

LOKASI POTENSI SUMBER TSUNAMI DI SUMATERA BARAT

Badrul Mustafa

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas

Email: rulmustafa@yahoo.com

ABSTRAK

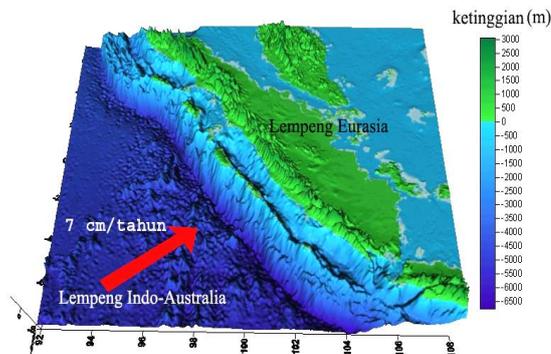
Akibat tumbukan antara lempeng Indo-Australia dan Eurasia dimana lempeng Indo-Australia menunjam di bawah Sumatera, wilayah Sumatera Barat sebagaimana wilayah lain di depan muka busur (fore-arc) Sunda memiliki potensi gempa besar. Di wilayah muka busur diketahui ada dua potensi gempa besar dengan siklus 200 sampai 250 tahun, yakni segmen Siberut dan segmen Sipora-Pagai (Hilman, 2005) yang merupakan megathrust. Gempa besar di kedua segmen ini berpotensi tsunami. Menurut Hamzah Latif (2005) kalau tsunami terjadi, ia akan sampai di pesisir barat Sumatera Barat dalam waktu antara 30 menit sampai sejam sesudah gempa besar terjadi. Berbagai isu sempat berkembang yang menyebutkan bahwa tsunami bisa sampai ke Padang dan wilayah lain di pesisir barat Sumatera Barat dengan waktu lebih singkat. Analisis berikut memperkuat penelitian yang sudah dihasilkan oleh Hamzah Latif serta juga Subandono.

Kata-kata kunci : fore-arc, megathrust, subduksi

1. PENDAHULUAN

1.1 Setting Tektonik

Dinamika tektonik di Sumatera ditandai dengan adanya pertemuan atau tumbukan antara dua lempeng, yakni lempeng samudera Indo-Australia dan lempeng benua Eurasia. Tumbukan ini kemudian menyebabkan lempeng Indo-Australia menyelusup di bawah lempeng Eurasia (gambar 1).



Gambar 1. Tumbukan lempeng Indo-Australia dengan Eurasia dimana lempeng Indo-Australia menyelusup di bawah Eurasia (Sieh, 2005)

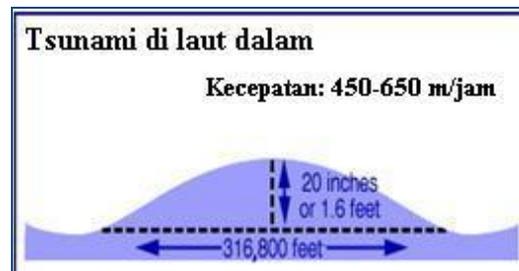
Salah satu konsekuensi dari tumbukan ini adalah munculnya sumber-sumber gempa, mulai dari gempa dangkal, sedang sampai dalam. Hiposentrum gempa dangkal terdapat pada daerah megathrust, yakni di sekitar kepulauan Mentawai sampai kepada palung laut dalam (trench) di Samudera Hindia, sedangkan hiposentrum gempa di bawah atau dekat pesisir Sumatera merupakan gempa berkedalaman sedang.

Tumbukan Lempeng Indo-Australia terhadap Eurasia juga ditandai oleh arah tumbukan yang oblique ke arah utara sampai $N26^{\circ}$ dengan kecepatan 60-70 mm/tahun (Newcom and McCann, 1987). Karena tumbukan ini membentuk sudut dengan batas lempeng,

maka timbul dua buah sesar besar yakni Sesar Sumatera (Van Bemmelen, 1949) dan Sesar Mentawai (Zen Jr, 1992; M. Kemal, 1993). Sesar Sumatera memiliki aktivitas yang tinggi sementara Sesar Mentawai hanya sebagiannya saja yang memiliki aktivitas yang cukup tinggi (Harjono, 1992). Aktivitas gempa dangkal di daerah megathrust berpotensi menimbulkan tsunami. Beberapa kali tsunami pernah tercatat muncul dari kepulauan ini. Yang terakhir terjadi yakni pada tanggal 25 Oktober 2010 oleh gempa berkekuatan 7,2 SR yang berpusat di barat daya pulau Pagai Selatan.

1.2 Tsunami

Tsunami adalah rangkaian gelombang laut yang menyerang pantai atau daratan, yang menjalar dengan kecepatan tinggi yang disebabkan oleh terjadinya gangguan yang impulsif di dasar laut. Gelombang tsunami mampu menjalar dengan kecepatan hingga 900 km/jam, yang terjadi di daerah sekitar episentrum gempa yang menimbulkan tsunami tersebut. Selanjutnya kecepatan gelombang tsunami ini bergantung pada kedalaman laut. Di tengah laut yang dalam kecepatan gelombang tsunami bisa mencapai 600 km/jam dengan panjang gelombang yang sangat besar, namun tinggi gelombangnya tidak lebih dari 20 inci (gambar 2). Dengan tinggi gelombang yang kecil ini kapal-kapal yang sedang berlayar di atasnya jarang merasakan adanya tsunami.



Gambar 2. Tsunami di laut dalam (USGS)

Ketika gelombang tsunami mendekati pantai, ketinggian gelombangnya akan meningkat, sedangkan panjang gelombang dan kelajuannya menurun.

Istilah tsunami merupakan gabungan dari dua kata bahasa Jepang, yakni tsu dan nami. Tsu artinya pelabuhan dan nami artinya gelombang laut. Jadi tsunami dapat diartikan sebagai gelombang laut yang menghantam pelabuhan.

Penyebab gelombang tsunami adalah gangguan dari dasar laut. Gangguan tersebut berupa:

1. Gempabumi berepisentrum di dasar laut
2. Letusan gunung berapi di dasar laut
3. Longsor pada lereng di dasar laut

Gangguan yang disebabkan oleh ketiga hal tersebut di atas menyebabkan air laut terdorong sehingga meluap sampai ke daratan dengan daya rusak luar biasa.

Ada satu lagi penyebab timbulnya tsunami, yakni terjangan dari benda angkasa. Namun hal ini sangat jarang terjadi.

1.2.1 Tsunami karena aktivitas tektonik

Gerakan yang besar pada kerak bumi biasanya terjadi di perbatasan antar lempeng tektonik, terutama pada dua buah lempeng yang berkonvergensi. Sebagai contoh, bagian timur atau tenggara dari lempeng Indo-Australia yang lebih padat (rapat massa yang besar) menunjam masuk ke bawah lempeng benua Eurasia. Proses ini dinamakan dengan

penunjaman (*subduction*). Gempa subduksi sangat efektif membangkitkan gelombang tsunami.

Tsunami biasanya terjadi pada gempa-gempa dangkal yang mengakibatkan deformasi pada kerak bumi yang selanjutnya memberikan pengaruh terhadap perubahan dasar laut. Perubahan-perubahan tersebut dapat berupa struktur sesar naik (*trushing fault*) atau sesar normal (*normal fault*).

Sesar normal dan sesar naik mengakibatkan perubahan dan pergerakan kerak bumi dalam arah vertical. Hal ini dapat dipahami, karena pergerakan vertikal lantai samudra dapat menyebabkan perubahan massa air di atas lantai samudra yang bergerak tersebut. Jika lantai samudra naik (*uplift*) atau turun dengan cepat sebagai respon terhadap gempa bumi, maka hal ini akan menaikkan dan menurunkan permukaan air laut dalam skala besar, mulai dari lantai samudera sampai permukaan.

Pada umumnya untuk munculnya tsunami dari sebuah kejadian gempabumi, khususnya Indonesia ada 4 (empat) syarat yang harus dipenuhi sekaligus, yakni:

- Episentrum gempabumi terdapat di dasar laut
- Fokus gempa sangat dangkal (0 – 30 km)
- Kekuatan gempa sekurang-kurangnya 6,5 Skala Richter
- Terjadi dislokasi batuan secara vertikal (gempabumi dengan pola sesar naik atau sesar turun)

1.2.2 Tsunami karena aktivitas vulkanik

Meletusnya gunung berapi yang terletak di dasar laut dapat menaikkan air dan membangkitkan gelombang tsunami. Indonesia memiliki sejumlah gunungapi yang terbentuk sebagai akibat tumbukan antara lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia. Diketahui bahwa gunungapi di Indonesia termasuk yang paling aktif di dunia. Beberapa gunung berapi yang sudah meletus diantaranya Krakatau dan Tambora. Gunung Krakatau yang meletus pada tahun 1883 mengakibatkan tsunami dahsyat, yang gelombangnya menyapu pantai Lampung, Banten dan sekitarnya. Gunung Tambora sama fenomenalnya dengan Gunung Krakatau yang meletus tahun 1815 dengan letusannya yang sangat dahsyat.

1.2.3 Tsunami karena longsoran bawah laut

Tsunami dapat terjadi sebagai akibat dari longsornya sejumlah volume batuan di dasar laut. Akibatnya keseimbangan kolom air laut terganggu karena pengendapan massa longsoran secara tiba-tiba ini di dasar laut. Karakteristik tsunami akibat longsoran bawah laut ini ditentukan oleh volume longsoran, percepatan awal longsoran, dan kecepatan longsoran maksimum. Selain itu kedalaman air laut dan jarak tempat terjadinya longsoran dari pantai juga mempengaruhi karakteristik tsunami yang timbul.

Tsunami akibat longsoran bisa saja memiliki ketinggian limpasan gelombang (*run up*) yang lebih besar daripada tsunami yang ditimbulkan oleh gempabumi, seandainya ia berada dekat ke sumber longsorannya. Namun, walaupun *run-up*nya bisa besar, ini biasanya terjadi pada secara lokal saja, tidak regional apalagi global.

2. POTENSI TSUNAMI DI SUMATERA BARAT

Gempa tektonik yang berepisentrum di laut merupakan sumber utama terjadinya tsunami. Di Kepulauan Mentawai tidak terdapat gunungapi bawah laut seperti gunung Krakatau di Selat Sunda. Karena itu di sini tidak ada potensi tsunami yang berasal dari letusan gunung api bawah laut. Sementara itu potensi longsoran material di bukit-bukit bawah laut juga tidak besar. Kalau pun terjadi longsoran material batuan di bukit-bukit atau

lereng bawah laut, maka efeknya jauh lebih lemah bila dibandingkan dengan kedutan terhadap air laut yang diberikan oleh sebuah guncangan gempa. Kecepatan jatuhnya material batuan di bawah laut lebih lemah dibandingkan longsoran bukit di daratan, sebab ia tertahan oleh air laut itu sendiri.

Karena itu sumber utama munculnya tsunami di daerah Mentawai hanyalah gempa tektonik, yang berasal dari tumbukan dan penunjaman lempeng Indo-Australia terhadap Eurasia. Gempa tektonik di kepulauan muka busur di wilayah Sumatera Barat, yakni di Kepulauan Mentawai terbagi ke dalam dua segmen, yakni segmen Siberut dan segmen Sipora-Pagai (Natawidjaja, 2005). Gempa besar di kedua segmen ini memiliki periode ulang 200 sampai 250 tahun (Natawidjaja, 2005). Gempa besar yang terjadi pada periode yang lalu adalah di Siberut (1797 dengan kekuatan 8,7 SR) dan di Sipora-Pagai (1833 dengan kekuatan 8,4 SR). Di kedua blok ini pada waktu itu terjadi tsunami. Untuk blok Sipora-Pagai, telah terjadi beberapa kali gempa besar, yakni tanggal 12 dan 13 September 2007 dengan kekuatan 8,4 dan 7,9 SR. Tapi gempa tersebut tidak menimbulkan tsunami. Baru pada tanggal 25 Oktober 2010, gempa di blok ini dengan kekuatan 7,2 SR yang berepisentrum di barat daya pulau Pagai Selatan menimbulkan tsunami yang menimbulkan korban jiwa dan harta benda khususnya di pulau Pagai Selatan, Pagai Utara dan Sipora.

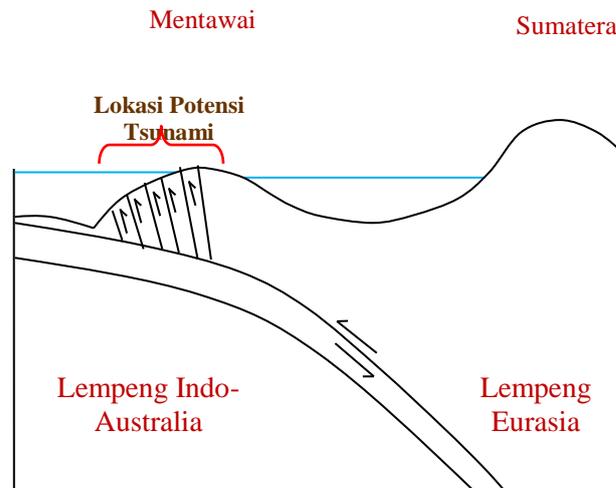
Di Blok Sipora Pagai banyak pakar sepakat bahwa periode ulang 200 tahunannya sudah selesai. Tinggal Blok Siberut yang menjadi perdebatan, yaitu apakah ia masih menyimpan potensi gempa besar setelah terjadi gempa beruntun tahun 2005 dan 2009 atau siklus sesudah 1797 sudah selesai? Iwan Meilano (2011) menyimpulkan bahwa blok Siberut dalam keadaan terkunci, sehingga energinya sewaktu-waktu dapat lepas menjadi gempa dahsyat. Sieh (2005) menyatakan bahwa setelah gempa besar terjadi, maka pulau-pulau kecil di muka busur yang selama ratusan tahun terbenam sampai 2 – 3 meter, akan terangkat kembali sebesar 2 – 3 meter pula. Hal ini yang dapat memperkuat argumen Meilano bahwa potensi gempa besar di Siberut belum keluar.

Akan tetapi, kalau pun ternyata memang muncul gempa besar Siberut tersebut, belum tentu ia akan diikuti oleh tsunami. Belum tentu tsunami seperti yang terjadi tahun 1797 juga terulang.

Gempa besar biasanya dapat dikatakan selalu berulang melalui periode tertentu, sebagai akibat tumbukan lempeng India-Australia terhadap Eurasia dengan kecepatan antara 6-7 cm/tahun. Artinya gempa di blok Siberut sebagaimana Sipora-Pagai, juga akan terulang sesuai dengan mekanisme dan periode ulang yang diketahui setiap sekitar 200 - 250 tahun. Namun tsunami tidak harus terulang, karena ada empat syarat untuk terjadi sebuah tsunami, dimana satu saja syarat tidak terpenuhi, maka otomatis tsunami tidak akan terjadi. Keempat syarat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Episenter berada di dasar laut
2. Kekuatan gempa > 6,5 SR
3. Kedalaman pusat gempa sangat dangkal (< 30 km)
4. Terjadi dislokasi batuan secara vertikal.

Dari keempat syarat ini, maka lokasi yang paling memungkinkan timbulnya tsunami adalah pada daerah sebelah barat dari pulau Siberut, Sipora, Pagai Utara dan pagai Selatan. Di tempat ini kedalaman pusat gempa memenuhi, serta di bawah pulau ini sampai ke batas lempeng (palung, *trench*) terdapat patahan-patahan tegak atau miring (megathrust) yang memungkinkan terjadinya dislokasi atau pergerakan batuan secara vertikal kalau terjadi gempa (gambar 3).



Gambar 3. Lokasi potensi sumber tsunami

Adapun di Selat Mentawai, meskipun kekuatan gempanya besar, maka kemungkinan munculnya tsunami sangat kecil, karena selain di selat tidak terdapat megathrust, kedalaman pusat gempanya yang 71 km juga tidak memenuhi syarat timbulnya tsunami. Gempa di Sumatera Barat 30 September 2009 yang lalu dengan kekuatan 7,9 SR merupakan bukti bahwa gempa di Selat Mentawai tidak berpotensi menimbulkan tsunami (gambar 4).

2.1 Waktu datang dan run-up tsunami

Hamzah Latif (2006, 2007) menyatakan bahwa tsunami yang sampai ke pantai barat Sumatera Barat 30 menit setelah gempa yang mendahuluinya. Run-up atau genangan tsunami yang sampai kira-kira 5 meter di atas permukaan laut (MSL). Subandono (2007) juga mendapatkan hasil yang kira-kira sama, baik waktu tsunami sampai ke pantai barat Sumatera Barat maupun run-up tsunaminya.

Dalam pemodelan yang dibuat oleh Borero (2006), hasil yang didapatkan dalam hal waktu datangnya gelombang tsunami di pantai barat Sumatera Barat ini tidak banyak berbeda dengan dua peneliti tersebut di atas. Ini menunjukkan bahwa ketiga peneliti memiliki pendapat yang sama bahwa sumber lokasi tsunami adalah di sebelah barat dari pulau-pulau Kepulauan Mentawai, sehingga waktu tempuh gelombang tsunami sampai ke pantai barat Sumatera Barat paling cepat 30 menit setelah gempa besar terjadi. Variasi waktu setelah 30 menit ini selanjutnya tergantung kepada jarak horizontal dari episentrum gempa dan kekuatan gempa di hiposentrumnya. Apabila kekuatan gempanya maksimal (sekitar 8,9 SR, maka waktu tercepat sampai adalah 30 menit. Sedangkan jika kekuatan gempanya adalah minimal untuk bisa menimbulkan tsunami (sekitar 6,5 SR), maka waktu gelombang tsunami sampai ke pantai barat Sumatera Barat lebih lama, yakni sekitar 50 menit.

Sebaliknya, untuk wilayah barat kepulauan Mentawai, waktu sampai gelombang tsunami lebih cepat, yakni antara 5 – 15 menit (USGS).

Berpedoman kepada tsunami di segmen Siberut tahun 1797 dan segmen Sipora-Pagai tahun 1833, maka kedua tsunami ini memberikan efek yang berbeda, baik dari segi waktu sampai maupun tinggi genangan. Kota Padang dan Pariaman lebih dekat kepada segmen Siberut, sedangkan Kabupaten Pesisir Selatan dan Bengkulu lebih kepada Segmen Sipora-Pagai. Pemodelan yang dibuat oleh Borero dan kawan-kawan (2006) sesuai dengan catatan sejarah gempa dan tsunami 1797 dan 1833.

4. Meilano, I., Kajian Geodesi terhadap Subduksi di Mentawai. Seminar dan Gladi Posko Bencana, BNPB, 2011.
5. M. Kemal, B., 1993. La Marge active au Nord Ouest de Sumatra. Mecanisme geodynamique de transfert lies a la subduction oblique. These du Doctorat, Universite Paris 6
6. Natawijaya, D.H., Studi Periode Ulang Gempa berdasarkan Pertumbuhan Mikroatol di Mentawai. Simposium Internasional Gempa dan Tsunami, Padang, 2005
7. Newcomb, K.R. and McCann. Seismic history and seismotectonics of the Sunda Arc. JGR,92, B1: 421-439.1987.
8. USGS, Map of West Sumatra Earthquake, 2009
9. USGS, animation of tsunami in Sumatra, 2010
10. Van-Bemmelen, R.W., The Geology of Indonesia. Government Printing Office, The Hague, 732, 1949.
11. Zen Jr., MT, 1992. These du Doctorat, Univerite Paris 7
12. Diposatonono, Subandono. 2007. "Mitigasi Tsunami" dalam pelatihan pemodelan run-up tsunami, ristek, 20-24 Agustus
13. Latief, Hamzah. 2006. Harian Kompas tanggal 2-8-2006.
14. Latief, Hamzah. 2007. "Mengenal Bahaya Tsunami dan Upaya Mitigasinya". dalam pelatihan pemodelan run-up tsunami, ristek, 20-24 Agustus
15. Sieh, K. 2005. "Proceeding Seminar Tsunami di Pangeran Beach Hotel". Padang
16. Sieh K.2005, *Coral evidence for earthquake recurrence and an A.D. 1390–1455*. NATURE|VOL 434
17. Borrero, J.C. 2006, *Tsunami inundation modeling for western Sumatra*. PNAS vol. 103 no. 52. 19677