

GEMPA TEKTONIK DAN BENCANA TSUNAMI DI PANTAI BARAT SUMATERA



STAMP: MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG

DITERIMA TGL :	9-3-2006
SUMBER MARGA :	H
OLEKSI :	K1
NO. INVENTARIS :	67/K/2006-91
KLASIFIKASI :	557.22 AKM-9

(2)

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

Makalah

Disampaikan pada Seminar Nasional Bidang MIPA
dan Temu Alumni FMIPA UNP Padang
Tanggal 11 dan 12 Februari 2005

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2005

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

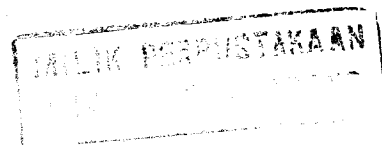
ABSTRAK

Terjadinya beberapa gempa tektonik di pesisir barat pulau Sumatera, seperti Bengkulu tahun 2000, Gunung Raju dan selat Mentawai tahun 2003, dan Tsunami di Aceh pengujung tahun 2004, semakin mempertegas bahwa pesisir barat Sumatera merupakan daerah sangat potensial terjadinya bencana gempa tektonik dan tsunami. Kapan gempa tektonik akan terjadi pada suatu daerah sulit untuk diramalkan secara tepat. Kita hanya dapat memetakan daerah-daerah yang potensial terjadinya gempa tektonik dan tsunami. Berdasarkan data dan teori yang tersedia dapat dikatakan bahwa seluruh pesisir barat pulau Sumatera merupakan daerah yang potensial terjadinya gempa tektonik dan bencana tsunami. Ditinjau dari keseluruhan pantai barat Sumatera, diperkirakan pesisir barat Sumatera barat merupakan daerah yang lebih aman terhadap bencana tsunami. Hal ini disebabkan oleh adanya gugusan kepulauan Mentawai dan kepulauan Bato yang bertindak sebagai *barier* aliran arus tsunami apabila episenter gempa tektonik terletak dibagian barat kepulauan Mentawai. Resiko gempa bukan untuk ditakuti, tetapi harus diwaspadai dan diwaspadai. Gempa tektonik dan tsunami tidak dapat dicegah, tetapi yang mungkin dapat dilakukan adalah mengurangi risikonya. Resiko gempa tektonik dan tsunami dapat dikurangi melalui pembuatan sistem peringatan dini, pembuatan prosedur evakuasi, perlindungan pantai, dan perencanaan tata ruang pantai.

Kata Kunci: Gempa tektonik, tsunami, Sumatera

¹⁾ Disampaikan dalam seminar nasional dan temu alumni FMIPA UNP 11 – 12 Februari 2005

²⁾ Dosen Fisika Bumi Jurusan Fisika FMIPA UNP



I. Pendahuluan

Indonesia merupakan kepulauan dengan garis pantai mencapai 81.000 km (Pratikto, 1998). Sebagian besar pantai tersebut telah mengalami erosi dan mengganggu aktifitas kawasan ini pada dua dekade terakhir. Berdasarkan catatan, selama periode 1801 sampai dengan 2004, telah terjadi lebih kurang dua puluh enam kali tsunami di Indonesia. Salah satu tsunami yang sangat dahsyat melanda Aceh dan Sumatera Utara (kepulauan Nias) pada tanggal 26 Desember 2004. Bencana tsunami tersebut menyebabkan banyak kerugian, baik jiwa ataupun harta benda. Tsunami di Flores tanggal 12 Desember 1992, akibat gempa tektonik dilepas pantai selatan Flores dengan kekuatan 6,8 skala Richter, menyebabkan 1.918 jiwa melayang dan kerugian material diperkirakan mencapai 200 milyar. Tsunami di Biak 17 Februari 1996 yang disebabkan oleh gempa tektonik berkekuatan 7,0 skala Richter menyebabkan lebih kurang 104 orang meninggal dan 362 orang luka-luka serta kerugian mencapai 112,6 milyar (Republika, 20 Februari 1996). Tsunami di Aceh dan Sumut oleh gempa tektonik pantai barat Sumatera berkekuatan 8,9 skala Richter meluluhlantakkan Aceh dan Kepulauan Nias menelan korban jiwa mencapai 71.353 jiwa. Tsunami ini merambat sampai ke Sri Lanka, India, Maladewa, Malaysia, Thailand, Burma, Bangladesh, kepulauan Andaman, bahkan mencapai Tanzania. Secara keseluruhan tsunami di pantai barat Sumatera menyebabkan korban jiwa sekitar 152 ribu jiwa.

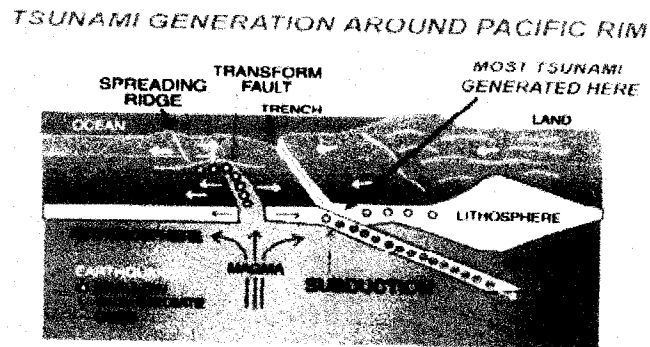
Terjadinya gempa tektonik di pesisir barat dan sepanjang pulau Sumatera, seperti Bengkulu tahun 2000, Gunung Raju dan selat Mentawai tahun 2003, dan paling dini gempa tektonik dan Tsunami di Aceh pengujung tahun 2004, semakin mempertegas bahwa pesisir barat Sumatera merupakan daerah sangat potensial terjadinya bencana gempa tektonik dan tsunami. Sumatera Barat yang terletak dipinggir pantai barat pulau Sumatera tentu juga merupakan kawasan yang rawan gempa tektonik dan tsunami. Tsunami secara umum berhubungan langsung dengan gempa tektonik bersifat dangkal yang terjadi di dasar samudera. Puspito (2005) mencatat semenjak 1801 sampai dengan 2000 di Indonesia telah terjadi 19 kali tsunami oleh gempa tektonik. Kemudian kita mencatat bahwa semenjak 2000 sampai dengan 2005 ini telah terjadi 4 kali gempa tektonik yang diringi oleh tsunami. Sumatera Barat merupakan daerah yang rawan terhadap gempa tektonik dan Tsunami. Hal ini disebabkan pulau Sumatera terletak pada pertemuan lempeng India-Australia dan lempeng Eurasia yang aktif dengan pergerakan rata-rata 6 cm/tahun.

II. Tektonik dan Kegempaan di Sumatera

Berdasarkan kajian tektonik lempeng dapat dijelaskan proses dinamika bumi, pembentukan jalur pegunungan, jalur gunung api, jalur gempa bumi, dan cekungan endapan di muka bumi yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng. Turcotte (1982) menjelaskan bahwa kerak bumi (lithosfer) dapat ibarat sebagai suatu rakit yang sangat kuat dan relatif dingin mengapung di atas mantel astenosfer yang liat dan sangat panas, atau bisa juga disamakan dengan pulau es yang mengapung di atas air laut. Ada dua jenis kerak bumi yakni kerak samudera yang tersusun oleh batuan bersifat basalt yang dijumpai di samudera sangat dalam, dan kerak benua tersusun oleh batuan asam dan lebih tebal dari kerak samudera.

Kerak bumi menutupi seluruh permukaan bumi, namun akibat adanya aliran panas yang mengalir (disebut arus konveksi) di dalam astenosfer menyebabkan kerak bumi ini

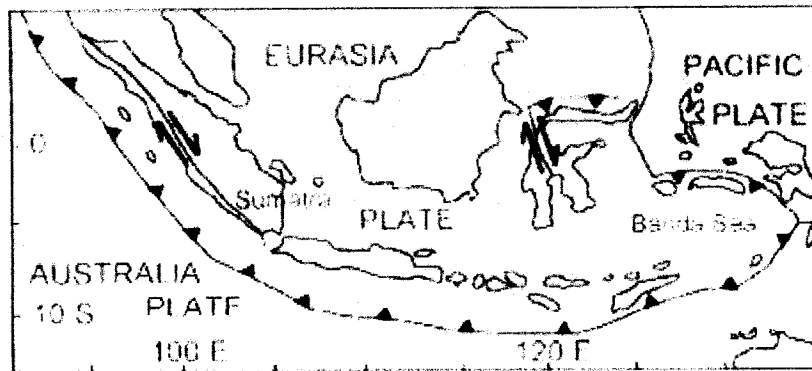
pecah menjadi beberapa bagian yang disebut lempeng kerak bumi. Lempeng kerak bumi dapat terdiri dari kerak benua, kerak samudera atau keduanya. Arus konvensi tersebut merupakan sumber kekuatan utama penyebab terjadinya pergerakan lempeng. Pergerakan lempeng tersebut diilustrasikan seperti gambar 1.



Gambar 1. Zona subduksi antara lempeng samudera dan benua
(Turcote: 1982 : 11)

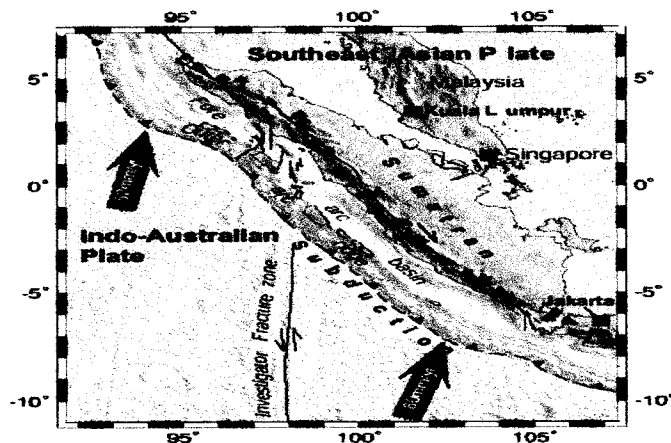
Gambar 1, memperlihatkan bahwa pada zona subduksi terbentuk palung, yang diikuti oleh pemekaran dasar samudera. Pergerakan lempeng kerak bumi yang saling bertumbukan akan membentuk zona subduksi seperti Gambar 1 akan menimbulkan gaya yang bekerja baik horizontal maupun vertikal, dan akan membentuk pegunungan lipatan, jalur gunungapi/magmatik, persesaran batuan, dan jalur gempa bumi serta terbentuknya wilayah tektonik tertentu. Selain itu terbentuk juga berbagai jenis cekungan yang mengendapkan sedimen seperti palung (parit), cekungan busurmuka, cekungan antar gunung dan cekungan busurbelakang. Pada jalur gunungapi/magmatik biasanya akan terbentuk zona mineralisasi emas, perak dan tembaga, sedangkan pada jalur penunjaman akan ditemukan mineral kromit. Setiap wilayah tektonik memiliki ciri atau indikasi tertentu, baik batuan, mineralisasi, struktur maupun kegempanya. Adanya pemekaran dasar samudera diikuti oleh pergeseran sesar (sesar transform) dipergeser lempeng tadi. Sebagai contoh sesar transformasi di pulau Sumatera. Pergerakan lempeng saling mendekati akan menyebabkan tumbukan dimana salah satu dari lempeng akan menunjani ke bawah yang lainnya. Daerah penunjaman membentuk suatu palung yang biasanya merupakan jalur gempa bumi. Dibelakang jalur penunjaman berlangsung serangkaian kegiatan magmatik dan gunungapi serta berbagai cekungan pengendapan.

Pergerakan lempeng-lempeng disekitar samudera Hindia, Pasifik dan Asia menghasilkan konfigurasi lempeng Indonesia seperti Gambar 2.



Gambar 2. : Konfigurasi lempeng Indonesia.
(<http://ms.wikipedia.org>)

Salah satu contohnya terjadi di Indonesia, pertemuan antara lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia menghasilkan jalur penunjaman di selatan Pulau Jawa dan jalur gunungapi Sumatera, Jawa dan Nusatenggara dan berbagai cekungan seperti Cekungan Sumatera Utara, Sumatera Tengah, Sumatera Selatan dan Cekungan Jawa Utara. Gambar 2 memperlihatkan, pantai-pantai kepulauan Indonesia yang berhadapan langsung dengan palung-palung laut, sebagai jelmaan dari benturan lempeng-lempeng di dasar laut. Kondisi ini menyebabkan kawasan ini memiliki berpotensi besar terlanda tsunami apabila gempa bumi terjadi pada zona subduksi tersebut. Kondisi lempeng tektonik untuk pulau Sumatera dan Mentawai seperti diperlihatkan Gambar 3



Gambar 3. Kondisi subduksi lempeng Indo-Australia ke lempeng Asia

Gambar 3 memperlihatkan struktur tektonik Sumatera yang sangat kompleks serta melibatkan paling tidak lempeng-lempeng Australia, Sunda, Eurasia, dan masih banyak lagi lempeng-lempeng tektonik kecil lainnya menghasilkan sesar transform di sepanjang pantai barat sumatera bagian tengah dan utara. Kondisi ini memidikasikan bahwa sumber gempabumi di Sumatera umumnya adalah patahnya pertemuan lempeng-lempeng atau biasa disebut dengan zona subduksi aktif di daratan Sumatera dan samudera bagian barat sesar besar Sumatera.(Ahmad dan Mulyana: 1995, Ahmad:1995). Berdasarkan Gambar 3, dapat dijelaskan bahwa gempa di pesisir barat Sumatera umumnya disebabkan oleh pensesaran (patahan) naik (thrust fault) yang juga

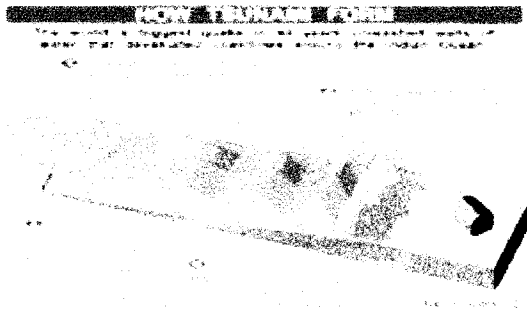
mungkin bercampur dengan gerakan “Sea floor spreading” (bukaan, rekahan lantai samudra) di Andaman (yang berlanjut menjadi sesar (Natawidjaya: 1995)

Berdasarkan sejarah penelitian geologi di sekitar Mentawai, Natawidjaya mencatat siklus seismik gempabumi besar tahun 1381, tahun 1608, dan yang terakhir tahun 1833. Aktivitas seismik di zona subduksi itu mengangkat naik pulau-pulau di Mentawai sekitar dua meter. Melihat siklus itu, kita sekarang berada di ujung siklus seismik tersebut, tetapi sulit mengetahui dengan tetap kapan gempa berkekuatan 9,0 skala richter itu akan terjadi lagi (Risiyanto : 2004)

II. Mekanisme Pembangkitan Tsunami

Tsunami berasal dari bahasa Jepang yang berarti gelombang pelabuhan (harbourwave). Tsunami dihasilkan oleh pergeseran vertikal lempeng tektonik dasar laut pada zona subduksi yang menimbulkan gangguan vertikal pada volume air. Tsunami berbentuk gelombang laut yang dihasilkan oleh gangguan impulsif terhadap air laut secara mendadak. Faktor dominan yang menyebabkan terjadinya tsunami adalah gempa tektonik dengan kekuatan > 6 skala Richter dengan kedalaman episenter < 30 km. Tsunami bergerak dari kawasan sumber gempabumi ke pantai benua/pulau sebagai suatu rangkaian gelombang.

Kecepatan gelombang air laut tergantung kepada kedalaman air. Perubahan kecepatan gelombang laut akibat perubahan kedalaman air laut disebut dengan *shoaling effect* (efek pendakalan). Perubahan kecepatan gelombang laut disebabkan oleh adanya gesekan air di dasar laut. Pratikto (1998) mengatakan bahwa apabila sebuah gelombang bergerak dari laut dalam (*deep water*) ke laut dangkal (*shallow water*), maka gelombang tersebut akan mulai mendapat gesekan dari tanah di dasar laut. Efek gesekan air dengan tanah dasar laut menyebabkan terjadinya perubahan amplitudo dan panjang gelombang. Bentuk rambatan tsunami dari pusat gempa dapat diilustrasikan sebagai gambar 4.



Gambar 4. Bentuk tsunami dari pusat gempa sesat normal
(<http://www.oceanografi.lipi.go.id>)

Perubahan amplitudo dan panjang gelombang tsunami seperti Gambar 4 dapat dijelaskan dengan menggunakan konsep energi dan momentum gelombang konstan, dengan suatu asumsi energi yang hilang dapat diabaikan. Jika momentum konstan berarti momentum di laut dalam sama dengan momentum dilokasi pengamatan atau titik tinjau ($p_0 = p$).

Berdasarkan persamaan energi kinetik dan momentum dapat ditulis persamaan energi menjadi

$$\frac{1}{2} E_o v_o = nEv \quad (1)$$

Dengan membuat hubungan energi kinetik dengan energi potensial massa air pada titik tertentu dari dasar samudera, maka persamaan (1) dapat ditulis menjadi:

$$\frac{1}{2} v_o g h_o^2 = nvg h^2 \quad (2)$$

atau

$$\left(\frac{h}{h_o}\right)^2 = \left(\frac{1}{2n}\right)\left(\frac{v_o}{v}\right) \text{ atau } \frac{h}{h_o} = \sqrt{\frac{v_o}{2nv}} \quad (3)$$

dengan

$$n = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{4\pi d/L}{\sinh(4\pi d/L)} \right] \text{ merupakan faktor koreksi.}$$

d = kedalaman air (m)

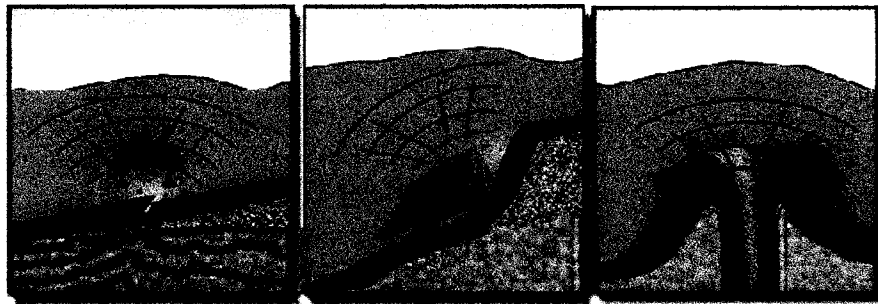
L = panjang gelombang

h = simpangan gelombang dititik yang ditinjau (m)

h_o = simpangan gelombang di laut yang dalam (m)

v dan v_o = kecepatan gelombang pada titik tinjau dan laut yang dalam (m/dt)

Persamaan (3) menunjukkan bahwa pada daerah laut yang dangkal kecepatan gelombang menurun, sedangkan simpangan (tinggi gelombang) bertambah besar. Berdasarkan konsep mekanika, gelombang air yang tinggi mempunyai momentum yang besar, sehingga dapat menghancurkan setiap benda yang dilaluinya. Sedangkan urutan terjadinya proses dari patahnya kerak bumi yang mengakibatkan terjadinya tsunami diilustrasikan seperti Gambar 5:



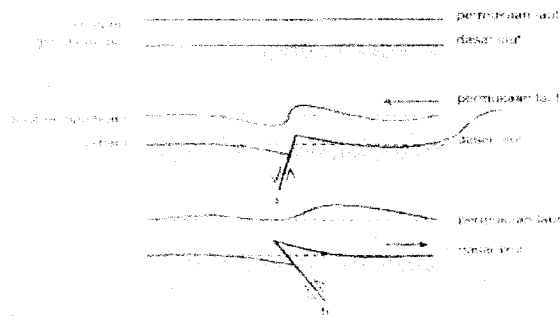
EARTHQUAKES -----LANDSLIDES-----VOLCANOES

Gambar 5 : Tiga penyebab tsunami a. gempa tektonik, longsang di laut dan letusan gunung di laut

Sumber: Office of Naval Research

<http://www.onr.navy.mil/focus/ocean/motion/waves3.htm>

Proses pergerakan gelombang air laut dapat diilustrasikan dengan Gambar 6 :

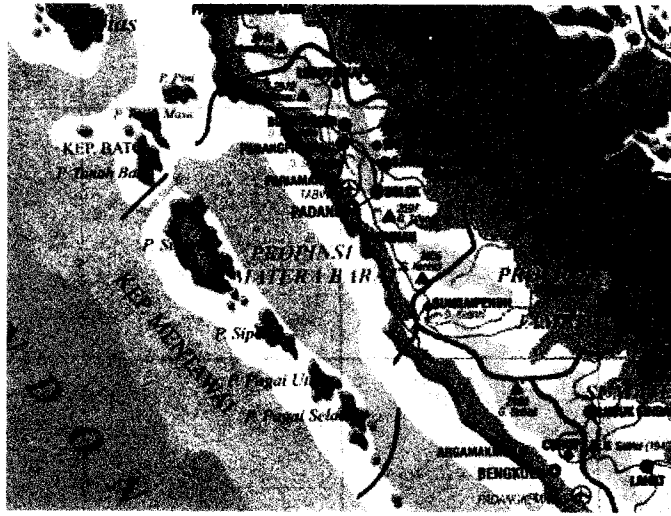


Gambar 6. Proses terjadinya Tsunami dan pergerakan lempeng di dasar samudera.

Gambar 6. diperlihatkan bahwa sesar naik energinya amat besar karena melawan *overburden* dari gaya berat kerak bumi disitu, sehingga energi yang tertumpuk meledak. Gempa susulan terjadi disebabkan penyesuaian kearah horizontal yang keseimbangan terganggu. Berdasarkan uraian di atas, dapat dijelaskan bagaimana mekanisme gempa tektonik dan tsunami yang akan terjadi di pantai barat Sumatera. **Pertama**, berdasarkan kajian dimana mekanika benda padat pada daerah kontak antara dua benda yang saling menekan dan bergeseran adalah merupakan "media" untuk migrasinya proses "shock" gempa (pelepasan energi) di daerah kontak tersebut. Migrasi shock ini akan memicu terjadinya *shock* baru ditempat lain jika pada tempat-tempat tersebut energi yang tertahan di daerah kontak telah hampir melampaui "strength" (*tensile, compressive, failure*) di daerah tersebut, sedangkan jika masih di bawah *strength shock* baru tidak terjadi. **Kedua**, gempa besar di pantai barat Sumatera akan memberikan tekanan kepada sistem sesar Sumatera. Sistem sesar ini terjadi karena *sea floor spreading* di daerah Andaman. Jika pada sesar Sumatera terdapat juga kulminasi energi geseran yang hampir mencapai regangan maksimum, maka terjadinya tsunami akan terpicu oleh tekanan tersebut. Bila hal ini terjadi, magnitude gempa yang timbul tidak akan terlalu besar, tetapi dangkal karena mekanisme sesar datar. Untuk mengetahui dan mendeteksi perilaku sistem sesar ini perlu dilakukan studi di tempat-tempat sepanjang sesar Sumatera seperti daerah Tarutung, Kerinci, Liwa dan tempat-tempat lain.

Sekarang bagaimana dengan kondisi Sumatera Barat terhadap bencana tsunami. Pantai barat Sumatera Barat, mempunyai peluang yang besar akan terjadinya gempa tektonik, karena disamping pada kawasan ini terdapat zona subduksi, juga terdapat sesar transform. Sebaliknya kemungkinan akan terjadinya tsunami dengan skala besar seperti hal yang terjadi di Aceh, peluangnya tidaklah terlalu besar.

Sejarah mencatat bahwa gempa besar dengan magnitudo 8.5 yang terjadi dilepas pantai Sumatera Barat telah menimbulkan tsunami dengan ketinggian gelombang maksimum 5 meter. Kemudian Puspito merekonstruksi ulang peristiwa tersebut dengan asumsi gempa tersebut disebabkan oleh *rupture area* sekitar 36.000 km² dengan *slip* berkisar 5 – 10 meter. Dari pemodelannya diperoleh gambaran bahwa tsunami yang menerjang Sumatera Barat dalam waktu sekitar 60 – 70 menit setelah terjadinya gempa. Hasil pemodelannya diketahui bahwa rangkaian kepulauan Mentawai dan kepulauan Bato telah bertindak sebagai benteng/*barrier* tsunami. Rangkaian kepulauan tersebut seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kondisi Geografi Sumatera Barat dan Kepulauan Mentawai

Gambar 6, memperlihatkan bahwa pantai barat Sumatera Barat dibentengi oleh kepulauan Mentawai dan kepulauan Bato. Hal ini menyebabkan, apabila pergeseran tektonik terjadi di pantai barat kepulauan Mentawai, maka arus tsunami yang mencapai pantai barat Sumatera tengah telah mengalami pelemahan.

IV. Tanda-Tanda Akan Terjadinya Tsunami dan Mengurangi Resikonya

Tsunami diawali dengan adanya perubahan yang mendadak pada dasar laut dan sehingga terjadi pula perubahan mendadak massa air laut. Kondisi ini menimbulkan gelombang laut yang sangat panjang, dapat mencapai 850 km dengan periode gelombang yang lama mencapai 70 menit (<http://www oseanografi.lipi.go.id>). Para ahli mengatakan bahwa tsunami menjalar dengan kecepatan tinggi (≥ 800 km/jam) secara frontal dan tegak lurus terhadap bidang patahan lempeng.

Akibatnya terjadinya penurunan permukaan air secara tiba-tiba dan kemudian berbalik menjadi gelombang yang dahsyat. Gelombang ini menghasilkan bunyi gemuruh yang kuat. Penurunan muka air laut ini dapat diamati pada sungai-sungai yang dekat dengan pantai. Pada umumnya air tersebut menjadi sangat dangkal, sehingga banyak ikan ketinggalan air di pantai.

Kemudian bertitik tolak dari pengalaman langsung para korban tsunami di Aceh dan Sumut 26 Desember 2005 yang sering dipublikasikan melalui media elektronik dan cetak terdapat dua peristiwa yang penting untuk diperhatikan ketika gelombang tsunami tiba di pantai Aceh.

Pertama, penduduk saksi mata yang kebanyakan bermukim di tepi pantai, pada mulanya merasakan guncangan atau getaran tanah yang sangat kuat pada tanah yang mereka pijak. Begitu kuatnya sehingga beberapa bangunan ada yang runtuh, inilah yang disebut dengan getaran gempa bumi. **Kedua**, setelah guncangan bumi yang sangat kuat dirasakan, terlihat suatu pemandangan yang tidak biasa, yakni surutnya permukaan air laut secara cepat mencapai jarak lebih dari 50-100 meter dari garis pantai semula. Setelah itu mereka melihat gulungan tsunami mendekati pantai dan kemudian menerjang segala yang ada di hadapannya, seperti bangunan rumah berikut penghuninya, pertokoan, termasuk para penduduk dan saksi mata. Kedua peristiwa itu

memberikan kita pengetahuan dasar sederhana yang bisa kita pakai sebagai peringatan dini secara alamiah untuk mengetahui kedatangan gelombang tsunami yang berasal dari gempa tektonik di zona subduksi.

Bagi penduduk atau orang yang kebetulan berada di daerah bermukim di kawasan pantai, yang berhadapan dengan zona subduksi atau palung laut tempat bertemunya lempeng-lempeng tektonik, dua peristiwa tersebut bisa dijadikan sebagai peringatan dini bagi kedatangan tsunami. Waktu yang sangat singkat untuk menyelamatkan diri harus menjadi perhatian. Bila dua peristiwa tersebut dialami, hindarilah kawasan pantai secepat mungkin dengan berlari menghindari menuju bukit-bukit sekitar yang lebih tinggi. Keselamatan diri menjadi prioritas utama. Getaran gempa bumi yang sangat kuat dan menyusutnya permukaan air laut di pantai dengan sangat cepat merupakan salah satu karakter pemunculan tsunami.

Sebagai sebuah gejala alam, sebagaimana bencana letusan gunung berapi misalnya, Tsunami tidak mungkin dicegah, tetapi hanya mungkin dilakukan adalah mengurangi resiko atau dampak negatifnya semaksimal mungkin. Tindakan untuk mengurangi resiko bencana Tsunami dapat diklasifikasikan menjadi 4 kelompok, yaitu: sistem peringatan dini, prosedur evakuasi, perlindungan pantai, dan perencanaan tata ruang pantai.

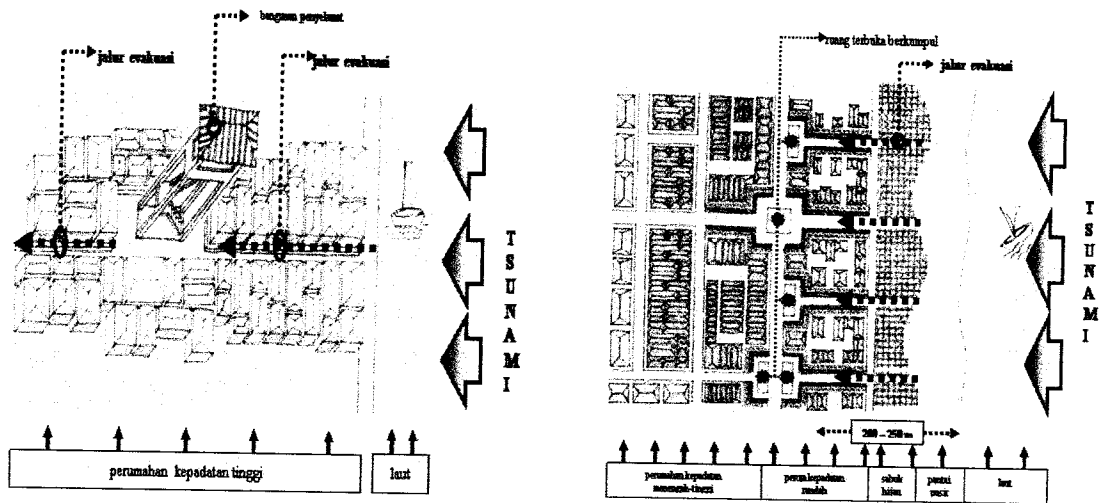
Sistem peringatan dini meliputi segala kegiatan yang berkaitan dengan deteksi dini penyebab tsunami, kemungkinan timbulnya tsunami, prediksi penyebaran tsunami, penyampaian informasi secara tepat dan akurat. Dengan sistem peringatan dini yang mapan, proses evakuasi dapat dilakukan sedini mungkin sebelum gelombang tsunami mencapai wilayah-wilayah yang bersangkutan.

Prosedur evakuasi meliputi segala kegiatan yang berkaitan dengan pemindahan penduduk ke wilayah yang aman sebelum gelombang tsunami mencapai area yang bersangkutan. Termasuk dalam hal ini adalah pendidikan kepada masyarakat mengenai tanda-tanda datangnya gelombang Tsunami, latihan evakuasi secara regular untuk melatih reflek masyarakat melakukan penyelamatan diri, simulasi dan perencanaan jalur-jalur evakuasi yang paling efisien, serta pembuatan bangunan khusus untuk penyelamatan diri. Dengan prosedur evakuasi yang efektif dan efisien, jumlah korban dapat diminimalkan.

Perlindungan pantai meliputi segala kegiatan yang berkaitan dengan upaya mengurangi atau meredam energi gelombang Tsunami di wilayah pantai sehingga limpasan energi gelombang Tsunami ke arah daratan dapat diminimalkan. Termasuk dalam hal ini adalah perencanaan, perancangan, atau rekayasa bangunan peredam gelombang dari batu, beton, atau peredam alami dari tanaman pantai. Apabila rancangan komposisinya tepat, maka struktur peredam gelombang tersebut dapat mengurangi tinggi limpasan gelombang semaksimal mungkin.

Perencanaan tata ruang pantai meliputi kegiatan penetapan wilayah pemukiman dan industri yang aman dari serangan gelombang Tsunami, serta pembuatan model tata ruang kampung pantai yang memudahkan evakuasi apabila terjadi serangan gelombang tsunami, namun tetap mendukung aktifitas masyarakat secara umum. Dengan demikian, maka kerugian yang mungkin timbul akibat limpasan gelombang Tsunami telah dapat diminimalkan sejak awal.

Dalam perlindungan pantai disini diusulkan suatu bentuk tata ruang disekitar pantai seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tata ruang di sekitar pantai dan jalur evakuasi bencana Tsunami

Berkaitan dengan perencanaan tata ruang pantai, perlu dilakukan prakiraan besarnya limpasan tsunami yang mungkin mencapai suatu wilayah pantai tertentu. Apabila hal tersebut dapat dilakukan untuk seluruh wilayah pantai Indonesia, maka dapat dibuat semacam peta tingkat limpasan tsunami di seluruh Indonesia. Digabungkan dengan data tata-guna lahan dan demografi, selanjutnya dapat dibuat peta tingkat resiko Tsunami di seluruh Indonesia.

V. Beberapa Saran untuk Kedepan

Ke depan, beberapa hal sesungguhnya perlu kita lakukan, diantaranya ialah :

1. Pendidikan kepada masyarakat, khususnya yang tinggal di wilayah pantai yang rawan tsunami mengenai tsunami, khususnya berbagai tanda alami yang mungkin mendahului kejadian tsunami, metode evakuasi efektif, simulasi evakuasi massal, dan sebagainya.
2. Pemerintah daerah, khususnya yang wilayahnya rawan tsunami, harus memasukkan kemungkinan serangan gelombang tsunami dalam perencanaan tata ruang dan penggunaan lahannya.
3. Mengintensifkan berbagai riset yang berkaitan dengan pengurangan resiko bencana tsunami, termasuk *updating* peta resiko limpasan tsunami, perencanaan bangunan tahan serangan gelombang tsunami, pengembangan sistem peringatan dini.
4. Perlu dirancang suatu model tata ruang pemukiman suatu kampung tepi pantai yang memperhitungkan kemudahan evakuasi dan mobilisasi penduduk apabila terjadi gelombang tsunami di wilayah pantai yang bersangkutan.
5. Perlu penyebarluasan peta potensi tinggi gelombang tsunami di beberapa pantai di Indonesia yang berpedoman kepada data historis tsunami yang pernah terjadi di Indonesia dan peta tersebut haruslah selalu di-*update* sesuai dengan perkembangan data dan penelitian terbaru

Referensi

- Ahmad, Muhammad, 1995, *Penanggulangan Gempa Bumi Sesuai dengan Seismisitasnya*, Makalah pada seminar pada Himpunan Ahli Geofisika Indonesia PIT HAGI XX, Yogyakarta 29 – 30 Agustus 1995
- Ahmad, Muhammad dan Erwin Mulyana, 1995, *Study of Lithosphere Subduction Along Java Sumatera Arc*, Makalah pada seminar pada Himpunan Ahli Geofisika Indonesia PIT HAGI XX, Yogyakarta 29 – 30 Agustus 1995
- Natawidjaya, Danny H, 1995, *Gempa Tektonik Daerah Bukit Tinggi-Muarolabuh; Hubungan Segmantasi Sesar Aktif dengan Gempa Bumi tahun 1926 dan 1943*, Prosiding Hasil Penelitian Puslitbang Geoteknologi LIPI, pp 50 – 75
- Pratikto, W.A, Imam, R, Suntoyo, 1998, *Kajian Pengamanan dan Perlindungan Pantai*, Jurnal IPTEK, vol 9, no. 2, pp 95 – 103
- Pratikto, W.A, Subandono D, K. Subondho, 1998, *Model Numerik Tinggi Gelombang dan Penjalaran Tsunami*, Jurnal IPTEK, vol 9, no. 2, pp 104 – 115
- Puspito, N.T, 2005, *Bencana Tsunami di Indonesia*, Malakah Semnar sehari Bencana Tsunami di Sumatera Barat.
- Turcotte, D.L, Gerald, S, 1982, *Geodynamics*, John Wiley Sons, New York
(<http://ms.wikipedia.org>)
- <http://www.onr.navy.mil/focus/ocean/motion/waves3.htm>
- (<http://www.oceanografi.lipi.go.id>)
- (<http://risiyanto.budi.or.id/blog/2004/12/28/gempa-bumi-tsunami-di-samudera-hindia/trackback/>)
- Suara Pembaruan , Rabu, 29 Desember 2004

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG