

Antisipasi Gelombang Laut Tsunami

Tsunami dapat ditimbulkan oleh pergeseran vertikal lempeng bumi (subduksi) di bawah dasar laut dalam dan longsoran raksasa dari batuan tebing di dasar laut yang dipicu oleh gempa dan letusan gunung berapi di laut. Sebagian besar tsunami yang terjadi di dunia disebabkan oleh subduksi lempeng bumi di bawah dasar laut dalam yang berkaitan dengan gempa bumi tektonik.

Tsunami diawali dengan perubahan dasar laut secara mendadak diikuti dengan perubahan tempat massa air laut secara mendadak, yang dapat menimbulkan gelombang air laut yang sangat panjang dapat mencapai 800 kilometer dengan periode gelombang yang lama, dalam waktu 60 menit. Gelombang tsunami menjalar dengan kecepatan yang sangat tinggi sampai 800 km/jam secara frontal dan tegak lurus terhadap bidang patahan lempeng. Gelombang tsunami yang mencapai pantai dapat berubah menjadi gelombang yang sangat tinggi sampai 30 puluh meter di atas elevasi air pasang normal tertinggi. Elevasi muka air tertinggi yang dapat dicapai tsunami di pantai merupakan run-up elevation, elevasi terendah sebagai drag-down elevation.

Deteksi pertama terjadinya tsunami adalah begitu terasa ada getaran gempa disusul dengan turunnya muka air laut sehingga garis pantai bergeser secara tiba-tiba ke arah laut dalam ratusan meter (pantai barat Aceh sampai sekitar 1000 meter, Republika 27/12/04), kemudian secara tiba-tiba dalam hitungan menit terjadi gelombang raksasa menerjang pantai sampai jauh ke daratan. Gempa bumi tektonik tidak dapat dideteksi sebelumnya seperti gempa vulkanik dengan alat deteksi yang di tempatkan di setiap gunung, karena garis pertemuan lempeng-lempeng bumi sangat panjang dan dalam. Tidak mungkin menempatkan alat deteksi di sepanjang garis pertemuan lempeng benua, sehingga kemungkinan terjadinya gempa bumi tektonik hanya dapat dideteksi dari gempa yang pernah terjadi sebelumnya dalam periode tertentu. Itu pun belum dapat dijadikan patokan.

Kemungkinan deteksi dengan penemuan teknologi canggih dapat saja dilakukan tentunya dengan berbagai penelitian dengan biaya sangat mahal. Pendeteksian dapat dilakukan pada lempang bumi yang akan patah, sebelumnya terjadi proses desakan di antara lempeng dalam waktu tertentu. Jika gaya desak dengan energi melebihi kemampuan desak lempeng, lempeng bumi akan patah dengan melepaskan energi yang sangat besar. Terjadilah gempa.

Tsunami di Indonesia

Geografis Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada lempeng bumi yang labil, memiliki pantai terpanjang kedua di dunia. Lempeng bumi yang

labil disisi barat Sumatra, di selatan Jawa ke timur Indonesia dan berputar ke utara melalui Nusa Tenggara, Maluku, dan diteruskan ke Sulawesi. Lempeng bumi yang labil ini mempunyai potensi besar terjadinya gempa bumi pada dasar laut dalam yang memungkinkan terjadinya tsunami. Potensi tersebut menjadi lebih besar lagi karena sebagian besar pusat gempa tektonik terletak di bawah dasar laut dalam yang posisinya relatif dekat dengan pantai terutama pantai barat Sumatra dan pantai selatan Jawa, Nusa Tenggara, Maluku dan Sulawesi.

Sejak tahun 1990 tercatat sebanyak sepuluh kali tsunami yang terjadi di pantai-pantai Indonesia. Di Indonesia peristiwa tsunami yang terjadi di Maumere, Flores (Desember 1992), kemudian di Halmahera (Januari 1994), dan Banyuwangi (juni 1994) yang merusak beberapa desa pantai dan dengan korban lebih dai 100 orang. Peristiwa tersebut di atas jarak antara peristiwa terasa sangat dekat dimana kemudian pada 16 Pebruari 1994 terjadi kembali peristiwa tsunami di pantai tenggara Provinsi Lampung.

Kedahsyatan bencana yang diakibatkan oleh tsunami disebabkan oleh adanya gempa pada bawah dasar laut akibat gempa tektonik letusan gunung Karakatau (1883) yang menewaskan lebih dari 36.000 orang (Wiegel & Rosenblueth, 1971 : Dowrick, 1987) dan kedahsyatan disebabkan pusat gempa tektonik di bawah dasar laut dalam yang berpotensi sangat besar terjadi di Indonesia dan di dunia. Tsunami yang terjadi dipenghujung tahun 2004 di Aceh dan Sumatra Utara akibat gempa tektonik dengan pusat gempa di bawah dasar laut di barat pulau Sumatra dengan magnitude gempa sangat besar 8,9 skala Richter dengan korban meninggal puluhan ribu orang dapat dikatakan bencana terbesar kedua yang terjadi di Indonesia setelah tsunami akibat letusan gunung Karakatau.

Tsunami di dunia

Di Jepang peristiwa tsunami yang terjadi pada tengah malam pada Juli 1993 dengan tinggi gelombang mencapai lebih dari 10 meter menghancurkan lebih 100 rumah dan menewaskan 100 orang. Gelombang menenggelamkan lebih dari 200 kapal ini disebabkan oleh gempa tektonik di bawah dasar laut dalam dengan magnitude pada 7,8 skala Richter (Makuhara, 1993). Peristiwa ini sebelumnya terjadi pada tempat yang sama pada 1983 dengan menewaskan 106 orang. Tsunami yang sangat membawa malapetaka di Jepang terjadi pada t1896 dengan tinggi gelombang runing up yang menerjang pantai mencapai 30 meter. Korban dari peristiwa tsunami ini lebih dari 27.000 orang dan merusakkan lebih dari 10.000 rumah. (Newmark & Rosenblueth, 1971).

Tsunami di pantai Alaska (1964), akibat pusat gempa tektonik di bawah dasar laut dalam Selandia Baru merambat dengan kecepatan 800 km/jam bergerak mencapai pulau Hawaii dalam waktu enam jam dan mencapai pantai Alaska 10 jam kemudian. Gelombang tsunami ini mencapai Hawaii dengan ketinggian gelombang setinggi 8 meter dan mencapai pantai Alaska setinggi 4,5 meter dengan kecepatan 800 km/jam.

Gempa akhir 2004 ini juga terjadi di Lautan India yang juga merupakan gempa subduksi yang disertai dengan tsunami. Tercatat meninggal ribuan orang di India, Thailand, Srilanka, Malaysia, Maldives, dan Bangladesh, mungkin merupakan korban tsunami terbesar ketiga di dunia setelah tsunami Karakatau 1883 dengan korban jiwa 36.000 dan di Jepang 1896 dengan korban jiwa 27.000 orang.

Mekanisme tsunami

Tsunami dalam bahasa Jepang berarti "gelombang pasang di pelabuhan" yang terjadi di Indonesia dan di dunia disebabkan oleh pergerakan vertikal lempeng bumi di bawah dasar laut dalam dengan sumber atau pusat gempa dengan posisi dilepas pantai. Perubahan dasar laut secara mendadak akibat patahan subduksi saat gempa diikuti dengan perubahan tempat massa air laut secara mendadak serta diikuti pula oleh perubahan elevasi muka air laut yang dapat menimbulkan gelombang air laut yang sangat panjang (dapat mencapai 800 km) dengan periode gelombang yang sangat lama (dapat mencapai 60 menit).

Gelombang tersebut menjalar dengan kecepatan sangat tinggi (dapat mencapai 800 km/jam) secara frontal dengan arah tegak lurus terhadap bidang pergerakan subduksi pada dasar laut). Tsunami yang terjadi dapat mengalami refraksi, defraksi, dan shoaling, sehingga dalam penjalarnya ke pantai dapat berubah menjadi gelombang yang sangat tinggi. Tidak semua yang terjadi dilepas pantai mengakibatkan adanya tsunami karena akan tergantung besar kecilnya magnitude dan pusat gempa

Berdasarkan peta tsunami di Indonesia (Badan Meteorologi dan Geofisika), tsunami akibat letusan gunung berapi terjadi 4 kali, terbesar letusan Gunung Karakatau (1883) yang rambatan gelombangnya sampai ke pantai barat dan selatan Pulau Kalimantan, pantai selatan Sumatra, dan pantai utara barat Jawa. Selanjutnya tsunami yang terjadi pantai utara Nusa Tenggara Barat, di pantai selatan Nusa Tenggara Timur, dan di Sulawesi Utara.

Tsunami yang diakibatkan oleh gempa tektonik sebanyak 17 kali terjadi di pantai barat dan selatan Sumatra; 4 kali terjadi di pantai timur Sumatra; 6 kali di selatan pantai Jawa; 5 kali terjadi di pantai Jawa; 10 kali terjadi dipantai selatan dan utara Nusa Tenggara; dua kali terjadi di pantai utara Timor; satu kali terjadi di pantai timur Kalimantan; 13 kali di Sulawesi; 10 kali terjadi di Maluku; dan 2 kali di pantai utara dan barat pulau Irian Jaya. Gelombang yang diakibatkan oleh angin jauh lebih kecil, baik tinggi gelombang, panjang gelombang, kecepatan menjalar gelombang dari gelombang yang diakibatkan oleh tsunami.

Antisipasi tsunami

Melihat kerusakan hebat yang diakibatkan tsunami, perlu dilakukan beberapa antisipasi. Perencanaan letak bangunan di daerah pantai harus memperhatikan tipe kerusakan yang dapat ditimbulkan yaitu kerusakan struktural bangunan akibat gaya hidrodinamik gelombang. Keruntuhan struktur bangunan akibat pondasi tergerus arus gelombang yang sangat deras. Kerusakan struktural bangunan akibat hantaman benda-benda keras, yang diseret gelombang ke pantai, seperti kapal, bangunan lepas pantai dan rambu-rambu laut.

Karakteristik gaya hidrodinamik yang ditimbulkan oleh tsunami dapat memperkirakan analisis secara rinci terhadap kerusakan struktural bangunan di daerah pantai. Informasi tersebut sangat diperlukan untuk mengembangkan pedoman perancangan sistem struktur tahan tsunami. Beberapa pedoman praktis yang diperkenalkan oleh para pakar, adalah: sisi panjang dari struktur bangunan sedapat mungkin diarahkan sejajar dengan arah penjalaran gelombang, sisi pendek dari struktur bangunan sejajar dengan garis pantai.

Shear wall atau lateral beacing ditempatkan searah dengan arah penjalaran gelombang tsunami. Lantai terbawah dari struktur bangunan bertingkat dibuat terbuka total, dinding sisi bawah dibuat dari bahan yang mudah pecah, supaya gelombang tsunami dapat lewat dengan leluasa. Pondasi bangunan bersifat menerus, karena memiliki ketahanan yang jauh lebih baik untuk menahan gerusan akibat arus gelombang tsunami. Disamping itu, bangunan harus direncanakan tahan gempa yang kemungkinan akan menerima beban gempa sebelum di datangi tsunami. Juga direncanakan adanya perhitungan ketahanan terhadap benturan benda keras (kapal, bangunan lepas pantai, rambu-rambu laut, dan sebagainya) yang terbawa arus kecepatan sangat tinggi dari gelombang tsunami. (Oleh : HA Halim Hasmar, Dosen Teknik Sipil UII Yogyakarta).

SUMBER: [Republika](#)

Rabu, 29 Desember 2004

MITRA: [Direktori Indonesia](#), [Pustaka Ebook](#), [Logo Bisnis](#), [Surat Pembaca](#)