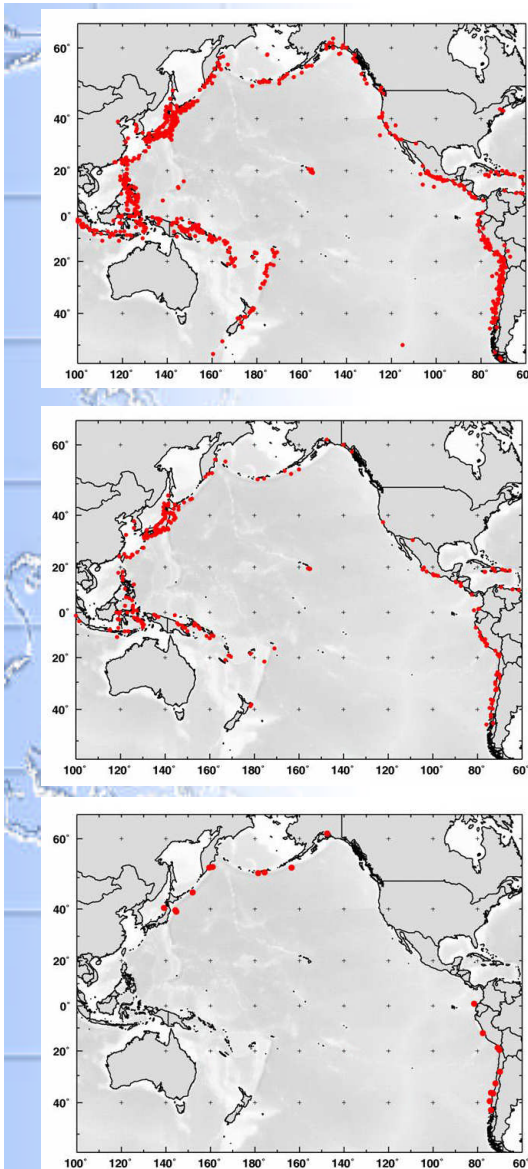
Gempa bumi yang menimbulkan tsunami di Pasifik Baratdaya. Sumber: ITDB, 2005. Lingkaran merah menunjukkan tsunami-tsunami yang menimbulkan kerusakan terbesar menurut skala intensitas tsunami Imamura-Soloviev. Lingkaran abu-abu adalah gempa-gempa bumi yang tidak memicu tsunami. Ukuran lingkaran diukur dengan skala magnitudo gempa bumi.



Gempa bumi-gempa bumi yang memicu tsunami di Laut Mediterania dan sekitarnya. Sumber: ITDB, 2005.



Gempa bumi-gempa bumi yang memicu tsunami di Laut Karibia dan sekitarnya. Sumber: ITDB, 2005.



Lebih dari 80% tsunami di dunia ditemukan di wilayah Pasifik dimana gempa bumi besar sering terjadi karena proses subduksi lapisan tektonik sepanjang Lingkaran Api Pasifik. Atas: Episentrum dari semua gempa yang berpotensi tsunami. Tengah: Episentrum dari tsunami yang menyebabkan kerusakan dan menelan korban. Bagian baratdaya Pasifik merupakan wilayah sumber tsunami lokal dan subregional yang menghancurkan. Bawah: Episentrum dari tsunami yang menyebabkan kerusakan dan menelan korban jiwa yang jauhnya lebih dari 1,000 km. Sesuai catatan historis, wilayah di atas adalah wilayah bahaya tsunami dari tsunami seluas Pasifik yang destruktif. Sumber: Pusat Peringatan Tsunami Pasifik.



Regional and local tsunamis measured since 1975

Date	Source Location	Estimated dead or missing
29 Nov 1975	Hawaii, U.S.A.	2
17 Aug 1976	Moro Bay, Philippines	*4,000
19 Aug 1977	Sumbawa, Indonesia	189
18 Jul 1979	Lembata Is., Indonesia	187
16 Oct 1979	French Riviera	6
12 Dec 1979	Narino, Colombia	500
11 May 1981	South Africa	0
26 May 1983	Sea of Japan	100
3 Mar 1985	Chile	*377
22 Apr 1991	Atlantic Ocean (Central America)	2
25 Apr 1992	California, USA	0
2 Sep 1992	Nicaragua	168
12 Dec 1992	Flores Is., Indonesia	*1,000
12 Jul 1993	Sea of Japan	*330
3 Jun 1994	Java, Indonesia	222
3 Nov 1994	Skagway, Alaska, USA	1
14 Nov 1994	Verde Island Passage, Philippines	*74
15 Jun 1995	Gulf of Corinthos, Greece	0
30 July 1995	Chile	3
9 Oct 1995	Manzanillo, Mexico	1
1 Jan 1996	Sulawesi, Indonesia	9
17 Feb 1996	Irian Jaya, Indonesia	110
17 Jul 1998	Papua New Guinea	2,200
17 Aug 1999	Izmut, Turkey	0
23 Jun 2001	Peru	26
3 Jan 2002	Vanuatu	0
30 Dec 2002	Stromboli, Italy	0
21 May 2003	Algeria	0
25 Sep 2003	Hokkaido, Japan	2

* May include earthquake casualties

TELETSUNAMI ATAU TSUNAMI JAUH

Tsunami yang berasal dari sumber yang letaknya jauh, biasanya lebih dari 1,000 km.

Jenis tsunami ini jarang terjadi tetapi lebih berbahaya daripada tsunami regional. Biasanya bermula sebagai tsunami lokal yang menyebabkan kehancuran besar di dekat sumbernya, lalu gelombang-gelombangnya menjalar melintasi seberang ceruk samudera dengan energi yang cukup kuat sampai menimbulkan tambahan korban dan kehancuran di pantai-pantai yang letaknya lebih dari 1,000 kilometer dari sumber.

Dalam 200 tahun terakhir setidaknya ada 21 tsunami seluas lautan yang destruktif.

Tsunami seluas Pasifik yang paling destruktif dalam sejarah baru-baru ini ditimbulkan oleh satu gempa bumi sangat besar di lepas pantai Chili pada 22 Mei 1960. Semua kota-kota di daerah pantai Chili antara dataran ke-36 dan dataran ke-44 porak-poranda atau rusak berat akibat tsunami dan gempa bumi itu. Akibatnya 2,000 orang tewas, 3,000 orang terluka, dua juta orang kehilangan tempat tinggal dan kerugian harta benda mencapai \$550 juta. Di lepas pantai Corral, Chili, tinggi gelombang diperkirakan mencapai 20 meter (67 kaki). Tsunami itu menelan 61 jiwa di Hawaii, 20 jiwa di Filipina, dan 138 jiwa di Jepang. Kerugian harta benda diperkirakan US\$50 juta di Jepang, US\$24 juta di Hawaii, dan beberapa juta dollar di sepanjang pantai barat Amerika Serikat dan Kanada. Ketinggian gelombang bervariasi mulai dari fluktuasi kecil di beberapa daerah sampai 12 meter (40 kaki) di Pitcairn Island, 11 meter di Hilo, Hawaii, dan enam meter (20 kaki) di beberapa tempat di Jepang.



Tsunami 26 Desember 2004 memporakporandakan kota di dekat Banda Aceh, menyisakan beberapa bangunan yang masih tetap berdiri. Foto milik Yuichi Nishimura, Universitas Hokkaido.

Bencana tsunami terburuk dalam sejarah terjadi di Lautan Hindia pada 26 Desember 2004, ketika gempa berkekuatan M9.3 di lepas pantai barat laut Sumatra, Indonesia, menimbulkan tsunami seluas lautan yang juga menghantam Thailand dan Malaysia ke timur, Sri Lanka, India, Republik Maladewa dan Afrika ke barat dalam perjalanannya melintasi Lautan Hindia. Hampir 250,000 orang kehilangan jiwa dan lebih dari sejuta orang terpaksa mengungsi karena kehilangan rumah, harta benda dan mata pencaharian. Besarnya jumlah korban jiwa dan kerusakan yang diakibatkan oleh tsunami itu segera menggugah hati para pemimpin dunia sehingga diadakanlah sistem peringatan dan peringanan dampak tsunami di Lautan Hindia pada tahun 2005.

Peristiwa itu juga meningkatkan kesadaran global akan bahaya tsunami, dan sistem-sistem barupun dibangun di Karibia, Laut Tengah, dan Atlantik.

Teletsunamis recorded since 1650			Estimated dead or missing
Date	Source Location		
20 Oct 1687	Peru		500
7 Jun 1692	Jamaica		*3000
26 Jan 1700	Cascadia NE Pacific		N/A
8 Jul 1730	Chile		0
25 May 1751	Chile		30
1 Nov 1755	Lisbon, Portugal		*10,000
24 Apr 1771	Ryukyu Islands		12,000
2 Feb 1835	Chile		3
7 Nov 1837	Chile		62
24 Dec 1854	Japan		3000
13 Aug 1868	Chile		*26,000
10 May 1877	Chile		500
31 Dec 1881	Bay of Bengal		N/A
27 Aug 1883	Krakatau, Indonesia		*30,000
15 Jun 1896	Sanriku, Japan		*22,000
31 Jan 1906	Colombia-Ecuador		500
17 Aug 1906	Chile		N/A
7 Sep 1918	Kuril Islands		47
11 Nov 1922	Chile		100
3 Feb 1923	Kamchatka, Russia		2
1 Sep 1923	Kanto, Japan		2,144
2 Mar 1933	Sanriku, Japan		3,000
7 Dec 1944	Tonankai, Japan		1,038
1 Apr 1946	Aleutian Islands, U.S.A.		179
20 Dec 1946	Nankaido, Japan		1997
4 Mar 1952	Hokkaido, Japan		33
4 Nov 1952	Russia		N/A
9 Mar 1957	Aleutian Islands, U.S.A.		5
22 May 1960	Chile		*2,000
28 Mar 1964	Alaska, U.S.A.		132
4 Feb 1965	Aleutian Islands, U.S.A.		0
16 May 1968	Honshu, Japan		52
4 Oct 1994	Shikotan Island, Russia		11
21 Feb 1996	Peru		15
26 Dec 2004	Northern Sumatra		*250,000

* May include earthquake casualties
N/A; numbers not available

TSUNAMI

Istilah Jepang yang berarti gelombang ("nami") di pelabuhan ("tsu"). Serangkaian gelombang yang berjalan sangat jauh dengan periode waktu yang panjang, biasanya ditimbulkan oleh guncangan-guncangan yang berhubungan dengan gempa bumi yang terjadi di bawah atau dekat dasar laut. (Disebut juga gelombang laut seismik dan, secara keliru sering disebut gelombang pasang surut). Letusan-letusan gunung berapi, tanah longsor bawah laut, dan terbanan karang pantai – seperti halnya meteor besar yang menimpa lautan – dapat pula memicu tsunami.

Gelombang tsunami dapat mencapai dimensi yang sangat besar dan bergerak melintasi seantero ceruk lautan dengan hanya kehilangan sedikit energi. Gelombang ini bergerak lanjut seperti gelombang gravitasi biasa dengan ciri-ciri waktu antara 10 dan 60 menit. Tsunami akan menjulang makin tinggi ketika mendekati perairan dangkal, membanjiri daerah-daerah yang letaknya rendah; dan memiliki topografi bawah-laut lokal yang menyebabkan gelombang dapat meninggi; akibatnya gelombang tersebut bisa pecah dan menimbulkan kerusakan besar. Tsunami tidak punya hubungan dengan pasang surut; sehingga julukan 'gelombang pasang surut' adalah keliru.



Tsunami yang terjadi pada tanggal 26 Mei 1983; gempa laut Jepang mendekati Pulau Okushiri, Jepang. Foto milik Universitas Tokai.



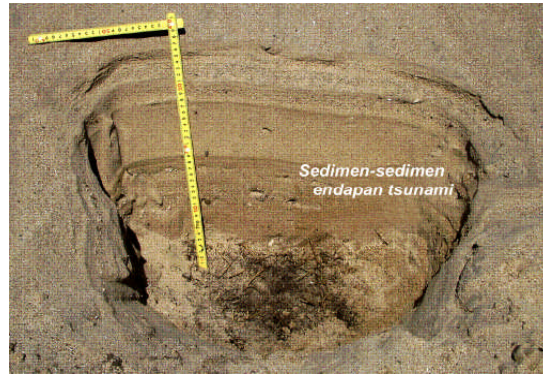
Kerusakan sepanjang kota tepi laut Hilo, Hawaii akibat tsunami seluas Pasifik yang terjadi di pantai Pulau Unimak, Kepulauan Aleutian, AS tanggal 1 April 1946.

TSUNAMI GEMPA BUMI

Gempa bumi yang menimbulkan tsunami yang luar biasa besarnya dan sebanding dengan magnitudo gempa bumi (Kanamori 1972). Gempa bumi tsunami ditandai dengan; *focus* (sumber gempa) yang sangat dangkal, pergeseran sesar/patahan (*fault dislocations*) sejauh beberapa meter, dan memiliki permukaan patahan lebih kecil daripada patahan permukaan karena gempa bumi biasa. Gempa tsunami juga merupakan gempa bumi lambat, dengan gelinciran (*slippage*) sepanjang patahannya dan gerakannya lebih lambat daripada yang terjadi pada gempa bumi biasa. Peristiwa terakhir seperti ini adalah pada tahun 1992 (Nikaragua), 1994 (Jawa) dan 1996 (Chimbote, Peru).

SEDIMEN TSUNAMI

Sedimen yang diendapkan oleh tsunami. Temuan sedimen tsunami di dalam lapisan-lapisan tanah stratigrafik dapat memberi informasi tentang sejarah kejadian paleotsunami. Temuan serupa berupa endapan di tempat-tempat berbeda, terkadang di seberang ceruk lautan dan jauh dari sumber tsunami, dapat digunakan untuk memetakan dan menyimpulkan sebaran banjir bandang tsunami dan dampaknya.



Lapisan-lapisan sedimen yang terendapkan dari gelombang tsunami di Lautan Hindia pada 26 Desember 2004, seperti yang diamati di Banda Aceh, Indonesia. Foto milik Yuichi Nishimura, Universitas Hokkaido.

2 ISTILAH UMUM TSUNAMI

Bagian ini menjelaskan istilah umum yang biasa dipakai dalam pengurangan dampak tsunami serta pemodelan dan terjadinya tsunami.

GELOMBANG PECAH

Gelombang permukaan laut yang begitu menjulang (julgangan gelombang $1/7$) sehingga puncaknya lebih maju daripada badan gelombang dan jatuh terhempas tidak karuan di atas pantai atau terumbu karang. Kepecahan biasanya terjadi ketika kedalaman air kurang dari 1,28 kali tinggi gelombang. Kasarnya, pecahan tergantung pada derajat kemiringan dasar laut, sehingga dapat dibedakan menjadi tiga macam: a). Pecahan tumpah (di atas dasar laut yang hampir rata) yang membentuk suatu petak berbuih pada puncak dan berangsur-angsur pecah berserakan cukup jauh. b). Pecahan hunjam (di atas gradien-gradien dasar yang agak curam) yang memuncak, meliuk bagai payung raksasa terkembang kemudian pecah bagai piring kaca jatuh ke lantai. c). Pecahan gulung (di atas gradien dasar sangat curam) yang tidak pecah atau menghunjam melainkan mengombak bergulung-gulung ke muka pantai.

Gelombang-gelombang juga pecah dalam perairan yang dalam jika gelombang itu menjulang terlalu tinggi karena disebabkan oleh angin, tetapi gelombang itu biasanya berpuncak rendah dan dinamai gelombang jambul putih berbuih atau pecah-pecah (*whitecap*).

PEMECAH GELOMBANG

Bangunan lepas pantai atau di pantai, seperti tembok, pintu air, atau objek lainnya sebagai pemecah gelombang di dalam air yang digunakan untuk melindungi pelabuhan atau pantai dari kekuatan gelombang-gelombang.



Tembok laut dengan tangga-tangga untuk jalur evakuasi digunakan untuk melindungi kota pantai dari banjir bandang tsunami di Jepang. Foto milik Dinas Perairan, Kementerian Pertanahan, Pekerjaan Umum dan Perhubungan, Jepang.



Pusaran air yang dihasilkan oleh interaksi antara gelombang-gelombang tsunami ketika menghempas pantai, di Sri Lanka 26 Desember 2004. Foto milik Digital Globe.

PUSARAN AIR

Bila diibaratkan dengan satu molekul, suatu "bulatan" cairan di dalam suatu massa cair yang punya kesatuan tertentu dan sejarah hidup sendiri; kegiatan dari bulatan cairan itu merupakan hasil bersih dari pusaran-pusaran air.



Pintu air digunakan untuk menahan gelombang-gelombang tsunami di Kepulauan Okushiri, Jepang. Pintu tersebut mulai menutup secara otomatis dalam tempo beberapa detik setelah guncangan gempa bumi memicu sensor-sensor gempanya. Foto milik ITIC.

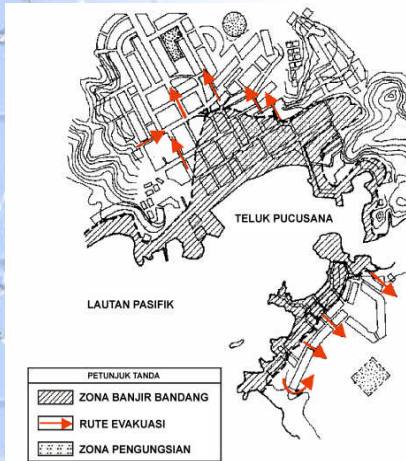


PERKIRAAN WAKTU KEDATANGAN (ESTIMATED TIME OF ARRIVAL - ETA)

Waktu kedatangan tsunami di lokasi tertentu, seperti diperkirakan melalui model kecepatan dan pembiasan gelombang tsunami ketika ia bergerak dari sumber asalnya. ETA dapat diperkirakan dengan ketepatan yang sangat baik jika *bathymetry* (batimetri; kedalaman laut) dan sumber gempa diketahui (kurang dari beberapa menit).

PETA EVAKUASI

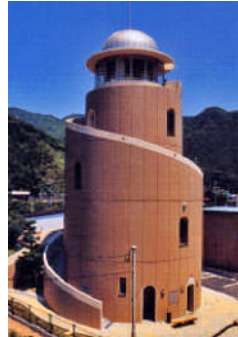
Suatu gambar atau peta yang menunjukkan secara garis besar daerah bahaya serta batasan-batasan daerah kemana penduduk harus diungsikan untuk menghindari bahaya gelombang tsunami. Rute evakuasi adakalanya ditandai untuk menciptakan efisiensi dalam gerakan perpindahan penduduk dari zona evakuasi ke evakuasi tempat perlindungan.



Banjir bandang dan peta evakuasi yang dibuat untuk kota pantai Pucusana, Peru.



Landasan yang ditinggikan, digunakan untuk evakuasi tsunami yang juga berfungsi untuk titik pemandangan tempat tinggi bagi pelancong. Pulau Okushiri, Jepang. Foto milik ITIC.



Gedung Perlindungan Darurat yang juga berfungsi sebagai pusat komunitas dan Museum Pencegahan Bencana. Kisei, daerah administratif Mie, Jepang. Tinggi gedung ini 22 meter dan memiliki lima lantai yang menutupi area sebesar 320 meter persegi dengan daya tampung 500 orang. Informasi milik <http://www.webmie.or.jp>

DATA HISTORIS TSUNAMI

Data historis yang tersedia dalam banyak bentuk dan di banyak tempat. Bentuk ini mencakup katalog baik yang diterbitkan maupun tidak tentang kejadian tsunami, penuturan pribadi, marigraf (alat pencatat pasang surut), amplitudo tsunami, ukuran zona banjir bandang dan kenaikan air, laporan penelitian lapangan, artikel koran, rekaman video atau film.

SEICHE

Seiche dapat dimulai dari gelombang diam yang berayun sebagian dalam suatu kumpulan air atau seluruhnya. *Seiche* mungkin disebabkan oleh gelombang seismik berperiode panjang (gempa bumi), gelombang angin dan air, atau tsunami.

GELOMBANG LAUT SEISMIK

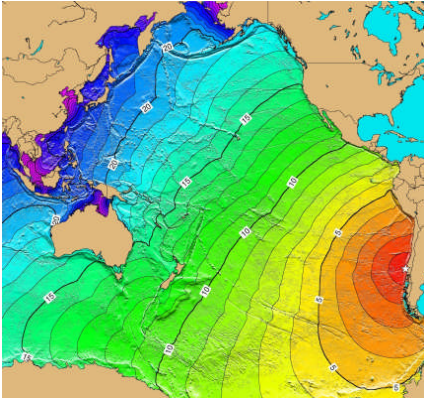
Tsunami adakalanya disebut gelombang laut seismik karena ia paling sering ditimbulkan oleh gempa bumi.

WAKTU PERGERAKAN (TRAVEL TIME)

Waktu yang diperlukan oleh gelombang tsunami pertama untuk bergerak dari sumbernya ke satu titik tertentu pada suatu garis pantai.

PETA PERGERAKAN WAKTU

Peta yang memperlihatkan isokron atau garis-garis waktu pergerakan tsunami yang sama yang dihitung dari sumbernya, keluar menuju titik akhir pada garis pantai yang jauh.



Waktu pergerakan (dalam jam) dari tsunami Chili 22 Mei 1960 melintasi ceruk Pasifik. Tsunami ini sangat menghancurkan daerah sepanjang pantai dekat Chili serta menimbulkan kehancuran dan korban jiwa yang besar jauh sampai Hawaii dan Jepang. Kesadaran dan keprihatinan yang ditimbulkan oleh tsunami seluas Pasifik ini akhirnya yang membawa pembentukan PTWS (Pacific Tsunami and Mitigation System).

TSUNAMI BORE

Bagian muka gelombang tsunami yang curam, bergolak, bergerak kencang dan umumnya terjadi di mulut sungai atau muara.



Tsunami Bore memasuki Sungai Wailua, Hawaii ketika terjadinya Tsunami di Kepulauan Aelutian 1946. Foto milik Museum Tsunami Pasifik.

TSUNAMI DAMAGE

Kerugian atau kerusakan yang ditimbulkan oleh tsunami ganas. Lebih spesifik lagi, kerusakan yang disebabkan langsung oleh tsunami dapat dirangkum sebagai berikut: 1). Kematian dan luka-luka. 2). Rumah-rumah yang porak-poranda, rusak sebagian, terendam banjir, karam atau terbakar. 3). Kerusakan dan kerugian harta benda lain. 4). Kapal, sampan, perahu terbawa hanyut, rusak atau hancur. 5). Kayu gelondongan hanyut terbawa air. 6). Instalasi laut hancur. 7). Hancurnya fasilitas umum – seperti rel kereta api, jalan, pembangkit daya listrik, instalasi pasokan air, dan seterusnya.



Kerusakan sekunder tidak langsung akibat tsunami dapat berupa: 1). Kerusakan oleh api di rumah-rumah, kapal, tangki minyak, pangkalan gas, dan fasilitas lain. 2). Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh barang-barang hanyut, minyak atau substansi lain. 3). Mewabahnya penyakit-penyakit, banyak di antaranya yang dapat menular, yang dapat berdampak hebat di daerah yang berpenduduk padat.



Kerusakan yang besar di kota Aonae di Pulau Okushiri, Jepang, disebabkan oleh tsunami regional 12 Juli 1993. Photo courtesy of Dr. Eddie Bernard, NOAA PMEL.



Banda Aceh, Sumatera, Indonesia. Tsunami 26 Desember 2004 mengasak habis kota-kota dan desa-desa di daerah pantai yang tadinya berdiri rumah, kantor dan ruang hijau, hanya meninggalkan pasir, lumpur, dan air. Foto milik Digital Globe.

SEBARAN TSUNAMI

Redistribusi energi tsunami, terutama sebagai fungsi dari periodenya, ketika ia bergerak melintasi suatu perairan.

GELOMBANG TEPI TSUNAMI

Gelombang yang ditimbulkan oleh tsunami dan bergerak sepanjang pantai.

PRATANDA TSUNAMI

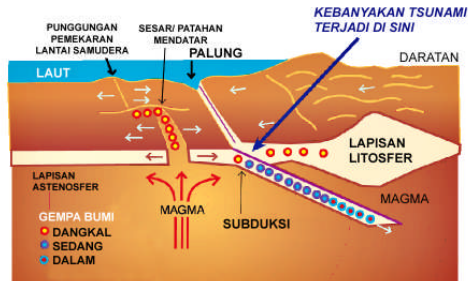
Serangkaian gerakan tingkatan air yang berayun dan mendahului datangnya gelombang tsunami utama, umumnya terjadi akibat dari gaung/gema di teluk dan rak karang dan dapat terjadi sebelum datangnya tsunami utama.

TERJADINYA TSUNAMI

Tsunami paling sering disebabkan oleh gempa bumi, tetapi dapat pula dikarenakan tanah longsor, letusan gunung berapi, dan sangat jarang oleh meteor atau benturan lain di permukaan lautan. Tsunami terjadi terutama karena adanya pergeseran tektonik di bawah laut yang disebabkan oleh gempa bumi di pusat yang dangkal sepanjang daerah subduksi. Lempeng kerak bumi (*crustal blocks*) yang terdorong ke atas dan ke bawah memberi energi potensial pada massa air sehingga terjadi perubahan drastis pada permukaan air laut di daerah yang terkena. Energi yang dilepas ke dalam massa air itu menyebabkan timbulnya tsunami – yakni energi yang memancar menjauh dari daerah sumbernya dalam bentuk gelombang berperiode panjang.



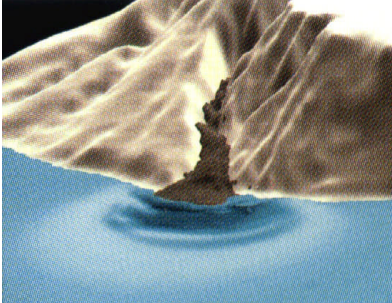
Tsunami dapat ditimbulkan oleh longsor di dasar laut atau longsor bagian kecil daerah yang memasuki wilayah air.



Kebanyakan tsunami ditimbulkan oleh dorongan gempabumi yang besar dan dangkal yang terjadi karena proses subduksi lempengan tektonik. Gempa bumi dangkal juga terjadi di sepanjang punggung pemekaran lantai samudera namun ini tidak cukup kuat untuk menghasilkan sebuah tsunami. Gempa bumi yang besar dan dangkal juga terjadi di sepanjang patahan mendatar antar lempeng, tetapi ketika terjadi patahan hanya menghasilkan gerakan vertikal kecil saja sehingga tidak menghasilkan tsunami.



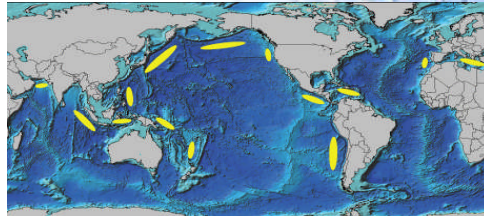
Tsunami lebih sering terjadi karena gempa bumi dangkal



Tsunami dapat ditimbulkan oleh aliran lahar vulkanik yang berhubungan dengan letusan gunung berapi. Foto milik LDG-France.

BAHAYA TSUNAMI

Kemungkinan tsunami berukuran tertentu yang akan melanda bagian tertentu pantai.



Zona-zona sumber tsunami global. Bahaya tsunami ada di semua lautan dan ceruk, tetapi paling kerap terjadi di Lautan Pasifik. Tsunami dapat terjadi di mana saja dan kapan saja karena gempa bumi tidak dapat diramalkan dengan tepat. Foto milik LDG-France

TEORI TERJADINYA TSUNAMI

Masalah teoretis dari timbulnya gelombang gravitasi (tsunami) pada lapisan cairan elastis (lautan) yang terjadi pada permukaan paruh-ruang padat namun elastis (kerak bumi) di medan gravitasi, dapat dipelajari dengan cara yang dikembangkan dalam teori dinamika tentang elastisitas. Sumber yang menjadi suatu fokus gempa bumi merupakan satu diskontinuitas (keadaan yang terputus) pada komponen garis singgung dari pergeseran elemen beberapa area di dalam kerak bumi.

Untuk kondisi yang menggambarkan lautan bumi, pemecahan masalahnya tidak jauh beda dari pemecahan gabungan atas dua masalah yang lebih sederhana, yaitu: masalah timbulnya pergeseran antara sumber tertentu dalam paruh-ruang elastis namun padat dengan bebas batas (di dasar) dianggap kuasi-statis, dan masalah pergerakan gelombang gravitasi dalam lapisan cairan tak-terpampatkan berat yang ditimbulkan oleh gerakan yang sudah diketahui (adalah hasil dari pemecahan masalah sebelumnya) dari dasar yang padat.

Ada kebergantungan teoretis dari parameter gelombang gravitasi pada parameter sumber (kedalaman dan orientasi). Seseorang dapat memperkirakan secara kasar jumlah energi yang dipindahkan oleh sumber tersebut ke gelombang gravitasi. Pada umumnya jumlahnya sesuai dengan perkiraan-perkiraan yang diperoleh dari data empiris. Selain itu, tsunami dapat ditimbulkan oleh mekanisme lainnya seperti letusan gunung berapi atau ledakan nuklir, tanah longsor, karang terban, dan penurunan bawah laut (*submarine slumps*).

PENILAIAN BAHAYA TSUNAMI

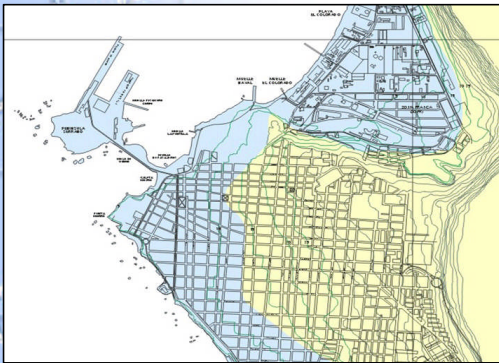
Dokumentasi bahaya tsunami kepada penduduk pantai diperlukan untuk mengidentifikasi populasi dan aset yang berisiko terkena tsunami, dan tingkat risiko tersebut. Penilaian risiko ini memerlukan pengetahuan tentang sumber-sumber yang mungkin menciptakan tsunami (seperti gempa bumi, tanah longsor, dan letusan gunung berapi), kemungkinan terjadinya tsunami dan ciri-ciri tsunami dari sumber tersebut di beberapa tempat yang berbeda di sepanjang pantai. Untuk kelompok penduduk yang rentan ini, data tsunami masa lalu yang ada (historis dan paleotsunamis) bisa membantu mengukur faktor-faktor kemungkinan ini. Akan tetapi untuk kebanyakan masyarakat, data-data dari masa lalu ini sangat terbatas atau bahkan tidak ada sama sekali. Maka untuk masyarakat di daerah pantai ini, model numerik dari banjir bandang tsunami dapat memberi perkiraan tentang wilayah yang akan terlanda banjir bandang jika terjadi suatu gempa bumi berpotensi tsunami lokal atau jauh atau juga tanah longsor lokal.

DAMPAK TSUNAMI

Meski tidak sering terjadi, tsunami termasuk dalam jajaran fenomena fisika yang paling kompleks dan menakutkan dan yang bertanggung jawab atas hilangnya jiwa dalam jumlah yang sangat besar serta kehancuran harta benda. Karena keugasannya itu, tsunami memiliki dampak penting terhadap sektor kemanusiaan, sosial, ekonomi di masyarakat. Catatan sejarah menunjukkan bahwa kehancuran besar atas masyarakat penduduk pantai seantero dunia telah terjadi dan dampak sosio-ekonomi dari tsunami-tsunami di masa lalu sangatlah besar. Di Samudera Pasifik dan India

dimana sebagian besar dari gelombang ini banyak terjadi, catatan sejarah menunjukkan kehancuran yang luar biasa disertai dengan korban jiwa dan kerusakan harta benda yang luar biasa pula.

Di Jepang, negara yang memiliki salah satu daerah pantai berpenduduk padat di dunia dan sejarah panjang mengenai kegiatan gempa bumi, tsunami telah memporakporandakan seluruh populasi pantai. Ada juga sejarah kehancuran berat akibat tsunami di Alaska, Kepulauan-kepulauan Hawaii, dan Amerika Selatan, meskipun catatan-catatan untuk daerah-daerah ini tidak banyak. Tsunami seluas Pasifik yang besar terakhir terjadi tahun 1960. Banyak tsunami destruktif lokal dan regional lainnya yang pernah terjadi dengan dampak-dampak yang lebih bersifat lokal.



Perkiraan banjir bandang tsunami di Iquique, Chile, berdasarkan hasil pemodelan numerik. Foto milik SHOA-Chili.

PEMODELAN NUMERIK TSUNAMI

Merupakan uraian-uraian matematis yang berusaha untuk menjelaskan tsunami yang telah diamati beserta pengaruh-pengaruhnya.

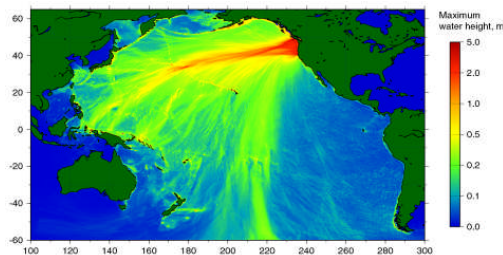
Pemodelan numerik sering menjadi satu-satunya cara untuk menentukan kemungkinan terjadinya kenaikan air dan banjir bandang akibat tsunami lokal atau tsunami jauh karena data tentang tsunami di masa lalu biasanya tidak cukup. Model numerik ini dapat diawali dengan menciptakan skenario kasus terburuk dari sumber penyebab tsunami atau dengan mengamati gelombang lepas pantai guna menentukan skenario kasus terburuk serupa yang dapat terjadi akibat dari bencana kenaikan air dan banjir bandang. Dapat pula mengawali model dengan sumber penyebab tsunami yang lebih kecil guna memahami keparahan bahaya dari peristiwa yang tidak begitu ekstrim namun lebih sering muncul. Informasi seperti ini kemudian dapat menjadi pijakan untuk membuat peta-peta dan prosedur evakuasi tsunami.

Saat ini pemodelan numerik baru dilakukan untuk sebagian kecil daerah-daerah pantai yang berisiko. Teknik pemodelan yang cukup akurat baru muncul pada tahun-tahun terakhir ini, dan agar dapat memahami serta menggunakan model-model tersebut dengan benar diperlukan pelatihan dan juga masukan berupa data batimetrik dan topografik yang rinci dari daerah yang dijadikan model.

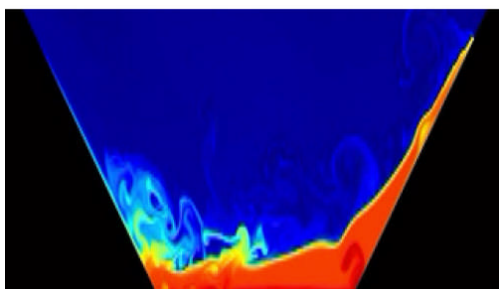
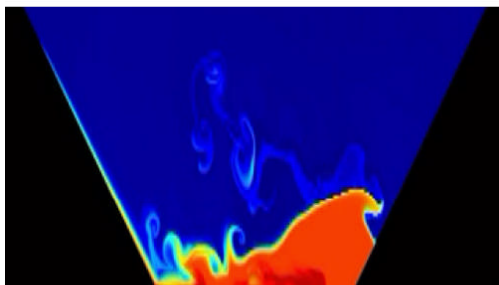
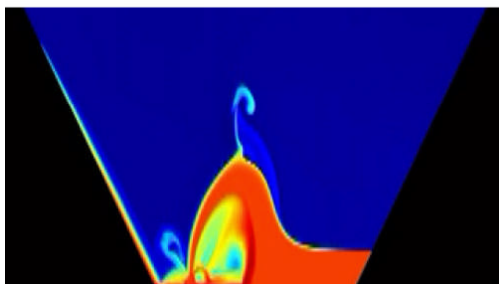
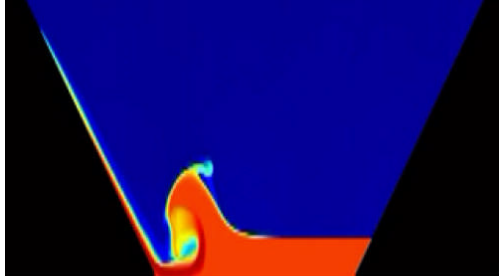
Model numerik telah digunakan baru-baru ini untuk membuat simulasi pergerakan dan interaksi tsunami dengan massa tanah. Model demikian biasanya menyelesaikan persamaan serupa tetapi sering menggunakan teknik numerik berbeda dan diaplikasikan pada segmen-segmen berbeda dari keseluruhan masalah pergerakan tsunami dari daerah asal menuju daerah kenaikan air yang jauh.

Sebagai contoh, beberapa model numerik telah digunakan untuk menciptakan simulasi interaksi tsunami dengan pulau-pulau. Model ini menggunakan perbedaan dan elemen terbatas serta metode integral batas untuk menyelesaikan persamaan gelombang panjang linear. Model itu menyelesaikan persamaan yang relatif sederhana seperti ini dan menghasilkan simulasi-simulasi tsunami yang layak untuk tujuan rekayasa.

Data historis seringkali terbatas untuk sebagian besar garis pantai. Oleh karena itu pemodelan numerik mungkin merupakan satu-satunya cara untuk memperkirakan risiko potensial. Sekarang sudah ada teknik-teknik untuk melakukan perkiraan ini. Perangkat lunak komputer maupun pelatihan yang diperlukan untuk pemodelan ini tersedia melalui berbagai program seperti Program Pertukaran Model Inundasi Tsunami IOC (IOC Tsunami Inundation Modelling Exchange Programme / TIME).



Ketinggian gelombang tsunami maksimum yang diperhitungkan untuk sebuah gempa bumi zona subduksi Cascadia M9.0. Model tersebut dihitung setelah endapan tsunami yang ditemukan di Jepang dan di tempat lain mengindikasikan bahwa satu ulangan gempa bumi besar Cascadia tahun 1700 akan menimbulkan teletsunami destruktif. Foto milik Kenji Satake, Survei Geologi Jepang.



PENGAMATAN TSUNAMI

Perhatian, pengamatan atau pengukuran fluktuasi tingkat permukaan laut pada waktu tertentu, disebabkan oleh kejadian tsunami pada titik tertentu.



Tsunami di Kepulauan Aleutian tahun 1946 yang bergerak cepat menuju Hilo, Hawaii. Foto milik Musium Tsunami Pacific .

KESIAPSIAGAAN TSUNAMI

Kesiapsiagaan atas berbagai rencana, cara, prosedur dan tindakan yang diambil oleh para pejabat pemerintah dan khalayak umum yang bertujuan meminimalkan potensi risiko dan meringankan dampak-dampak dari tsunami di masa datang. Kesiapsiagaan yang tepat untuk suatu peringatan datangnya bahaya tsunami membutuhkan pengetahuan tentang daerah-daerah yang dapat terendam banjir bandang (peta banjir bandang tsunami) dan pengetahuan tentang sistem peringatan untuk mengetahui kapan harus mengungsi dan kapan waktu yang aman untuk kembali dari tempat pengungsian.



Tanda bahaya tsunami internasional

Model numerik kompleks dihitung dan disesuaikan dengan tsunami lokal yang terjadi akibat longsor tahun 1958 di Teluk Lituya, Alaska, yang menyebabkan terjadinya kenaikan air terbesar yang pernah tercatat (525 meter). Model kompleks ini sangat cocok dengan rincian dari pusanan urutan kedua dan efek percikan seperti yang diperlihatkan dari hasil uji coba laboratorium di atas. Foto milik Galen Gisler, Laboratorium Nasional Los Alamos.



Tanda rute evakuasi yang digunakan di Chili. Foto milik ITIC.

PERGERAKAN TSUNAMI

Tsunami bergerak ke segala penjuru dari daerah asalnya, dengan arah tenaga pergerakan utama umumnya ortogonal terhadap arah zona retak gempa bumi. Kecepatan tsunami bergantung pada kedalaman air sehingga gelombang akan mengalami percepatan dan pelambatan dalam melintasi dasar lautan sesuai dengan kedalaman yang berbeda-beda. Di lautan yang dalam dan terbuka, tsunami bergerak pada kecepatan 500 sampai 1,000 km (300 sampai 600 mil) per jam. Jarak antara puncak-puncak gelombang berturut-turut bisa mencapai 500 sampai 650 km (300 sampai 400 mil). Akan tetapi, di lautan terbuka, ketinggian gelombang umumnya kurang dari satu meter (tiga kaki) bahkan untuk teletsunami yang paling destruktif sekalipun, sehingga gelombang-gelombang tersebut berlalu begitu saja dan luput dari perhatian. Variasi dalam hasil pergerakan tsunami timbul ketika dorongan untuk bergerak lebih kuat di satu arah daripada di arah lainnya, karena orientasi atau dimensi-dimensi dari daerah yang menimbulkan tsunami dan ciri-ciri batimetrik serta topografik regionalnya memodifikasi bentuk gelombang maupun laju gerak. Secara spesifik, gelombang-gelombang tsunami mengalami

suatu proses pembiasan dan refleksi gelombang selama perjalanannya. Tsunami bersifat unik karena bentuk gelombang-gelombangnya memanjang sampai keseluruhan kolom air dari permukaan sampai ke dasar lautan. Karakteristik inilah yang menjadi penyebab besarnya jumlah tenaga yang dibiakkan oleh suatu tsunami.



Model pembiasan tsunami di Pasifik tenggara, enam jam setelah kemunculannya. Sumber: Antofagasta, Chili (30 Juli 1995). Foto milik LDG-Prancis.

RESONANSI TSUNAMI

Pantulan dan gangguan terus-menerus atas gelombang-gelombang tsunami dari tepi pelabuhan atau teluk sempit yang dapat menyebabkan peningkatan ketinggian gelombang, dan memperpanjang durasi kegiatan gelombang dari suatu tsunami.

RESIKO TSUNAMI

Kemungkinan tsunami melanda suatu garis pantai tertentu dan diperburuk lagi oleh efek-efek destruktif dari tsunami serta jumlah korban yang mungkin jatuh. Dalam istilah umum, risiko adalah bahaya dikalikan dengan pajanan (*exposure*).

SIMULASI TSUNAMI

Model numerik untuk kemunculan tsunami, pergerakannya serta banjir bandang tsunami.



Destruction Kerusakan Pelabuhan Hilo, Hawaii 1 April 1946. Tsunami dihasilkan di lepas pantai Pulau Unimak, Kepulauan Aleutian dan bergerak cepat menuju Pasifik lalu masuk ke daratan Hawaii kurang dari 5 jam kemudian. Foto milik NOAA.

SUMBER TSUNAMI

Titik atau daerah asal tsunami, biasanya menjadi tempat terjadinya gempa bumi, letusan gunung berapi, atau tanah longsor yang menyebabkan berpindah tempatnya air dalam skala besar diikuti dengan gelombang-gelombang tsunami.

VELOSITAS TSUNAMI ATAU VELOSITAS AIR DANGKAL

Velositas (kecepatan gerak) gelombang lautan yang panjangnya cukup besar dibandingkan dengan kedalaman air (yakni 25 kali kedalaman atau lebih) dapat dikira-kira dengan rumus berikut:

$$c = \sqrt{gh}$$

Dimana:

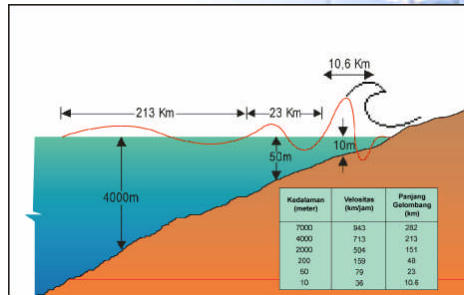
c = velositas gelombang

g = percepatan gravitas

h = kedalaman air.

Maka, velositas gelombang-gelombang perairan dangkal tidaklah bergantung pada panjang gelombang L. Pada kedalaman air antara 1/2 L dan 1/25 L perlu digunakan rumus yang lebih tepat:

$$c = \sqrt{(gL/2\pi)[\tanh(2\pi h/L)]}$$



Tinggi gelombang dan kedalaman air. Di lautan terbuka, tsunami sering hanya beberapa puluh sentimeter tingginya tetapi tinggi gelombangnya meningkat cepat di perairan dangkal. Energi gelombang tsunami memanjang dari permukaan sampai ke dasar di perairan terdalam. Ketika tsunami menghantam garis pantai, energi gelombang itu terampat menjadi suatu jarak yang jauh lebih pendek dan menciptakan gelombang-gelombang maut yang menghancurkan.

PENZONANAN TSUNAMI (ZONASI TSUNAMI)

Penunjukan zona-zona khusus sepanjang daerah-daerah pantai dengan derajat risiko dan kerentanan yang berbeda-beda. Ini ditujukan untuk kesiapsiagaan terhadap bencana, perencanaan, aturan mendirikan bangunan atau tempat pengungsi umum.

TSUNAMIC

Memiliki ciri-ciri yang serupa dengan tsunami.

TSUNAMIGENIC

Bersifat memicu sebuah tsunami; gempa bumi tsunamigenik, tanah longsor tsunamigenik.

3 SURVEY DAN PENGUKURAN

Bagian ini terdiri dari istilah-istilah yang dipakai untuk mengukur dan menjelaskan gelombang tsunami pada mareograf dan di lapangan selama survei, serta istilah-istilah yang digunakan untuk menjelaskan besarnya tsunami.

WAKTU TIBA

Waktu tiba dari gelombang-gelombang maksimum tsunami pertama.

PANJANG PUNCAK

Merupakan panjang sebuah gelombang sepanjang puncaknya. Adakalanya disebut lebar puncak.

PENURUNAN

Perubahan menurun atau cekungan dalam ketinggian laut yang berhubungan dengan tsunami, pasang surut atau suatu dampak iklim jangka panjang.

JEDA WAKTU

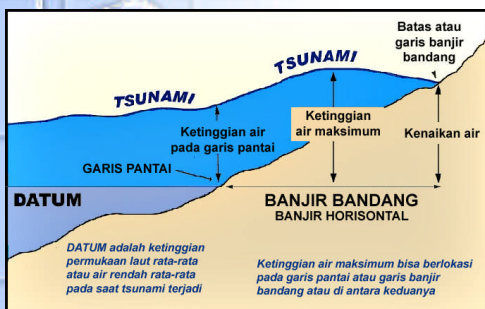
Waktu antara waktu tiba gelombang maksimum dengan waktu tiba gelombang pertama.

AWAL KENAIKAN

Waktu tiba dari gelombang-gelombang minimum tsunami pertama.

INTENSITY

Kekuatan, energi atau tekanan ekstrim.



TERPAAN GELOMBANG (INUNDATION)

Jarak horisontal ke daratan yang dipenetrasi oleh gelombang tsunami (banjir bandang), umumnya diukur tegak lurus dari garis pantai.



Terpaan gelombang tsunami (banjir bandang) yang dihasilkan oleh gempa bumi tanggal 26 Mei 1983 di aquarium Oga, Jepang. Foto milik Takaaki Uda, Public Works Research Institute, Jepang.

TERPAAN GELOMBANG (MAKSIMUM)

Masuknya tsunami maksimum secara horisontal dari garis pantai. Banjir bandang maksimum diukur untuk tiap pantai atau pelabuhan berbeda yang dilanda tsunami.

DAERAH TERPAAN GELOMBANG

Wilayah yang dibanjiri air karena tsunami.



Daerah yang gelap menunjukkan daerah banjir bandang akibat tsunami tahun 1964 di Alaska. Foto milik NGDC.

GARIS TERPAAN GELOMBANG

Batas kebasahan di daratan, yang diukur secara horisontal dari garis rata-rata tinggi permukaan laut atau *Mean Sea Level (MSL)*. Garis antara tumbuh-tumbuhan yang hidup dan yang mati adakalanya digunakan sebagai rujukan. Dalam keilmuan tsunami, juga disebut batas ke daratan dari kenaikan air tsunami.

GELOMBANG PEMBUKA JALAN

Gelombang tsunami yang tiba pertama. Dalam beberapa kasus, gelombang pembuka jalan menimbulkan suatu lekuk awal atau penurunan dalam tinggi permukaan laut, dan dalam beberapa kasus lain merupakan kenaikan dalam tinggi permukaan laut. Ketika terjadi suatu penurunan dalam tinggi permukaan laut maka tampaklah resesi/penurunan tingkat permukaan laut.

MAGNITUDO (BESARAN)

Merupakan angka penunjuk jumlah dimana kemudian jumlah itu dapat dibandingkan dengan jumlah-jumlah lain dari kelas yang sama.

TINGGI RATA RATA

Tinggi rata-rata dari satu tsunami yang diukur dari palung ke puncak setelah menghilangkan variasi pasang surut.

AIR TUMPAHAN / BANJIR

Air yang melembak, air bah, banjir bandang.

POST-TSUNAMI SURVEY

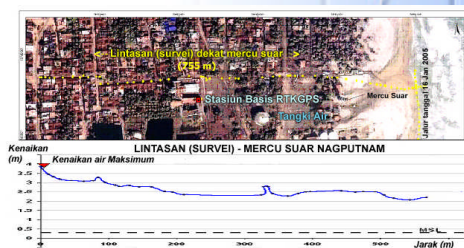
Tsunami merupakan peristiwa yang relatif jarang dan sebagian besar bukti tentangnya mudah pupus. Oleh karena itu survei-survei pendahuluan sangat perlu untuk segera diatur dan dilakukan dengan cepat serta tuntas setelah suatu tsunami terjadi,

guna mengumpulkan data rinci yang berharga untuk perkiraan bahaya, validasi model, dan segi-segi lain dari mitigasi (peringanan dampak) tsunami.



Setelah terjadi satu tsunami besar, para oseanografer fisika, ilmuwan sosial, dan ahli teknik melakukan survei-survei pasca-tsunami untuk mengumpulkan informasi. Data yang termasuk kenaikan air dan banjir bandang, deformasi (perubahan bentuk atau dimensi), pengikisan, dampak atas bangunan, uraian tentang ketibaan gelombang, dan dampak sosial, adalah penting dalam merancang mitigasi yang lebih baik untuk mengurangi dampak-dampak tsunami terhadap jiwa dan harta benda. Foto milik Philip Liu, Cornell University.

Beberapa tahun belakangan ini, menyusul setiap terjadinya tsunami yang destruktif, survei pendahuluan pasca-tsunami dilakukan untuk mengukur batas-batas banjir bandang dan kenaikan air serta mengumpulkan data terkait dari para saksi mata, misalnya mengenai data jumlah gelombang, waktu tiba gelombang dan gelombang mana yang paling besar. Survei-survei tersebut terutama diselenggarakan secara *spontan* oleh para peneliti akademik tsunami internasional. Sebuah Penuntun Lapangan Survei Pasca Tsunami (<http://ioc3.unesco.org/itic/contents.php?id=28>) telah disiapkan oleh PTWS untuk membantu persiapan survei, mengidentifikasi pengukuran dan pengamatan yang harus diambil, serta



Survei pasca-tsunami yang mengukur kenaikan air sepanjang lintasan (survei) dari pantai ke daratan. Foto milik ICMAM, Chennai, DOD, India.

menstandarisasi kumpulan data. Pelayanan e-mail lewat *Tsunami Bulletin Board* juga telah digunakan untuk secara cepat merancang survei-survei internasional dan berbagi hasil pengamatan dari daerah-daerah yang terlanda tsunami.

SURUT

Surutnya ketinggian air laut sebelum banjir tsunami. Garis pantai bergerak ke arah laut, adakalanya sejauh satu kilometer atau lebih, menguak dasar laut sehingga bebatuan dan ikan menjadi kelihatan. Surutnya laut adalah tanda peringatan alami bahwa tsunami sedang dalam perjalanan dan akan segera tiba.



Pantai Utara, Oahu, Hawaii. Pada saat terjadinya tsunami tanggal 9 Maret 1957, orang-orang dengan nekad mengeksplorasi karang yang kelihatan tanpa menyadari bahwa gelombang tsunami akan kembali dalam hitungan menit untuk membanjiri garis pantai. Foto milik A. Yamauchi dari Honolulu Star Bulletin.

PASANG (KENAIKAN)

Merupakan perubahan ke atas atau elevasi dalam tinggi muka air laut yang berhubungan dengan tsunami, badai topan tropis, gejala badai, pasang surut, atau pengaruh iklim jangka panjang lainnya.

KENAIKAN AIR (RUN-UP)

- 1) Selisih antara ketinggian terjangan maksimum tsunami (garis banjir bandang) dan ketinggian air laut pada saat tsunami.
- 2) Kenaikan yang dicapai oleh air laut diukur secara relatif terhadap datum (suatu tingkat yang diketahui) seperti tinggi rata-rata permukaan laut, air terendah rata-rata, atau tinggi permukaan laut pada saat terjadinya tsunami, dan idealnya diukur pada satu titik yang merupakan maksimum lokal dari banjir bandang secara horisontal.
- 3) Dalam istilah praktis, kenaikan air hanya diukur di mana ada bukti jelas dari batas inundasi di pantai.



Tsunami mengikis bukit-bukit hutan tumbuhan dan meninggalkan dengan jelas bekas kenaikan air tsunami di Banda Aceh, 26 Desember 2004 Tsunami Sumatera. Foto milik Yuichi Nishimura, Universitas Hokkaido.



Kenaikan air sering bisa disimpulkan dari luas vertikal tetumbuhan yang mati, dari puing yang biasa ditemui pada permukaan tanah yang terlihat menyangkut di kawat-kawat listrik, di pohon-pohon, atau pada ketinggian-ketinggian lain, serta dari tanda-tanda garis air yang membekas pada tembok-tembok bangunan. Dalam kasus-kasus hebat, mobil-mobil, kapal-kapal, dan benda-benda berat lainnya ada yang terangkat dan terdampar sampai ke atas bangunan. Banda Aceh, Indonesia, 26 Desember 2004. Foto milik C. Courtnev. Tetra Tech EMI.

SEBARAN KENAIKAN AIR

Serangkaian angka-angka kenaikan air tsunami yang diukur atau diamati sepanjang garis pantai.

SCALA INTENSITAS TSUNAMI SIEBERG

Skala intensitas tsunami deskriptif yang kemudian dimodifikasi menjadi skala intensitas tsunami Sieberg-Ambraseys, diuraikan di bawah ini (Ambraseys 1962).

MODIFIKASI SKALA GELOMBANG LAUT SIEBERG

- 1) Sangat ringan. Gelombang ini demikian lemahnya sehingga hanya dapat dikenali lewat catatan-catatan pengukur air pasang.
- 2) Ringan. Gelombang ini terlihat oleh mereka yang tinggal di sepanjang pantai dan akrab dengan laut. Hanya terlihat pada pantai-pantai yang sangat datar.
- 3) Agak kuat. Umumnya terlihat. Banjir pada pantai-pantai yang sedikit landai. Kapal-kapal layar kecil atau ringan terseret ke pantai.

Kerusakan kecil pada bangunan-bangunan ringan yang terletak dekat pantai. Di muara-muara sungai terjadi pembalikan arus sungai ke hulu.

- 4) Kuat. Pantai mengalami banjir hingga kedalaman tertentu. Pengikisan ringan atas tanah buatan manusia. Tambak dan pematang jalan rusak. Bangunan-bangunan ringan dekat pantai hancur, dimana bangunan-bangunan kokohnya mengalami kerusakan. Kapal layar besar dan kecil hanyut ke darat atau terseret ke laut. Pantai dikotori oleh puing-puing yang mengapung.
- 5) Sangat kuat. Pantai secara umum terendam hingga kedalaman tertentu. Tembok penahan air atau pemecah gelombang dan bangunan kokoh dekat laut mengalami kerusakan. Bangunan-bangunan ringan porak-poranda. Lahan pertanian terkikis berat dan pantai dikotori oleh benda-benda yang mengambang dan binatang-binatang laut. Segala macam kapal hanyut ke darat atau ke laut, kecuali kapal-kapal besar. Gelombang pasang surut yang besar di muara sungai. Hasil kerja pelabuhan rusak. Orang-orang tenggelam. Gelombang diiringi oleh gemuruh kuat.
- 6) Malapetaka. Bangunan buatan manusia dalam jarak tertentu dari pantai hancur sebagian atau seluruhnya. Pantai mengalami banjir bandang dengan kedalaman besar. Kapal-kapal besar rusak berat. Pepohonan tercabut dari akar-akarnya atau berpatahan. Banyak menelan korban jiwa.

TINGGI GELOMBANG SIGNIFIKAN

Ketinggian rata-rata sebesar sepertiga gelombang-gelombang tertinggi dari sekelompok gelombang tertentu. Perlu diperhatikan bahwa komposisi gelombang tertinggi tergantung pada sejauh mana gelombang-gelombang lebih rendah diperhitungkan. Dalam catatan analisis gelombang, tinggi rata-rata dari sepertiga dari sejumlah gelombang tertinggi terpilih, angkanya ditentukan dengan membagi waktu catatan dengan periode signifikan. Disebut juga ketinggian gelombang karakteristik.

PENYEBARAN

Ketika merujuk pada gelombang tsunami, penyebaran energi gelombang ke daerah geografis yang lebih luas inilah sebagai gelombang-gelombang yang bergerak menjauh dari wilayah asalnya. Alasan mengapa energi ini menyebar ke daerah geografis serta energi gelombang berkurang dengan besar jarak yang telah ditempuh, karena bumi itu bulat.



Energi tsunami akan mulai menyatu kembali pada jarak 90 derajat dari sumbernya. Gelombang tsunami yang membiak ketika melintasi lautan besar mengalami perubahan lain dalam konfigurasi terutama akibat pembiasan, akan tetapi penyebaran secara geografis juga sangat penting, tergantung pada orientasi, dimensi, dan geometri dari sumber tsunami.

PENURUNAN / PENAIKAN

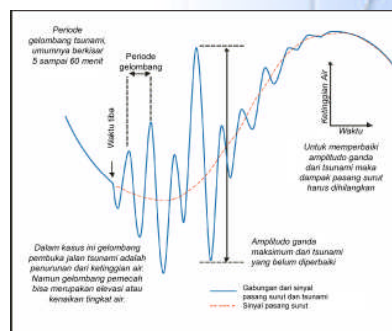
Gerakan tetap menurun (subsidence) atau menaiknya (uplift) tanah akibat proses geologi, seperti ketika berlangsungnya gempa bumi.



Gempa bumi 26 Desember 2004 mengakibatkan tanah turun 1.2 m di Car Nicobar, Kepulauan Nicobar, India, sehingga rumah-rumah yang tadinya ada di atas permukaan laut kini tenggelam. Foto milik ICMAM, Chennai, DOD, India.

AMPLITUDO TSUNAMI

Biasanya diukur pada catatan ketinggian permukaan laut, yaitu: 1) nilai mutlak dari selisih antara satu puncak atau palungan tertentu dari tsunami dan tinggi permukaan air laut yang tenang pada waktu pengukuran dan (2) setengah dari selisih antara puncak dan palungan yang berdekatan, kemudian dikoreksi untuk perubahan pasang surut antara puncak dan palungan itu. Ini dimaksudkan untuk menampilkan amplitudo sebenarnya dari gelombang tsunami pada titik tertentu di lautan. Namun demikian, amplitudo sering mengalami modifikasi melalui cara tertentu oleh reaksi dari pengukur pasang surut.



Rekaman mareogram (tinggi permukaan laut) dari tsunami.

INTENSITAS TSUNAMI

Ukuran dari tsunami yang didasarkan pada pengamatan makroskopis terhadap dampak tsunami terhadap manusia, benda-benda termasuk kapal laut berbagai ukuran, dan pada bangunan.

Skala pertama untuk tsunami diterbitkan oleh Sieberg (1923), kemudian dimodifikasi oleh Ambraseys (1962) hingga tercipta suatu skala yang memiliki enam kategori. Papadopoulos dan Imamura (2001) mengusulkan satu skala baru dengan 12 tingkat intensitas yang tidak bergantung pada pengukuran parameter fisika seperti amplitudo gelombang, peka terhadap perbedaan-perbedaan kecil dalam efek-efek tsunami, dan setiap tingkatannya cukup rinci untuk mencakup banyak jenis dampak tsunami yang mungkin terjadi pada manusia dan lingkungan alam. Skala tersebut memiliki 12 kategori, serupa dengan Skala Intensitas Mercalli Modifikasi yang digunakan untuk mendeskripsikan makroseismik dari intensitas gempa bumi.

BESARAN TSUNAMI

Ukuran tsunami berdasarkan pada ukuran gelombang tsunami dari alat pengukur tinggi permukaan laut serta alat-alat lainnya.

Skala tersebut, semula bersifat deskriptif dan lebih menyerupai suatu intensitas; yaitu menjumlahkan ukuran dengan menggunakan ukuran-ukuran ketinggian gelombang atau kenaikan air tsunami. Iida et al. (1972) menjabarkan magnitudo (m) sebagai variabel dependen dalam basis 2 logaritmik pada ketinggian gelombang maksimum yang terukur di lapangan, dan menyerupai bentangan magnitudo dari -1 sampai 4:

$$m = \log_2 H_{\max}$$

Hatori (1979) kemudian memperluas apa yang disebut skala Imamura-Iida ini untuk tsunami-tsunami bermedan jauh dengan memasukkan jarak dalam rumusnya. Soloviev (1970) mengatakan bahwa ketinggian tsunami rata-rata dapat menjadi indikator lain yang baik untuk ukuran tsunami, dan intensitas maksimum adalah intensitas yang diukur paling dekat ke sumber tsunami. Sebuah variasi dari skala ini adalah Skala Intensitas I Imamura-Soloviev (Soloviev, 1972). Shuto (1993) menyarankan agar ukuran H dijadikan sebagai ketinggian tempat bentuk-bentuk spesifik dari dampak atau kerusakan terjadi; dengan demikian skala ini dapat digunakan sebagai alat prediktif yang kuantitatif untuk mengukur dampak-dampak makroskopis.

Beberapa magnitudo tsunami serupa pernah juga diusulkan untuk menghitung magnitudo gempa bumi.

Termasuk di dalamnya adalah formula asal yang diusulkan oleh Abe (1979) untuk magnitudo tsunami, M_t :

$$M_t = \log H + B$$

di mana H adalah puncak atau palungan tunggal maksimum dari gelombang tsunami (dalam meter) dan B adalah konstanta, dan aplikasi medan-jauh yang diusulkan oleh Hatori (1986), yang menambahkan faktor jarak ke dalam perhitungan.

PERIODE TSUNAMI

Jumlah waktu yang dibutuhkan oleh gelombang tsunami untuk melengkapinya satu siklus. Periode-periode tsunami umumnya berkisar sekitar dari lima menit sampai dua jam.

PERIODE TSUNAMI (DOMINAN)

Perbedaan antara waktu tiba dari puncak tertinggi dan puncak berikutnya yang diukur melalui catatan tinggi permukaan air.

PANJANG GELOMBANG TSUNAMI

Jarak horisontal antara titik-titik serupa pada dua gelombang berturut yang diukur tegak lurus terhadap puncaknya. Panjang gelombang dan periode tsunami memberi informasi tentang sumber tsunami. Untuk tsunami yang dihasilkan oleh gempa bumi, panjang gelombangnya umumnya berkisar dari 20 sampai 300 km. Sedangkan untuk tsunami yang diakibatkan oleh tanah longsor, panjang gelombangnya jauh lebih pendek, berkisar dari beberapa ratus meter sampai berpuluh-puluh kilometer.

KETINGGIAN TINGKAT AIR (MAKSIMUM)

Selisih antara tingkat kenaikan tanda air lokal tertinggi dengan tingkat kenaikan permukaan air laut pada saat tsunami. Ini berbeda dengan kenaikan air maksimum karena tanda air sering tak teramati pada garis banjir bandang, tetapi mungkin setengah bergerak ke atas pada sisi sebuah bangunan atau pada satu badan pohon.

PUNCAK GELOMBANG

- 1) Bagian tertinggi dari suatu gelombang.
- 2) Bagian gelombang di atasnya masih merupakan tingkat air.

PALUNG GELOMBANG

Bagian terendah dari suatu gelombang.

4 PASANG SURUT, MAREOGRAPH, DAN KETINGGIAN LAUT

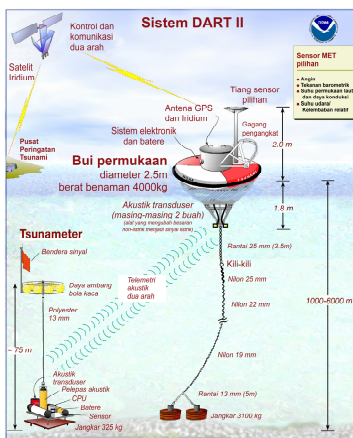
Bagian ini terdiri dari istilah-istilah yang dipakai untuk menjelaskan ketinggian laut dan peralatan yang dipakai untuk mengukur tsunami.

COTIDAL

Mengindikasikan kesamaan dengan pasang surut atau keserempakan dengan waktu pasang atau surut.

PENILAIAN LAUTAN DALAM DAN PELAPORAN TSUNAMI (DEEP OCEAN ASSESSMENT AND REPORTING OF TSUNAMIS - DART)

Sebuah alat untuk melakukan deteksi dini, pengukuran dan pelaporan waktu-nyata (*real-time*) atas adanya tsunami di lautan terbuka. Dikembangkan oleh US NOAA *Pacific Marine Environmental Laboratory*, sistem DART terdiri atas sebuah sistem pencatatan tekanan dasar alas-laut yang mampu mendeteksi tsunami sekecil bahkan satu cm sekalipun, dan satu pelampung permukaan tertambat untuk komunikasi waktu-nyata. Satu kawat akustik digunakan untuk mengirimkan data dari alas-laut ke pelampung permukaan. Data tersebut lalu di-relay melalui satu penghubung satelit ke stasiun-stasiun darat, yang memodulasi/mendeteksi sinyal-sinyal untuk disebar segera ke pusat-pusat peringatan tsunami NOAA. Data DART, bersama-sama dengan teknologi pemodelan angka termutakhir, merupakan bagian dari paket sistem prakiraan tsunami yang akan menyediakan prediksi atas dampak tsunami di pantai yang bersifat khusus-lokasi.



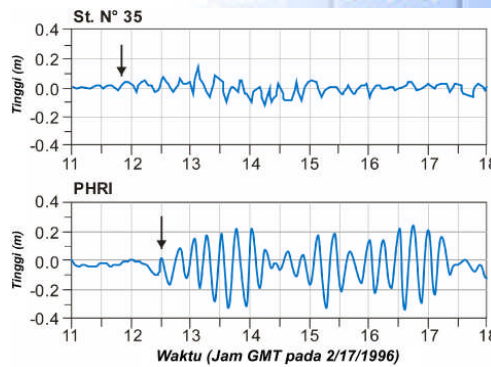
AIR RENDAH

Tingkat permukaan air terendah yang tercapai selama suatu siklus pasang surut. Istilah yang sering dipakai adalah air surut.

MAREOGRAM OR MARIGRAM

- 1) Catatan yang dibuat oleh sebuah mareograf.
- 2) Tampilan grafik dari naik turunnya tinggi permukaan air laut, dimana waktu sebagai ukuran absis dan tinggi sebagai ordinat. Biasanya digunakan untuk mengukur pasang surut dan dapat pula menunjukkan adanya tsunami.

IRIAN JAYA TSUNAMI 2/17/96



Mareogram-mareogram dari sinyal-sinyal tsunami yang diukur dengan sebuah pengukur bawah-air yang terletak 50 km di luar pintu masuk ke Teluk Tokyo dengan kedalaman kira-kira 50 m dari air (jejak atas), dan pengukur lain yang terletak di pantai (jejak bawah). Tsunami terdeteksi pada pengukur luar yang terletak kira-kira 40 menit sebelum ia mencapai pantai (lihat anak panah). Pengukur lepas pantai dibangun oleh Lembaga Riset Pelabuhan Jepang.

MAREOGRAPH

Sebuah pengukur catatan tinggi permukaan air laut. Juga dikenal sebagai marigraf atau pengukur pasana surut.

TINGKAT AIR LAUT RATA RATA

Tinggi rata-rata permukaan laut, berdasarkan pengamatan setiap jam terhadap ketinggian pasang pada pantai terbuka atau air sekitarnya yang memiliki

akses yang bebas ke laut. Pengamatan-pengamatan dibuat dalam rentang waktu yang 'layak'. Di Amerika Serikat, rata-rata ketinggian laut ditentukan oleh ketinggian rata-rata permukaan laut pada semua tahap pasang selama periode sembilan belas tahun. Nilai rata-rata ketinggian laut yang terpilih berguna sebagai sebuah data ketinggian laut untuk seluruh survei elevasi (pengangkatan) yang ada di Amerika Serikat. Sama halnya dengan ketinggian rata-rata air yang tinggi, air yang rendah dan yang lebih rendah, ketinggian laut rata-rata adalah jenis datum pasang surut.

TINGKAT AIR MAKSIMUM YANG MUNGKIN

Tinggi muka air hipotetis (tidak termasuk kenaikan air gelombang dari gelombang-gelombang biasa yang ditimbulkan oleh angin) yang mungkin timbul dari kombinasi terparah dari faktor hidrometeorologik, geoseismik, dan faktor geofisik lainnya yang dianggap mungkin saja terjadi di wilayah yang terlibat. Masing-masing dari faktor ini dianggap memiliki pengaruh yang maksimum terhadap sebuah wilayah.

Tinggi Muka Air Maksimum yang Mungkin ini merupakan reaksi fisik dari suatu perairan terhadap fenomena yang terapkan secara maksimum seperti badai, garis halilintar berjalan, peristiwa-peristiwa meteorologik bersiklon, tsunami dan pasang surut serta dikombinasikan dengan kondisi-kondisi hidrologis ambang yang mungkin muncul seperti tinggi gelombang yang tidak memiliki risiko untuk menjadi sangat besar.

TINGKAT AIR LAUT RUJUKAN

Perbedaan elevasi (pengangkatan) yang teramati antara beberapa tolok-ukur geodetik diolah melalui penyesuaian kuadrat-terkecil untuk menentukan ketinggian ortometrik yang dirujuk pada permukaan rujukan vertikal biasa, yang merupakan tinggi permukaan air laut rujukan. Dengan cara ini nilai-nilai ketinggian dari seluruh tolok-ukur dalam bagian kontrol vertikal dari suatu sarana survei dibuat konsisten dan dapat dibandingkan secara langsung untuk menentukan perbedaan elevasi antara berbagai tolok-ukur dalam satu sistem rujukan geodetik yang mungkin tidak terhubung langsung oleh garis perataan geodetik.

Permukaan rujukan vertikal yang dipakai di Amerika Serikat, seperti halnya di sebagian besar dunia, mendekati *geoid* (= permukaan khayali yang bertepatan dengan tinggi permukaan air laut rata-rata di lautan dan perluasannya menembus beberapa benua).

Geoid diasumsikan bertepatan dengan tinggi muka air laut rata-rata lokal pada 26 stasiun pasang surut untuk memperoleh sebuah Datum Ketinggian Permukaan Air Laut tahun 1929 (SLD 290). Datum Vertikal Geodetik Nasional tahun 1929 (NGVD 29) hanya merupakan pergantian nama belaka dimana sistem rujukan vertikal yang sama telah dipakai di Amerika Serikat sejak 1929. Sistem kontrol geodetik vertikal penting ini dimungkinkan oleh tinggi muka air laut rujukan yang diterima secara universal.

DIAGRAM PEMBIASAN

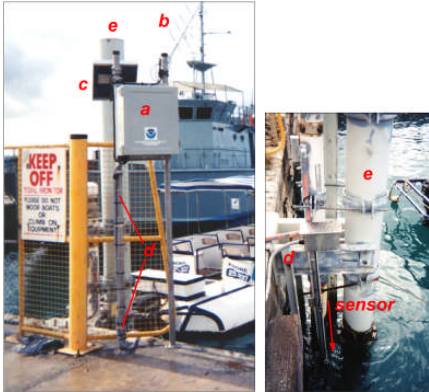
Model yang menggunakan kedalaman air, arah gelombang, sudut pisah, dan pemisahan sinar antara dua sinar berdekatan sebagai masukan, menghasilkan lintasan ortogonal-ortogonal gelombang, koefisien-koefisien pembiasan, ketinggian-ketinggian gelombang, dan waktu-waktu perjalanan.

TINGKATAN AIR LAUT

Ketinggian laut pada waktu tertentu yang diukur secara relatif terhadap sebuah datum tertentu, seperti permukaan laut rata-rata.

STASIUN AIR LAUT

Sebuah sistem yang terdiri atas sebuah alat seperti pengukur pasang surut untuk mengukur ketinggian permukaan laut, satu anjungan kumpulan data (DCP) yang dipakai untuk mendapatkan informasi permukaan laut, mengubahnya ke bentuk digital, dan mengarsipkannya secara digital. Seringpula sistem ini dilengkapi sistem transmisi untuk mengirimkan data dari stasiun lapangan ke pusat pengumpulan data sentral. Kebutuhan spesifik dari sampel data dan pengirimannya bergantung pada aplikasinya. Program GLOSS memelihara satu jaringan inti stasiun permukaan laut. Untuk pemantauan tsunami lokal, diperlukan ketersediaan arus data satu-detik dalam waktu-nyata. Untuk tsunami jauh, pusat-pusat peringatan mungkin dapat memberi peringatan yang memadai dengan menggunakan data yang diperoleh dalam waktu-nyata (data percontohan satu-menit yang dikirimkan setiap 15 menit). Stasiun permukaan laut juga digunakan untuk penelitian mengenai kenaikan permukaan laut dan perubahan iklim, di mana satu syarat penting yang harus dilakukan adalah penentuan letak stasiun yang sangat akurat yang bisa diperoleh melalui teknik-teknik survei.



Stasiun permukaan laut Rarotonga, Pelabuhan Avarua, Kepulauan Cook. Paket elektronik kacaserat (a), antena (b), panel matahari (c) dipasang pada sebuah dermaga. Pipa besar (d) berisi kabel-kabel yang menghubungkan sensor/pengindera, yang ditempatkan pada kedalaman lima kaki di bawah muka air surut, dengan anjungan pengumpulan data yang berisi alat-alat elektronik di atas, dicantelkan di bagian luar ke tabung berisi sensor (e).

PENGUKUR PASANG SURUT

Alat untuk mengukur ketinggian (naik turunnya) air. Khususnya merupakan alat yang secara otomatis membuat rekaman grafik berkesinambungan dari ketinggian pasang surut lawan waktu.

STASIUN PASANG SURUT

Tempat dimana pengamatan pasang surut dilakukan

TSUNAMETER

Sebuah alat yang dipakai untuk melakukan deteksi dini, pengukuran dan laporan waktu-nyata akan tsunami yang terjadi di laut terbuka. Sistem DART juga disebut tsunameter.



Stasiun-stasiun permukaan laut GLOSS menggunakan sejumlah alat untuk mengukur permukaan laut, termasuk radar-radar runduk untuk mengukur permukaan laut. Port Louis, Mauritius. Foto milik Pusat Permukaan Laut Universitas Hawaii.

GELOMBANG PASANG SURUT

- 1) Gerak gelombang dari air pasang surut.
- 2) Sering digunakan secara keliru untuk menjelaskan tsunami, dorongan badai atau permukaan air lain yang luar biasa tinggi yang dapat menimbulkan kerusakan besar sepanjang pantai, yang tidak berhubungan dengan pasang surut

PASANG SURUT

Naik turunnya permukaan (atau tinggi muka air) lautan secara berirama dan berselang-seling, serta merupakan suatu kumpulan air yang berhubungan dengan lautan seperti muara dan teluk, terjadi dua kali sehari hampir diseluruh bagian Bumi dan disebabkan oleh gravitasi bulan (dan, dalam derajat yang lebih kecil, dari matahari) yang bertindak tidak sama untuk setiap bagian belahan bumi

AMPLITUDO PASANG SURUT

Setengah dari perbedaan ketinggian antara air pasang dan air surut yang berturutan; oleh karena itu separuh dari jarak pasang surut.

5

SINGKATAN DAN ORGANISASI

Komisi Oseanografi Antar Pemerintahan dari Sistem Mitigasi dan Peringatan Tsunami Global bermitra dengan sejumlah organisasi dan menggunakan singkatan khusus untuk menggambarkan produk-produk informasi tsunami dan sistem pengaturan organisasi mereka masing-masing.

COMMUNICATIONS PLAN FOR THE TSUNAMI WARNING SYSTEM

Rencana Komunikasi untuk Sistem Peringatan Tsunami. Pedoman operasional untuk Sistem Peringatan Tsunami di berbagai wilayah. Rencana ini menyediakan tinjauan umum tentang prosedur operasi dan sifat tsunami. Manual ini juga memuat daftar stasiun ketinggian air laut dan seismografik yang termasuk dalam sistem peringatan, metode komunikasi antar stasiun dan Pusat Peringatan, kriteria pelaporan dan Pusat Peringatan, penerima informasi, dan metode-metode pengiriman pesan. Informasi kontak resmi untuk komunikasi darurat juga diberikan.

FORECAST POINT

Titik Prakiraan. Lokasi tempat Pusat Peringatan menyediakan prakiraan waktu kedatangan tsunami dan ketinggian gelombang.

GLOSS

Global Sea-Level Observing System atau Sistem Observasi Ketinggian Air Laut Global. Merupakan komponen dari Sistem Observasi Samudera Global atau *Global Ocean Observing System* (GOOS). UNESCO IOC membentuk GLOSS pada 1985 dengan tujuan awal untuk memperbaiki kualitas data ketinggian air laut sebagai input terhadap penelitian perubahan ketinggian air laut jangka panjang. Sistem ini terdiri dari jaringan inti sekitar 300 stasiun yang didistribusikan di sepanjang garis pantai benua dan di semua kelompok-kelompok pulau dunia. Jaringan GLOSS juga mendukung pemantauan ketinggian air laut untuk peringatan tsunami dengan standar operasi minimum transmisi data 15 menit dari data contoh satu menit.

GOOS

Global Ocean Observing System atau Sistem Observasi Samudera Global. GOOS adalah sistem permanen global untuk observasi, model, dan analisis variabel-variabel kelautan dan samudera dalam mendukung layanan operasional samudera di seluruh dunia. GOOS Project bertujuan untuk menyediakan gambaran yang akurat tentang kondisi samudera terkini, termasuk sumber daya kehidupan; prakiraan berkelanjutan tentang kondisi-kondisi kelautan sejauh mungkin ke depan; dan sebagai basis untuk prakiraan-prakiraan perubahan iklim. GOOS Project Office, yang terletak di kantor pusat IOC di Paris sejak 1992, memberikan bantuan implementasi untuk GOOS.

GTS

Global Telecommunication System atau Sistem Telekomunikasi Global untuk Organisasi Meteorologi Dunia atau *World Meteorological Organization* (WMO) yang secara langsung menghubungkan layanan-layanan meteorologi dan hidrologi nasional di seluruh dunia. GTS digunakan luas untuk transmisi data ketinggian air laut yang mendekati waktu-nyata untuk memantau tsunami. GTS dan metode komunikasi lainnya digunakan untuk transmisi peringatan tsunami.

ICG

Intergovernmental Coordination Group atau Kelompok Koordinasi Antar Pemerintah. Sebagai cabang dari UNESCO IOC, ICG bertujuan untuk mempromosikan, mengorganisir dan mengkoordinasi aktifitas-aktifitas mitigasi tsunami regional, termasuk mengeluarkan peringatan tsunami tepat waktu. ICG terdiri dari Kontak Nasional dari Negara-negara Anggota di kawasan itu. Saat ini, ICG untuk sistem mitigasi dan peringatan tsunami terdapat di Pasifik, Samudera Hindia, Karibia dan kawasan-kawasan sekitarnya, dan Atlantik timurlaut, Mediterania dan laut-laut yang berhubungan dengannya.



ICG/CARIBE-EWS

Intergovernmental Coordination Group for Tsunami and other Coastal Hazards Warning System for the Caribbean and Adjacent Regions atau Kelompok Koordinasi Antar Pemerintah untuk Sistem Peringatan Tsunami dan Bahaya-bahaya Pesisir Lainnya untuk Karibia dan kawasan sekitarnya dibentuk melalui Resolusi XXIII-14 dari Sesi ke-23 Majelis Umum IOC pada 2005. ICG terdiri dari Negara-negara Anggota IOC dan Organisasi-organisasi Regional dari kawasan Karibia dan Sekitarnya. Melalui upaya koordinasi sub-komisi IOCARIBE sejak 1993, sekelompok Pakar menyusun proposal pembangunan Sistem Peringatan Tsunami Intra Amerika yang disahkan oleh Majelis Umum IOC pada 2002. (<http://ioc3.unesco.org/cartws>)

ICG/IOTWS

Intergovernmental Coordination Group for the Indian Ocean Tsunami Warning and Mitigation System atau Kelompok Koordinasi Antar Pemerintah untuk Sistem Mitigasi dan Peringatan Tsunami Samudera Hindia, dibentuk berdasarkan Resolusi XXIII-12 pada Sesi ke-23 Majelis Umum IOC pada 2005. Kantor Program Regional IOC di Perth, Australia, berfungsi sebagai sekretariat IOTWS. Saat ini, terdapat 27 negara anggota. (<http://ioc.unesco.org/indotsunami>)

ICG/ITSU

Intergovernmental Coordination Group for the International Tsunami Warning System in the Pacific atau Kelompok Koordinasi Internasional untuk Sistem Peringatan Dini Tsunami Internasional di Pasifik didirikan berdasarkan Resolusi IV-6 Sesi ke-4 Majelis Umum IOC pada 1965. ICG-ITSU berubah menjadi ICG/IPTWS pada 2005. (<http://www.tsunamiwave.info>)

ICG/NEAMTWS

Intergovernmental Coordination Group for the Tsunami Early Warning and Mitigation System in the North-eastern Atlantic, the Mediterranean and Connected Seas atau Kelompok Koordinasi Antar Pemerintah untuk Sistem Mitigasi dan Peringatan Dini Tsunami di Atlantik timurlaut, Mediterania dan laut penghubung, didirikan berdasarkan Resolusi XXIII-13 Sidang ke-23 Majelis Umum IOC pada 2005. ICG secara prinsipal terdiri dari Negara-negara Anggota IOC yang membatasi timurlaut Atlantik juga negara-negara yang membatasi atau berada dalam wilayah Mediterania atau laut sekitarnya. (<http://ioc3.unesco.org/neamtws>)

ICG/PTWS

Intergovernmental Coordination Group for the Pacific Tsunami Warning and Mitigation System atau Kelompok Koordinasi Antar Pemerintah untuk Sistem Mitigasi dan Peringatan Tsunami Pasifik yang dinamakan kembali oleh Resolusi ITSU-XX.1 pada Sesi ke-20 ICG/ITSU tahun 2005. Saat ini, ICG/PTWS memiliki 28 negara anggota. ICG/PTWS sebelumnya bernama ICG/ITSU. ITIC di Honolulu berfungsi sebagai Sekretariat PTWS. (<http://ioc3.unesco.org/ptws>)

ICG TSUNAMI WARNING FOCAL POINT (TWFP)

Merupakan orang-orang yang bisa dihubungi, atau titik dan alamat kontak resmi lainnya yang bisa dihubungi selama 7x24 jam, untuk menerima dan menyebarkan informasi tsunami (seperti peringatan) dengan cepat. *Focal Point* Peringatan Tsunami bertanggung jawab memberitahukan pihak darurat yang berwenang (badan pertahanan sipil atau badan yang ditetapkan lainnya yang bertanggung jawab untuk keselamatan publik) tentang karakteristik tsunami (gempa bumi dan/atau tsunami) sesuai dengan prosedur Rencana Tanggap Tsunami. *Focal Point* Peringatan Tsunami menerima peringatan tsunami internasional dari PTWC, NWPTAC, atau pusat peringatan regional lainnya.

ICG TSUNAMI NATIONAL CONTACT (TNC)

Kontak Nasional Tsunami dari Kelompok Koordinasi antar Pemerintah adalah orang yang ditugaskan oleh pemerintah Negara Anggota ICG untuk mewakili negaranya dalam melakukan koordinasi aktifitas-aktifitas mitigasi dan peringatan tsunami internasional. Orang tersebut merupakan bagian dari pihak penting utama program sistem mitigasi dan peringatan tsunami. Orang tersebut menjadi *Focal Point* Peringatan Tsunami yang bisa berasal dari organisasi manajemen bencana nasional, institusi teknik atau ilmiah, atau dari badan lain yang bertanggung jawab atas mitigasi dan peringatan tsunami.

IOC

Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO atau Komisi Oseanografi Antar Pemerintah di UNESCO. IOC menyediakan mekanisme penting untuk kerjasama global dalam penelitian kelautan kepada negara-negara anggota. IOC juga membantu para pemerintahan untuk mengatasi masalah-masalah baik yang bersifat individu maupun kolektif yang terkait dengan garis pantai dan samudera. Hal ini dicapai

dengan cara berbagi pengetahuan, informasi dan teknologi, dan dengan mengkoordinasikan program-program nasional.

(<http://ioc.unesco.org/iocweb/index.php>)

ITIC

International Tsunami Information Centre atau Pusat Informasi Tsunami Internasional. ITIC dibentuk pada November 1965 oleh IOC UNESCO. Tahun 1968, IOC untuk pertama kalinya menggelar sidang ICG/ITSU untuk mengkoordinasikan aktifitas-aktifitas mitigasi dan peringatan tsunami di Pasifik. ITIC berfungsi sebagai sekretariat PTWS. Selain itu, ITIC juga menyediakan bantuan pengembangan kapasitas dan teknis kepada negara-negara anggota untuk membentuk sistem mitigasi dan peringatan tsunami global di Samudera Hindia dan Atlantik, Laut Karibia dan Mediterania, dan samudera-samudera serta laut-laut marginal lainnya. Di Pasifik, ITIC secara khusus memantau dan merekomendasi upaya perbaikan kepada PTWC, mengkoordinasikan transfer teknologi tsunami di antara negara-negara anggota yang berminat untuk mendirikan sistem peringatan tsunami nasional dan regional, bertindak sebagai *clearinghouse* (pusat informasi) untuk kegiatan mitigasi dan penilaian risiko, dan berfungsi sebagai sumber daya untuk pengembangan, publikasi, dan distribusi material-material penyiapan dan pendidikan tsunami.

(<http://www.tsunamiwave.info>)

IUGG

International Union of Geodesy and Geophysics atau Serikat Geodesi dan Geofisika Internasional. IUGG adalah organisasi keilmuan non-pemerintah yang didirikan pada 1919 dengan tujuan untuk mempromosikan dan mengkoordinasikan penelitian tentang bumi dan lingkungannya di ruang angkasa. Komisi Tsunami IUGG yang dibentuk pada 1960 adalah kelompok pakar internasional yang menaruh minat pada berbagai aspek tsunami, termasuk peningkatan pemahaman tentang dinamika munculnya, penyebarannya, dan perambatan tsunami, serta akibat-akibatnya pada masyarakat. (<http://iugg.org>)

JMA

Japan Meteorological Agency atau Badan Meteorologi Jepang. JMA membentuk layanan peringatan tsunami pada tahun 1952. JMA saat ini berfungsi sebagai Sistem Peringatan Tsunami Nasional yang terus-menerus memantau semua aktifitas seismik selama 24 jam di Jepang. Badan ini juga mengeluarkan informasi tepat waktu tentang gempa bumi dan tsunami. Pada tahun 2005, JMA mulai mengoperasikan *Northwest Pacific Tsunami*

Advisory Center atau Pusat Advorisi Tsunami Pasifik Baratlaut (NWPTAC). Bekerja sama dengan PTWC, NWPTAC menyediakan informasi tsunami tambahan yang terjadi di Jepang dan Pasifik baratlaut serta sekitarnya. (<http://www.jma.go.jp/jma>)

MASTER PLAN

Pedoman utama jangka panjang untuk memperbaiki TWS. Rencana ini menyediakan ringkasan dari elemen-elemen dasar yang menjadi bagian TWS, uraian komponen-komponen yang telah ada, dan garis besar aktifitas-aktifitas, rangkaian data, metode, dan prosedur yang harus diperbaiki untuk mengurangi risiko tsunami. Edisi pertama ICG/PTWS Master Plan diluncurkan pada 1989. Edisi kedua diluncurkan tahun 1999. (http://ioc3.unesco.org/itic/categories.php?category_no=64)

OCEAN-WIDE TSUNAMI WARNING

Peringatan yang dikeluarkan kepada semua negara anggota setelah dikonfirmasi adanya gelombang tsunami yang bisa menimbulkan kehancuran di luar area lokal. Peringatan Tsunami Luas Samudera berisi perkiraan waktu kedatangan tsunami (*estimated tsunami arrival time* - ETA) di semua titik-titik prakiraan. Pengumuman Peringatan Tsunami Luas Samudera juga biasanya membawa informasi tentang ketinggian gelombang dan laporan-laporan gelombang lainnya. Peringatan tersebut akan dibatalkan jika ancaman tsunami dipastikan telah berakhir. Karena kondisi lokal bisa menimbulkan berbagai macam perubahan terhadap gelombang tsunami, maka keputusan tentang situasi sudah aman (*all-clear*) harus dibuat oleh badan-badan aksi lokal, bukan oleh TWC. Secara umum, setelah menerima Peringatan Tsunami, badan-badan aksi bisa menyatakan status aman jika area mereka tidak dilalui oleh gelombang yang menghancurkan paling tidak selama dua jam. Kecuali jika ada ETA tambahan yang dikirimkan oleh TWC (misalnya peringatan gempa susulan yang kuat) atau kondisi-kondisi lokal, yang mencakup gelombang (*seiching*) lanjutan atau khususnya arus kuat di terusan-terusan dan pelabuhan-pelabuhan yang mengharuskan status Peringatan Tsunami dilanjutkan.

Contoh: Peringatan Tsunami Luas Pasifik (awal)

BULETIN TSUNAMI NOMOR 004
PUSAT PERINGATAN TSUNAMI PASIFIK/NOAA/NWS
DIKELUARKAN PADA 2119Z 25 FEB 2005



PENGUMUMAN INI DITUJUKAN UNTUK SEMUA AREA KUALA PASIFIK KECUALI ALASKA - BRITISH COLUMBIA - WASHINGTON - OREGON - CALIFORNIA

... PERINGATAN TSUNAMI LUAS PASIFIK SEDANG BERLANGSUNG

PERINGATAN INI UNTUK SEMUA AREA PESISIR DAN KEPULAUAN DI PASIFIK

GEMPA BUMI TELAH TERJADI DI PARAMETER-PARAMETER AWAL SEBAGAI BERIKUT

WAKTU ASLI - 1804Z 25 FEB 2005
KOORDINAT - 52.3 UTARA 160.7 TIMUR
LOKASI - LEPAS PANTAI TIMUR KAMCHATKA
MAGNITUDE - 8.8

PENGUKURAN ATAU LAPORAN AKTIFITAS GELOMBANG TSUNAMI

LOKASI	PENGUKURAN	LAT	LOK	TIME	AMPL	PER
NIKISKI	60.7N 151.4W	0057Z	0.52M	**MIN		
SEVERO KURILSK	50.7N 156.1E	2042Z	0.12M	64MIN		

TIME - WAKTU PENGUKURAN
AMPL - AMPLITUDO DALAM METER DARI TENGAH KE PUNCAK ATAU TENGAH KE PALUNG ATAU SEPARUH PUNCAK KE PALUNG
PER - PERIODE WAKTU DARI SATU PUNCAK GELOMBANG KE GELOMBANG BERIKUTNYA

EVALUASI

PEMBACAAN KETINGGIAN AIR LAUT MEMASTIKAN BAHWA TSUNAMI TELAH TERJADI DAN BISA MENYEBABKAN KERUSAKAN LUAS KE PANTAI-PANTAI DAN PULAU-PULAU DI PASIFIK. PIHAK OTORITAS HARUS MELAKUKAN TINDAKAN YANG SESUAI UNTUK MENANGGAPI ANCAMAN INI. PUSAT INI AKAN TERUS MEMONITOR DATA KETINGGIAN PERMUKAAN LAUT UNTUK MENENTUKAN JANGKAUAN DAN KEKUATAN ANCAMAN.

TSUNAMI ADALAH SERANGKAIAN GELOMBANG DAN GELOMBANG PERTAMANYA MUNGKIN BUKAN YANG TERBESAR. KETINGGIAN GELOMBANG TSUNAMI TIDAK BISA DIPREDIKSI DAN BISA BERUBAH-UBAH DI SEPANJANG PANTAI KARENA EFEK-EFEK LOKAL. WAKTU DARI SATU GELOMBANG TSUNAMI KE GELOMBANG BERIKUTNYA KEMUNGKINAN LIMA MENIT SAMPAI SATU JAM, DAN ANCAMAN TERSEBUT AKAN BERLANJUT SELAMA BEBERAPA JAM SEIRING DENGAN TIBANYA GELOMBANG.

UNTUK SEMUA AREA - JIKA TIDAK ADA GELOMBANG BESAR SELAMA DUA JAM SETELAH PRAKIRAAN WAKTU KEDATANGAN ATAU GELOMBANG PERUSAK TIDAK TERJADI SEDIKITNYA SELAMA DUA JAM MAKA PIHAK LOKAL YANG BERWENANG BISA MENYATAKAN ANCAMAN TELAH LEWAT. BAHAYA TERHADAP KAPAL DAN STRUKTUR PANTAI BISA BERLANJUT SELAMA BEBERAPA JAM SEBAGAI AKIBAT DARI ARUS YANG KUAT. KARENA KONDISI LOKAL BISA MENYEBABKAN PERBEDAAN GERAK GELOMBANG TSUNAMI MAKA KEPUTUSAN SEMUA AMAN HARUS DIBUAT OLEH OTORITAS-OTORITAS LOKAL.

BULETIN-BULETIN AKAN DIKELUARKAN SETIAP JAM ATAU LEBIH CEPAT JIKA KONDISI MENGHARUSKAN.

PTWC

Didirikan tahun 1949, *Pacific Tsunami Warning Center* (PTWC) atau Pusat Peringatan Tsunami Pasifik Richard H. Hagemeyer di Pantai Ewa, Hawaii, merupakan pusat operasional PTWS dan bekerja sama erat dengan pusat-pusat nasional dan regional lainnya untuk memantau, dan mengevaluasi gempa bumi yang berpotensi tsunami (*tsunamigenic earthquakes*). Pusat ini menyediakan peringatan internasional untuk teletsunami ke negara-negara di Kuala Pasifik termasuk Hawaii dan untuk kepentingan AS lainnya di Pasifik di luar Alaska. *West Coast and Alaska Tsunami Warning Center* (WC/ATWC) atau Pusat Peringatan Tsunami Alaska dan Pantai Barat menyediakan layanan ke pantai-pantai Teluk Meksiko dan Atlantik AS, dan ke pantai timur dan barat Kanada. PTWC juga menjadi pusat peringatan untuk tsunami regional dan lokal Hawaii. Pada 2005, PTWC dan JMA mulai menyediakan layanan-layanan advisori ke Samudera Hindia. PTWC juga membantu Puerto Rico dan Kepulauan Virgin, AS dengan informasi advisori dan WC/WTWC menyediakan layanan bagi pantai-pantai barat dan timur Kanada.

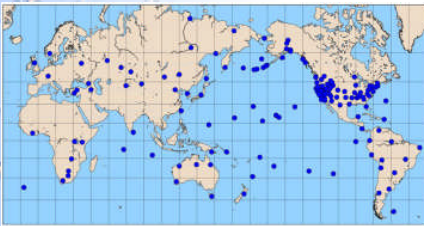


Fasilitas PTWC yang terletak di Pantai Ewa, Hawaii, AS

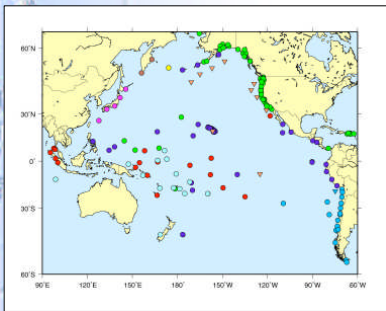


Area operasi PTWC

Sasaran operasional PTWC adalah untuk mendeteksi dan menentukan lokasi gempa bumi besar di kawasan itu, menentukan apakah tsunami telah terjadi, dan menyediakan peringatan tsunami ke pihak otoritas lokal dengan tepat waktu. Untuk mencapai sasaran ini, PTWC terus memonitor aktifitas seismik dan ketinggian air laut, kemudian menyebarkan pesan-pesan informasi dengan menggunakan bermacam-macam metode komunikasi. PTWC dan WC/ATWC dioperasikan oleh Layanan Cuaca Nasional NOAA AS. (<http://www.prh.noaa.gov/ptwc>) (<http://wcatwc.arh.noaa.gov/>)



Jaringan seismik global yang digunakan PTWC untuk memantau seismisitas



Jaringan ketinggian air laut yang digunakan oleh PTWC untuk memantau ketinggian air laut Pasifik. Lingkaran menunjukkan stasiun-stasiun ketinggian air laut pantai dan segitiga menunjukkan sistem NOAA DART. Warna-warna menunjukkan badan yang bertanggung jawab: PTWC (biru tua), Layanan Samudera Nasional NOAA (hijau), Universitas Hawaii Sea Level Center (merah), SHOA (hijau kebiru-biruan), JMA (merah muda), Russian Hydromet (coklat), Australia National Tidal Center (biru muda), WC/ATWC (kuning), NOAA National Data Buoy (oranye).

PTWS

Pacific Tsunami Warning and Mitigation System atau Sistem Mitigasi dan Peringatan Tsunami Pasifik. PTWS adalah program internasional untuk koordinasi aktifitas mitigasi dan peringatan tsunami di Pasifik. Secara administratif, negara-negara peserta diorganisir dalam IOC dimana ICG/PTWS dengan ITIC berfungsi sebagai pusat Sekretariat PTWS, dan

PTWC bertindak sebagai kantor pusat operasional peringatan tsunami. Di antara aktifitas-aktifitas PTWS yang paling penting adalah pendeteksian dan penemuan lokasi gempa bumi-gempa bumi besar di kawasan Pasifik, penentuan apakah gempa bumi itu telah menciptakan tsunami, dan penyampaian informasi dan peringatan tsunami yang efektif dan tepat waktu ke masyarakat-masyarakat pesisir di Pasifik untuk meminimalkan bahaya tsunami, khususnya terhadap manusia dan keselamatan. Untuk mencapai tujuan ini dibutuhkan partisipasi dan kontribusi nasional akan fasilitas penyebaran informasi, komunikasi, ketinggian air laut dan seismik di seluruh Kawasan Pasifik.

REGIONAL EXPANDING TSUNAMI WATCH/WARNING BULLETIN (RWW)

Buletin Peringatan/ Kewaspadaan Tsunami Perluasan Regional. Suatu pesan yang dikeluarkan pada mulanya dengan hanya menggunakan informasi seismik untuk memperingatkan negara-negara tentang kemungkinan terjadi tsunami dan memberitahukan bahwa penyelidikan tsunami sedang berlangsung. Di Pasifik, status Peringatan Tsunami (*Tsunami Warning*) akan disampaikan ke wilayah-wilayah yang memiliki waktu kurang dari tiga jam sebelum waktu perkiraan kedatangan tsunami. Area-area yang memiliki waktu tiga sampai enam jam akan ditempatkan pada status waspada (*watch status*). Pemberitahuan tambahan akan dikeluarkan setiap jam atau lebih cepat sampai tsunami Pasifik dipastikan atau ancaman tsunami tidak ada lagi.

CONTOH: Penyebaran Waspada dan Peringatan Tsunami Regional (awal)

TSUNAMI BULLETIN NUMBER 001
PACIFIC TSUNAMI WARNING CENTER/NOAA/NWS
ISSUED AT 1819Z 25 FEB 2005

THIS BULLETIN IS FOR ALL AREAS OF THE PACIFIC BASIN EXCEPT ALASKA - BRITISH COLUMBIA - WASHINGTON - OREGON - CALIFORNIA.

... A TSUNAMI WARNING AND WATCH ARE IN EFFECT...

A TSUNAMI WARNING IS IN EFFECT FOR

RUSSIA / JAPAN / MARCUS IS. / MIDWAY IS. / WAKE IS. / N. MARIANAS / MARSHALL IS. / GUAM / HAWAII / JOHNSTON IS. / CHUUK / POHNPEI / TAIWAN / KOSRAE / YAP / PHILIPPINES / BELAU / NAURU / KIRIBATI / SAMOA / AMERICAN SAMOA / FIJI / MEXICO / HONG KONG / NEW CALEDONIA / COOK ISLANDS / FR. POLYNESIA

A TSUNAMI WATCH IS IN EFFECT FOR

NEW ZEALAND / EL SALVADOR / NICARAGUA

UNTUK SEMUA AREA PASIFIK LAINNYA, PESAN INI HANYA HIMBAUAN

GEMPA BUMI TELAH TERJADI DENGAN PARAMETER AWAL BERIKUT

WAKTU ASAL – 1804Z 25 FEB 2005
KOORDINAT – 52.3 UTARA 160.7 TIMUR
LOKASI – LEPAS PANTAI TIMUR KAMCHATKA
MAGNITUDE – 8.1

EVALUASI

TIDAK DIKETAHUI APAKAH TERJADI TSUNAMI. PERINGATAN INI HANYA BERDASARKAN EVALUASI GEMPA BUMI. GEMPA BUMI DENGAN UKURAN INI BERPOTENSI MENCIPTAKAN TSUNAMI DESTRUKTIF YANG DAPAT MENGHANTAM GARIS PANTAI YANG BERADA DI DEKAT EPISENTRUMNYA DALAM HITUNGAN MENIT DAN MENGHANTAM GARIS PANTAI YANG LEBIH JAUH DALAM HITUNGAN JAM. PIHAK YANG BERWENANG HARUS MENGAMBIL TINDAKAN YANG TEPAT UNTUK MENANGGAPI KEMUNGKINAN INI. PUSAT INI AKAN MEMANTAU KETINGGIAN AIR LAUT DARI ALAT UKUR YANG TERLETAK DI DEKAT GEMPA BUMI UNTUK MENENTUKAN APAKAH TSUNAMI TELAH TERJADI SERTA MEMPERKIRAKAN KEPARAHAN DARI ANCAMAN INI.

PERKIRAAN WAKTU TIBA AWAL GELOMBANG TSUNAMI. WAKTU TIBA NYATA DAPAT BERBEDA DAN GELOMBANG AWAL BISA SAJA BUKAN GELOMBANG YANG TERBESAR. WAKTU ANTARA GELOMBANG TSUNAMI BERTURUT-TURUT BERKISAR ANTARA LIMA MENIT SAMPAI SATU JAM.

CONTOH: Penyebaran Peringatan dan Waspada Tsunami Regional (pembatalan)

BULETIN TSUNAMI NOMOR 003
PUSAT PERINGATAN TSUNAMI PASIFIK/NOAA/NWS
DIKELUARKAN PADA 2019Z 25 FEB 2005

PENGUMUMAN INI UNTUK SEMUA AREA KUALA PASIFIK KECUALI ALASKA – BRITISH COLUMBIA – WASHINGTON – OREGON – CALIFORNIA

... PEMBATALAN PERINGATAN TSUNAMI ...

PERINGATAN TSUNAMI DIBATALKAN UNTUK SEMUA AREA PESISIR DAN PULAU-PULAU DI PASIFIK

GEMPA BUMI TELAH TERJADI DENGAN PARAMETER-PARAMETER AWAL SEBAGAI BERIKUT

WAKTU ASAL – 1804Z 25 FEB 2005
KOORDINAT – 52.3 UTARA 160.7 TIMUR
LOKASI – LEPAS PANTAI TIMUR KAMCHATKA
MAGNITUDE – 8.1

PENGUKURAN ATAU LAPORAN AKTIFITAS GELOMBANG TSUNAMI

LOKASI	PENGUKURAN	LAT	LON	TIME	AMPL	PER
NIKISKI		60.7N	151.4W	0057Z	0.52M	**MIN
SEVERO KURILSK		50.7N	156.1E	2042Z	0.12M	64MIN

TIME – WAKTU PENGUKURAN
AMPL – AMPLITUDO (LUAS) DALAM METER DARI TENGAH SAMPAI PUNCAK ATAU TENGAH SAMPAI PALUNG ATAU SEPARUH DARI PUNCAK SAMPAI PALUNG

PER - PERIODE WAKTU DARI SATU PUNCAK GELOMBANG KE GELOMBANG BERIKUTNYA

EVALUASI

PEMBACAAN KETINGGIAN AIR LAUT MENUNJUKKAN TSUNAMI TELAH TERJADI. MUNGKIN BERSIFAT MENGHANCURKAN DI SEPANJANG PANTAI DI DEKAT PUSAT GEMPA. UNTUK AREA DIMANA TIDAK TERLIHAT GELOMBANG BESAR SELAMA DUA JAM SETELAH PRAKIRAAN WAKTU KEDATANGAN ATAU GELOMBANG PERUSAK TIDAK TERJADI SEDIKITNYA SELAMA DUA JAM MAKA PIHAK LOKAL YANG BERWENANG BISA MENYATAKAN ANCAMAN TELAH LEWAT. BAHAYA TERHADAP KAPAL DAN STRUKTUR PANTAI BISA BERLANJUT SELAMA BEBERAPA JAM SEBAGAI AKIBAT DARI ARUS YANG KUAT. KARENA KONDISI LOKAL BISA MENYEBABKAN PERBEDAAN AKSI GELOMBANG TSUNAMI MAKA KEPUTUSAN SEMUA AMAN HARUS DIBUAT OLEH PIHAK-PIHAK LOKAL YANG BERWENANG.

ANCAMAN TSUNAMI TIDAK ADA UNTUK AREA-AREA PANTAI LAINNYA DI PASIFIK MESKIPUN BEBERAPA AREA LAINNYA MENGALAMI SEDIKIT PERUBAHAN KETINGGIAN AIR LAUT. UNTUK SEMUA AREA PERINGATAN TSUNAMI DAN WASPADA TSUNAMI DIBATALKAN.

INI MERUPAKAN PENGUMUMAN TERAKHIR YANG DIKELUARKAN SAAT INI KECUALI ADA INFORMASI TAMBAHAN.

REGIONAL FIXED TSUNAMI WARNING BULLETIN

Buletin Peringatan Tsunami Tetap Regional. Sebuah pesan yang awalnya hanya menggunakan informasi seismik untuk memperingatkan penduduk akan kemungkinan terjadinya tsunami dan menyatakan bahwa investigasi tsunami sedang berlangsung. Area yang masuk dalam status Peringatan Tsunami meliputi wilayah pantai yang berada dalam jarak 1,000 km dari episentrum gempa bumi. Sebuah peringatan Tsunami Tetap Regional akan disertai dengan buletin tambahan tanpa memperluas area peringatan sampai status peringatannya dinaikkan atau dibatalkan.



CONTOH: Peringatan Tsunami Regional Tetap (awal)

BULETIN TSUNAMI NOMOR 001
PUSAT PERINGATAN TSUNAMI PASIFIK/ NOAA/ NWS
DIKELUARKAN PADA 1819Z 25 FEB 2005

PENGUMUMAN INI UNTUK SEMUA AREA KUALA PASIFIK
KECUALI ALASKA – BRITISH COLUMBIA-WASHINGTON-
OREGON-CALIFORNIA

...PERINGATAN TSUNAMI SEDANG BERLANGSUNG...

PERINGATAN TSUNAMI BERLAKU UNTUK RUSIA

UNTUK SEMUA AREA PASIFIK LAINNYA, PESAN INI HANYA
HIMBAUAN

GEMPA BUMI TELAH TERJADI DENGAN PARAMETER AWAL
SEBAGAI BERIKUT

WAKTU ASAL – 1804Z 25 FEB 2005

KOORDINAT – 52.3 UTARA 160.7 TIMUR
LOKASI – LEPAS PANTAI TIMUR KAMCHATKA
MAGNITUDE – 7.7

EVALUASI
TIDAK DIKETAHUI APAKAH TERJADI TSUNAMI.
PERINGATAN INI HANYA BERDASARKAN EVALUASI GEMPA
BUMI. GEMPA BUMI DENGAN UKURAN INI BERPOTENSI
MENCiptakan TSUNAMI YANG DAPAT MENGHANTAM
GARIS PANTAI YANG BERADA DI DEKAT EPISENTRUMNYA
DALAM HITUNGAN MENIT DAN MENGHANTAM GARIS
PANTAI YANG LEBIH JAUH DALAM HITUNGAN JAM. PIHAK
YANG BERWENANG HARUS MENGAMBIL TINDAKAN YANG
TEPAT UNTUK MENANGGAPI KEMUNGKINAN INI. PUSAT INI
AKAN MEMANTAU PENGUKUR KETINGGIAN AIR LAUT DARI
ALAT UKUR YANG TERDEKAT DI WILAYAH YANG TERKENA
DAN MELAPORKAN APAKAH AKTIVITAS GELOMBANG
TSUNAMI TELAH TERJADI. PERINGATAN INI TIDAK AKAN
MELUAS KE AREA-AREA PASIFIK LAINNYA KECUALI DATA
TAMBAHAN UNTUK MEMPERLUAS PERINGATAN DITERIMA.

PERKIRAAN WAKTU TIBA AWAL GELOMBANG TSUNAMI.
WAKTU TIBA NYATA DAPAT BERBEDA DAN GELOMBANG
AWAL BISA SAJA BUKAN GELOMBANG YANG TERBESAR.
WAKTU ANTARA GELOMBANG TSUNAMI BERTURUT-TURUT
BERKISAR ANTARA LIMA MENIT SAMPAI SATU JAM.

LOKASI	KOORDINAT	WAKTU TIBA
RUSSIA		
PETROPAVLOVSK-K	52.9N 158.3E	1926Z 25 FEB
UST KAMCHATSK	56.2N 162.5E	1943Z 25 FEB
MEDNNY IS	54.6N 167.6E	1946Z 25 FEB
SEVERO KURILSK	50.6N 156.3E	2000Z 25 FEB
URUP IS	45.9N 150.2E	2031Z 25 FEB

PERINGATAN TSUNAMI AKAN TETAP BERLAKU SAMPAI
ADA PENGUMUMAN BERIKUTNYA.

**CONTOH: Peringatan Tsunami Regional Tetap
(pembatalan)**

BULETIN TSUNAMI NOMER 003
PUSAT PERINGATAN TSUNAMI PASIFIK/ NOAA/ NWS
DIKELUARKAN PADA 2019Z 25 FEB 2005

PENGUMUMAN INI UNTUK SEMUA AREA KUALA PASIFIK
KECUALI ALASKA – BRITISH COLUMBIA – WASHINGTON –
OREGON – CALIFORNIA

... PEMBATALAN PERINGATAN TSUNAMI ...

PERINGATAN TSUNAMI DIBATALKAN UNTUK SEMUA AREA
PESISIR DAN PULAU-PULAU DI PASIFIK. GEMPA BUMI
TELAH TERJADI DENGAN PARAMETER-PARAMETER AWAL
SEBAGAI BERIKUT

WAKTU ASAL – 1804Z 25 FEB 2005
KOORDINAT – 52.3 UTARA 160.7 TIMUR
LOKASI – LEPAS PANTAI TIMUR KAMCHATKA
MAGNITUDE – 7.7

PENGUKURAN ATAU LAPORAN AKTIVITAS GELOMBANG
TSUNAMI

LOKASI	PENGUKURAN	LAT	LON	WAKTU	AMPL	PER
NIKISKI	60.7N	151.4W	0057Z	0.52M	**MIN	
SEVERO KURILSK	50.7N	156.1E	2042Z	0.12M	64MIN	

TSUNAMI BULLETIN BOARD (TBB)

Badan Buletin Tsunami. TBB adalah layanan email yang disponsori ITIC yang menyediakan forum ilmiah terbuka dan obyektif untuk *posting* dan diskusi berita-berita serta informasi yang terkait dengan tsunami dan penelitian tsunami. ITIC menyediakan layanan kepada para peneliti tsunami dan profesional teknis lainnya untuk memfasilitasi penyebaran informasi secara meluas tentang peristiwa tsunami, penyelidikan penelitian yang berlangsung, dan pengumuman-pengumuman tentang berbagai pertemuan yang akan berlangsung, publikasi, dan material terkait tsunami lainnya. Semua anggota TBB diizinkan untuk berperan serta. Pesan-pesan segera disiarkan tanpa perubahan. TBB sangat berperan dalam membantu mengorganisir survei pasca tsunami secara cepat, mendistribusikan hasil-hasilnya, dan merencanakan berbagai lokakarya dan simposium tsunami. Anggota-anggota TBB secara otomatis akan menerima buletin-buletin yang dikeluarkan oleh PTWC, WC/ATWC, dan JMA.



Tsunami Information Bulletin (TIB)

Berita Singkat Informasi. Keluaran dari TWC berupa pesan yang memberitahukan terjadinya gempa bumi besar dengan evaluasi bahwa: (a) tidak ada ancaman tsunami luas tetapi kemungkinan kecil tsunami lokal atau (b) tidak ada ancaman tsunami sama sekali yang menunjukkan tidak adanya ancaman tsunami.

Contoh: Warta singkat Informasi Tsunami (peristiwa bawah laut dangkal)

BULETIN TSUNAMI NOMOR 001
PUSAT PERINGATAN TSUNAMI PASIFIK/ NOAA/ NWS
DIKELUARKAN PADA 1819Z 25 FEB 2005

... BULETIN INFORMASI TSUNAMI ...

PENGUMUMAN INI UNTUK SEMUA AREA KUALA PASIFIK
KECUALI ALASKA – BRITISH COLUMBIA – WASHINGTON –
OREGON – CALIFORNIA

PESAN INI HANYA UNTUK INFORMASI. TIDAK ADA
PERINGATAN TSUNAMI ATAU WASPADA TSUNAMI.

GEMPA BUMI TELAH TERJADI DENGAN PARAMETER-
PARAMETER AWAL SEBAGAI BERIKUT

WAKTU ASAL – 1804Z 25 FEB 2005
KOORDINAT – 52.3 UTARA 160.7 TIMUR
LOKASI – LEPAS PANTAI TIMUR KAMCHATKA
MAGNITUDE – 6.7

EVALUASI

TIDAK ADA ANCAMAN TSUNAMI SELUAS PASIFIK
BERDASARKAN DATA TSUNAMI DAN GEMPA BUMI
HISTORIS

NAMUN – GEMPA BUMI SEBESAR INI KADANG-KADANG
MENIMBULKAN TSUNAMI LOKAL YANG BISA
MENGHANCURKAN DI SEPANJANG PANTAI YANG
TERLETAK DALAM JARAK SERATUS KILOMETER DARI
PUSAT GEMPA BUMI. PIHAK YANG BERWENANG DI
KAWASAN PUSAT GEMPA HARUS MENYADARI
KEMUNGKINAN INI DAN MELAKUKAN TINDAKAN YANG
TEPAT.

INI ADALAH SATU-SATUNYA BERITA YANG DIKELUARKAN
UNTUK PERISTIWA INI SELAMA BELUM TERSEDIA
INFORMASI TAMBAHAN.

Tsunami Response Plan (TRP)

Rencana Tanggap Tsunami. Rencana Tanggap Tsunami menjelaskan tindakan yang dilakukan untuk memastikan keselamatan publik oleh badan yang bertanggung jawab setelah pemberitahuan dari *Focal Point Tsunami Warning* (TWFP) atau *Focal Point* Peringatan Tsunami, khususnya Pusat Peringatan Tsunami nasional. Rencana ini juga termasuk Protokol dan Standar Prosedur Operasi

untuk tanggap dan aksi darurat, organisasi, individu yang terlibat serta peran dan tanggung jawab mereka, kontak informasi, batas waktu dan kedaruratan yang ditetapkan pada suatu tindakan, dan cara-cara untuk memberitahukan warga biasa dan penduduk dengan kebutuhan khusus (cacat fisik dan mental, orang tua, pengunjung dan warga pesisir). Untuk tanggap tsunami, penekanan diutamakan pada kecepatan, efisiensi, kesadaran dan kejelasan tindakan dan instruksi kepada publik. Rencana Tanggap Tsunami juga harus mencakup tanggung jawab dan tindakan-tindakan pasca-tsunami untuk pencarian dan penyelamatan, bantuan, rehabilitasi, dan pemulihan.

Tsunami Warning

Peringatan Tsunami. Sinyal tsunami yang tingkatnya tertinggi. Peringatan dikeluarkan oleh Pusat Peringatan Tsunami (TWC) setelah mendapat konfirmasi mengenai gelombang tsunami destruktif atau ancaman tsunami yang akan segera datang. Pada mulanya peringatan yang bersumber dari informasi seismik tanpa konfirmasi tsunami ini adalah sebagai cara untuk memberi pemberitahuan sedini mungkin kepada masyarakat yang berisiko. Peringatan ini pada dasarnya ditujukan untuk memberikan informasi secepat mungkin bagi penduduk yang berada di daerah berisiko tinggi atau daerah pantai yang terancam bahaya untuk segera mempersiapkan diri menghadapi banjir. Pemberitahuan tertulis susulan dikeluarkan paling tidak setiap satu jam atau tergantung kondisi apakah mengharuskan untuk melanjutkan, memperluas, membatasi atau mengakhiri peringatan. Jika telah dipastikan bahwa tsunami yang bisa menghancurkan area seluas lebih dari 1,000 kilometer dari pusat gempa akan terjadi, peringatan akan diperluas ke area yang lebih besar.

Tsunami Warning Centre (TWC)

Pusat Peringatan Tsunami. Merupakan pusat yang mengeluarkan pesan informasi tsunami tepat waktu. Pesan tersebut bisa berbentuk informasi, kewaspadaan atau pesan peringatan, dan semuanya berdasarkan pada data ketinggian laut dan seismologi yang tersedia sebagaimana yang dievaluasi oleh TWC, atau berdasarkan evaluasi yang diterima oleh TWC dari badan-badan pemantauan lainnya. Pesan tersebut adalah himbauan kepada badan-badan tanggap darurat yang resmi dan telah ditetapkan. TWC regional memantau dan memberikan informasi tsunami kepada negara-negara anggota tentang potensi kedatangan tsunami seluas samudera.

Formatted: Bullets and Numbering

Pesan disampaikan dengan menggunakan jaringan data global dan biasanya mampu mengeluarkan pesan dalam waktu 20 menit setelah gempa. TWC lokal memantau dan memberikan informasi potensi ancaman tsunami lokal yang akan menyerang dalam beberapa menit. TWC lokal harus memiliki akses pada jaringan data yang berjarak rapat, waktu-nyata (*real time*) yang berkelanjutan untuk mengetahui karakteristik gempa bumi dalam beberapa detik dan mengeluarkan peringatan dalam hitungan menit.

Contoh Pusat Peringatan Tsunami Regional adalah Pusat Peringatan Tsunami Pasifik (PTWC) yang menyediakan peringatan tsunami internasional ke Pasifik. Setelah terjadinya tsunami 26 Desember 2004, PTWC dan JMA telah berfungsi sebagai TWC Regional Sementara untuk Samudera Hindia.

Contoh-contoh sub-regional TWC adalah NWPTAC yang dioperasikan oleh JMA, WC/ATWC dioperasikan oleh Layanan Cuaca Nasional NOAA AS, CPPT dioperasikan oleh Prancis, Rusia dan Chili. Pusat-pusat peringatan ini juga berfungsi sebagai TWC nasional yang menyampaikan peringatan tsunami lokal untuk negara-negaranya.

Tsunami Warning Centre Products

Produk-produk Pusat Peringatan Tsunami. Pusat peringatan tsunami (TWC) mengeluarkan empat jenis pesan dasar: 1) Buletin informasi ketika gempa besar telah terjadi tetapi ancaman tsunami kecil atau tidak ada; 2) Kewaspadaan regional dan buletin peringatan ketika adanya potensi ancaman tsunami destruktif; 3) Berita singkat peringatan seluas samudera ketika dipastikan terciptanya gelombang tsunami yang mampu menimbulkan kehancuran luas hingga melewati area lokal; 4) Pesan-pesan tes komunikasi tsunami untuk menerapkan sistem tersebut secara reguler. Evaluasi awal dan pesan hanya berdasar pada informasi seismik yang tiba lebih dulu khususnya tentang lokasi, besar dan kedalaman gempa. Jika suatu ancaman tsunami memungkinkan, estimasi waktu kedatangan gelombang tsunami dihitung dan rekaman ketinggian laut diperiksa untuk memastikan apakah suatu tsunami telah terjadi. Buletin kewaspadaan dan peringatan diperbaharui setiap jam sampai ancaman hilang. Di Pasifik, jenis pesan yang dikeluarkan oleh PTWC termasuk Buletin Peringatan Tsunami Seluas Samudera (*Pacific-Wide Tsunami Warning Bulletin*), Buletin Kewaspadaan dan Peringatan Tsunami Perluasan Regional (*Regional Expanding Tsunami Warning and Watch Bulletin*), Buletin Peringatan Tsunami Tetap Regional (*Regional Fixed Tsunami Warning Bulletin*), Buletin Informasi Tsunami (*Tsunami Information Bulletin*), dan Pesan Model Tes Komunikasi Tsunami (*Tsunami Communication Test Dummy Message*).

Tsunami Watch

Kewaspadaan Tsunami. Merupakan sinyal tsunami tertinggi kedua. Kewaspadaan (*watch*) dikeluarkan oleh *Tsunami Warning Centres* (TWCs) atau Pusat-pusat Peringatan Tsunami berdasarkan informasi seismik tanpa konfirmasi mengenai tsunami destruktif. Peringatan ini dikeluarkan sebagai pemberitahuan tanda bahaya kepada penduduk di lokasi yang terancam tsunami, misalnya, satu atau tiga jam waktu perjalanan tsunami di luar area yang diperingatkan. Peringatan susulan akan dikeluarkan paling tidak setiap jam untuk memperluas area peringatan dan kewaspadaan, meningkatkan semua area menjadi status peringatan, atau mengakhiri status kewaspadaan dan peringatan. Kewaspadaan Tsunami (*Tsunami Watch*) bisa disertakan dalam teks dari pesan yang menyebarkan Peringatan Tsunami (*Tsunami Warning*).

UNESCO

Organisasi PBB untuk Pendidikan, Ilmu Pengetahuan dan Budaya. Didirikan tahun 1945, UNESCO mempromosikan kerjasama internasional dengan negara-negara anggota di bidang pendidikan, ilmu pengetahuan, budaya dan komunikasi. Saat ini UNESCO berfungsi sebagai laboratorium gagasan dan *standard setter* (pembuat standar) untuk membentuk perjanjian-perjanjian universal tentang isu-isu etis yang sedang muncul. Badan ini juga berfungsi sebagai *clearinghouse* (pusat informasi) yang menyebarkan dan membagikan informasi dan pengetahuan, dan di saat yang sama membantu negara-negara anggota membangun kapasitas institusi dan kemanusiaan mereka di berbagai bidang. Konstitusi UNESCO menyatakan: "Karena perang dimulai dalam pikiran manusia, maka dalam pikiran manusia lah pertahanan perdamaian harus terbangun." (<http://www.unesco.org/bpi>)

WDC

World Data Center atau Pusat Data Dunia. Sistem WDC dibentuk untuk menyimpan dan mendistribusikan data terkumpul dari program-program pengamatan tahun 1957-1958 sebagai Tahun Geofisika Internasional. Awal didirikan di AS, Eropa, Rusia, dan Jepang, dan sejak itu sistem WDC meluas ke negara-negara lain dan disiplin ilmu-ilmu baru. Sistem WDC saat ini ada di 52 pusat di 12 negara. Informasinya mencakup berbagai data dimensi matahari, geofisika, lingkungan dan dimensi manusia. Data ini melingkupi skala waktu mulai dari detik sampai abad dan menyediakan informasi dasar untuk penelitian di banyak bidang. Data Tsunami dikumpulkan oleh WDC untuk *Solid Earth Geophysics*. WDC-SEG terletak berdampingan dengan US NOAA National Geophysical Data Center atau Pusat Data Geofisik Nasional NOAA AS. (<http://www.ngdc.noaa.gov/wdc/wdcmain.html>)



6 BIBLIOGRAPHY

UMUM

Atwater, Brian F., et.al., Surviving a tsunami - Lessons from Chile, Hawaii, and Japan. USGS Circular 1187. [Washington DC]: GPO, rev 2005.

Bernard, E.N., ed., Developing tsunami-resilient communities: The National Tsunami Hazard Mitigation Program, Dorchedt: Springer, 2005.

Dudley, M. and M. Lee, Tsunami! 2nd Ed., Honolulu: University of Hawaii Press, 1998.

Iida, K., Catalog of tsunamis in Japan and its neighboring countries. Special Report, Yashigasa, Yakusa-cho, Toyota-shi: Aichi Institute of Technology, 1984.

Tsunami Newsletter, IOC International Tsunami Information Centre, Honolulu, 1965 to present.

UNESCO-IOC. IUGG/IOC TIME Project: Numerical method of tsunami simulation with the leap-frog scheme. IOC Manuals and Guides No. 35. Paris, UNESCO, 1997.

UNESCO-IOC. Master plan for the Tsunami Warning System in the Pacific. Second Edition. IOC Information document No. 1124. Paris, UNESCO, 1999. In English; Spanish, French and Russian version also online.

UNESCO-IOC International Tsunami Information Centre. Tsunami: The Great Waves. IOC Brochure 2005. Paris, UNESCO, 2005. In English; Spanish and French earlier version also online.

UNESCO-IOC International Tsunami Information Centre. Tsunami Glossary. IOC Information document No. 1121. Paris, UNESCO, 2006. Earlier revision in Spanish and French.

UNESCO-IOC. Tsunami Glossary: A glossary of terms and acronyms used in the tsunami literature. IOC Technical Series No. 37. Paris, UNESCO, 1991.

UNESCO-IOC International Tsunami Information Centre. Tsunami Warning!, IOC Brochure 2005. Paris, UNESCO, 2005.

UNESCO-IOC. Post-tsunami survey field guide. First Edition. IOC Manuals and Guides No. 37. Paris, UNESCO, 1998. Versions in Russian, French and Spanish. English and Spanish versions available online through ITIC Web Site.

KATALOG PERISTIWA

Berninghausen, W.H., Tsunamis and seismic seiches reported from regions adjacent to the Indian Ocean. Bulletin of the Seismological Society of America, Feb.1966; 56(1):69-74.

Berninghausen, W.H., Tsunamis and seismic seiches reported from the Western North and Atlantic and the coastal waters of Northwestern Europe. Informal Report No. 68-05, Washington DC: Naval Oceanographic Office, 1968.

Berninghausen, W.H., Tsunamis reported from the west coast of South America, 1562-1960. Bull. Seismol. Soc. Amer., 52, 915-921, 1962.

Berninghausen, W. H., Tsunamis and seismic seiches reported from the eastern Atlantic south of the Bay of Biscay. Bull. Seismol. Soc. Amer., 54, 439-442, 1964.

Dunbar, P.K., P. A. Lockridge, and L. S. Whiteside, Catalogue of Significant Earthquakes 2150BC1991AD. US Department of Commerce, NOAA, National Geophysical Data Center, Boulder, USA, World Data Center A for Solid Earth Geophysics Reports SE-49, 320 pp, 1992.

Everingham, I.B., Preliminary Catalogue of Tsunamis for the New Guinea I Solomon Island Region 1768-1972. Bureau of Mineral Resources, Canberra, Australia, Report 180, 78 pp, 1977.

Iida, K., D. Cox, and G. Pararas-Carayannis, Preliminary catalog of tsunamis occurring in the Pacific Ocean. Data Report No. 5, Hawaii Institute of Geophysics, HIG-67-10. Honolulu: University of Hawaii, re-issued 1972. URL: http://www.soest.hawaii.edu/Library/Tsunami%20Reports/lida_et_al.pdf

Pararas-Carayannis, G., Catalogue of Tsunamis in the Hawaiian Islands. US Department of Commerce, NOAA National Geophysical Center, Boulder, USA, World Data Center A for Solid Earth Geophysics Publication, 94 pp, 1969.

Lander, J.F, P.A. Lockridge, and M.J. Kozuch, Tsunamis affecting the West Coast of the United States 1806-1992. US Department of Commerce, NOAA, National Geophysical Data Center, Boulder, USA, NGDC Key to Geophysical Records Documentation KGRD-29. December 1993, 242 pp, 1993.

Lander, J., and P. Lockridge, United States Tsunamis (including United States Possessions) 1690-1988. Publication 41-2, Boulder: National Geophysical Data Center, 1989.

Lockridge, P.A. and R. H. Smith, 1984 : Map of Tsunamis in the Pacific Basin, 1900-1983. Scale 1:17,000,000. US NOAA National Geophysical Data Center World Data Centre A For Solid Earth Geophysics and Circum-Pacific Council for Energy and Minteralo Resources Map Project.

Molina, E.e (Seccion de Sismologia, INSIVUMEH, Guatemala). Tsunami catalogue for Central America 1539-1996 [Report]. Reduction of natural disasters in Central America. Universitas Bergensis Technical Report no. II 1-04, Bergen, Norway: Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen; 1997.

O'Loughlin, K.F. and J.F. Lander, Caribbean tsunamis: A 500-year history from 1498-1998, Advances in Natural and Technological Hazards Research; v. 20 Boston, MA: Kluwer Academic Publishers; 2003.

Soloviev, S.L., et al., Tsunamis in the Mediterranean Sea 2000 BC-2000AD. Advances in Natural and Technological Hazards Research, Vol. 13, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

Soloviev, S.L., and C. N. Go, A catalogue of tsunamis on the western shore of the Pacific Ocean. Academy of Sciences of the USSR, Nauka Publishing House, Moscow, 310 p. [Canadian Translation of Fisheries and Aquatic Sciences No. 5077, 1984, translation available from Canada Institute for Scientific and Technical Information, National Research Council, Ottawa, Ontario, Canada K1A OS2, 447 p., 1974]

Soloviev, S.L., and C. N. Go, A catalogue of tsunamis on the eastern shore of the Pacific Ocean. Academy of Sciences of the USSR, Nauka Publishing House, Moscow, 204 p. [Canadian Translation of Fisheries and Aquatic Sciences No. 5078, 1984, translation available from Canada Institute for Scientific and Technical Information, National Research Council, Ottawa, Ontario, Canada K1A OS2, 293 p., 1975]

Soloviev, S.L., C. Go, and C. S. Kim, Catalogue of Tsunamis in the Pacific 1969-1982, Results of Researches on the International Geophysical Projects. Moscow: Academy of Sciences of the USSR, 1992.

Tsunami Laboratory, ICMMG SD RAS, Novosibirsk, Russia, ITDB/WLD (2005) Integrated Tsunami Database for the World Ocean, Version 5.15 of July 31, 2005, CD-ROM.

TEKNIK

Abe, K., Size of great earthquakes 1837-1974 inferred from tsunami data, J. Geophys. Res, 84, 1561-1568, 1979.

Abe, Katsuyuki, A new scale of tsunami magnitude, Mt. in Tsunamis: Their science and engineering, Iida and Iwasaki, eds., Tokyo: Terra Scientific Publishing Company; 1983, pp. 91-101.

Ambraseys, N.N., Data for the investigation of the seismic sea-waves in the Eastern Mediterranean, Bulletin of the Seismological Society of America, 52:4 (Oct 1962), pp. 895-913.

Dmowska, R. and B. Saltzman, eds., Tsunamigenic earthquakes and their consequences. Advances in Geophysics, Vol. 39, San Diego: Academic Press, 1998.

European Commission. Directorate General for Science, Research and Development, UNESCO and Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), International Conference on Tsunamis, 26-28 May, 1998. France: CEA, [1998].

Hatori, T., Relation between tsunami magnitude and wave energy, Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, 54, 531-541 (in Japanese with English abstract), 1979.

Hatori, T., Classification of tsunami magnitude scale, Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, 61, 503-515 (in Japanese with English abstract), 1986.

Iida, K. and T. Iwasaki, eds., Tsunamis: Their science and engineering, Proceedings of the International Tsunami Symposium (1981), Tokyo: Terra Scientific, 1983.

Kanamori, H., "Mechanism of tsunami earthquakes," Phys. Earth Planet. Inter., 6, pp. 346-359, 1972.

Keating, B., Waythomas, C., and A. Dawson, eds., Landslides and Tsunamis. Pageoph Topical Volumes, Basel: Birkhäuser Verlag, 2000.

Mader, C., Numerical modeling of water waves, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.

Papadopoulos, G., and F. Imamura, "A proposal for a new tsunami intensity scale," International Tsunami Symposium Proceedings, Session 5, Number 5-1, Seattle, 2001.

Satake, K., ed., Tsunamis: Case studies and recent developments. Dordrecht: Springer, 2005.

Satake, K. and F. Imamura, eds., Tsunamis 1992-1994: Their generation, dynamics, and hazard, Pageoph Topical Volumes. Basel: Birkhäuser Verlag, 1995.

Sauber, J. and R. Dmowska, Seismogenic and tsunamigenic processes in shallow subduction zones. Pageoph Topical Volumes, Basel: Birkhäuser Verlag, 1999.

Shuto, N., "Tsunami intensity and disasters," in Tsunamis in the World edited by S. Tinti, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 197-216, 1993.

Sieberg, A., Erdbebenkunde, Jena: Fischer, 1923. (Sieberg's scale, pp. 102-104.)

Soloviev, S.L., "Recurrence of earthquakes and tsunamis in the Pacific Ocean," in Tsunamis in the Pacific Ocean, edited by W. M. Adams, Honolulu: East-West Center Press, pp. 149-164, 1970.

Soloviev, S.L., "Recurrence of earthquakes and tsunamis in the Pacific Ocean," Volny Tsunami (Trudy SakhNII, Issue 29), Yuzhno-Sakhalinsk, pp. 7-46, 1972 (in Russian).

Tinti, S., ed., Tsunamis in the World : Fifteenth International Tsunami Symposium, 1991, Advances in Natural and Technological Hazards Research, Vol. 1. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993.

Tsuchiya, Y. and N. Shuto, eds., Tsunami: Progress in prediction, disaster prevention and warning. Advances in Natural and Technological Hazards Research, Vol. 4. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.

Yeh, H., Liu, P., and C. Synolakis, Long-wave runup models, Singapore: World Scientific, 1996.

BUKU TEKS DAN PANDUAN GURU (Dalam Bahasa Inggris dan Spanyol)

Pre-elementary school: Earthquakes and tsunamis Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1996. Revised 2003 in Spanish.

2-4 Grade: I invite you to know the earth I. Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1997.

5-8 Grade: I invite you to know the earth II. Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1997.

High School: Earthquakes and tsunamis. Chile: SHOA/IOC/ITIC, 1997.

7 INDEX

Air Rendah	21	Maremoto	2	Scala Intensitas Tsunami Sieberg	18
Air Tumpahan / Banjir	17	Mareogram Or Marigram	21	Sebaran Kenaikan Air	18
Amplitudo Pasang Surut	23	Mareograph	21	Sebaran Tsunami Sedimen	10
Amplitudo Tsunami	19	Master Plan	26	Tsunami	6
Awal Kenaikan	16	Mikrotsunami	2	Seiche	8
Bahaya Tsunami	11	Modifikasi Skala Gelombang Laut	18	Sejarah Tsunami	2
Besaran Tsunami	20	Sieberg		Simulasi Tsunami	14
Communications Plan For The	24	Ocean-Wide Tsunami Warning	26	Stasiun Air Laut	22
Tsunami Warning System		Paleotsunami	2	Stasiun Pasang Surut	23
Cotidal	21	Palung Gelombang	20	Sumber Tsunami	15
Daerah Terpaan Gelombang	16	Panjang Gelombang Tsunami	20	Surut	18
Dampak Tsunami	11	Panjang Puncak	16	Teletsunami Atau Tsunami Jauh	4
Data Historis Tsunami	8	Pasang (Kenaikan)	18	Teori Terjadinya Tsunami	11
Diagram Pembiasan	22	Pasang Surut	23	Terjadinya Tsunami	10
Forecast Point	24	Pemecah Gelombang	7	Terpaan Gelombang (Inundation)	16
Garis Terpaan Gelombang	17	Penodolan Numerik Tsunami	12	Terpaan Gelombang (Maksimum)	16
Gelombang Laut Seismik	8	Pengamatan Tsunami	13	Tinggi Gelombang Signifikan	19
Gelombang Pasang Surut	23	Pengukur Pasang Surut	23	Tinggi Rata Rata	17
Gelombang Pecah	7	Penilaian Bahaya Tsunami	11	Tingkat Air Laut Rata Rata	21
Gelombang Pembuka Jalan	17	Penilaian Lautan Dalam Dan	21	Tingkat Air Laut Rujukan	22
Gelombang Tepi Tsunami	10	Pelaporan Tsunami (Deep		Tingkat Air Maksimum Yang	22
GLOSS	24	Ocean Assessment And		Mungkin	
GOOS	24	Reporting Of Tsunamis - DART		Tingkatan Air Laut	22
GTS	24	Penurunan	16	Tsunamieter	23
ICG	24	Penurunan / Peningkatan	19	Tsunami	6
ICG Tsunami National Contact	25	Penyebaran	19	Tsunami Atmosfir	2
(TNC)		Penzonaan Tsunami (Zonasi	15	Tsunami Bore	9
ICG Tsunami Warning Focal Point	25	Tsunami)		Tsunami Bulletin Board (TBB)	30
(TWFP)		Pergerakan Tsunami	14	Tsunami Damage	9
ICG/CARIBE-EWS	25	Periode Tsunami	20	Tsunami Gempa Bumi	6
ICG/IOTWS	25	Periode Tsunami (Dominan)	20	Tsunami Information Bulletin (TIB)	31
ICG/ITSU	25	Perkiraan Waktu Kedatangan	8	Tsunami Iring Udara	2
ICG/NEAMTWS	25	(Estimated Time Or Arrival -		Tsunami Lintas Samudera	2
ICG/PTWS	25	ETA)		Tsunami Lokal	2
Intensitas Tsunami	20	Peta Evakuasi	8	Tsunami Regional	3
Intensitas	16	Peta Pergerakan Waktu	8	Tsunami Response Plan (TRP)	31
IOC	25	Post-Tsunami Survey	17	Tsunami Warning	31
Irian Jaya Tsunami 2/17/96	21	Pratanda Tsunami	10	Tsunami Warning Centre (TWC)	31
ITIC	26	PTWC	27	Tsunami Warning Centre	32
IUGG	26	PTWS	28	Products	
Jeda Waktu	16	Puncak Gelombang	20	Tsunami Watch	32
JMA	26	Pusaran Air	7	Tsunamiic	15
Karakteristik Fenomena Tsunami	1	Regional Expanding Tsunami	28	Tsunamiogenic	15
Kenaikan Air (Run-Up)	18	Watch/Warning Bulletin (RWW)		UNESCO	32
Kesiapsiagaan Tsunami	13	Regional Fixed Tsunami Warning	29	Velositas Tsunami Atau Velositas	15
Ketinggian Tingkat Air	20	Bulletin		Air Dangkal	
(Maksimum)		Resiko Tsunami	14	Waktu Pergerakan (Travel Time)	8
Magnitudo (Besaran)	17	Resonansi Tsunami	14	Waktu Tiba	16



PUSAT INFORMASI TSUNAMI INTERNASIONAL (ITIC)

737 Bishop Street Suite 2200
Honolulu, Hawaii 96813-3213, U.S.A.
<http://www.tsunamiwave.info>

Phone: <1> 808-532-6422
Fax: <1> 808-532-5576
E-mail: itic.tsunami@noaa.gov

Berlokasi di Honolulu, Pusat Informasi Tsunami Internasional (ITIC) didirikan pada tanggal 12 November 1965 oleh Komisi Oseanografi Antar Pemerintahan (IOC) dari Organisasi PBB untuk Pendidikan, Ilmu Pengetahuan dan Budaya (UNESCO). Sesi pertama dari Kelompok Koordinasi Internasional untuk Sistem Peringatan Tsunami di Pasifik (ITSU) dikonvensikan tahun 1968. Pada tahun 2005, ITSU dinamai kembali dengan Kelompok Koordinasi Antar Pemerintahan untuk Sistem Mitigasi dan Peringatan Tsunami Pasifik (ICG/PTWS) guna menekankan bentuk menyeluruh bagi pengurangan risiko.

ITIC mengucapkan terima kasih kepada para ilmuwan berikut ini untuk bantuan dan tinjauan mereka yang berguna bagi dokumen ini: Fumihiko Imamura, Osamu Kamigaiichi, Modesto Ortiz, Kenji Satake, François Schindele, Fred Stephenson, Costas Synolakis dan Masahiro Yamamoto.



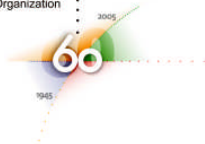
INTERNATIONAL TSUNAMI GLOSSARY



**Intergovernmental
Oceanographic
Commission**



**International Tsunami
Information Centre**



Komisi Oseanografi Antar Pemerintahan (IOC)
Organisasi PBB untuk Pendidikan, Ilmu Pengetahuan dan Budaya (UNESCO)
1, rue Miollis
75 735 Paris Cedex 15
France
Tel : +33 1 45 68 39 83
Fax : +33 1 45 68 58 12
<http://ioc.unesco.org>