

ANALISIS PASCA BENCANA TSUNAMI CIAMIS - CILACAP

Iwan G. Tejakusuma

Pusat Teknologi Sumberdaya Lahan, Wilayah Dan Mitigasi Bencana
Deputi Bidang TPSA - BPPT

Abstract

Earthquake with magnitude 7,7 on the Richter scale happened on 17 July 2006 in Indian Ocean, south of Ciamis District at 10 kilometer depth. The earthquake has generated tsunami and causing disaster in the coastal areas of Ciamis – Cilacap. More than 500 people died and hundred of buildings were damage. Field investigations showed that inundation along the affected coastal areas of Ciamis – Cilacap depend on the coastal morphology. In the areas with sand ridges the inundation distance were reduced significantly for example only about 150 meter in Widarapayung compared to 500 meter to 1 kilometer in Pangandaran. Damage to buildings depend on the building constructions. Wooden buildings were easily swept away by the tsunami waves. Concrete buildings without reinforced were heavily or completely damage compared to more withstand reinforced concrete buildings.

Kata kunci: tsunami, inundasi, morfologi pantai, gumuk pasir

1. PENDAHULUAN

Daerah Indonesia merupakan daerah dengan potensi bencana tsunami yang berbahaya. Tercatat bahwa selama periode 1629 sampai 2000 telah terjadi 108 tsunami, yang terdiri dari 98 (90,7%) tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi, 9 (8,3%) oleh erupsi gunung api, dan 1 (1%) karena longsoran. Tingginya kejadian tsunami di Indonesia itu berkaitan erat dengan tatanan tektonik (*tectonic setting*) kepulauan Indonesia. Kawasan Indoneia, khususnya kawasan Indonesia bagian timur merupakan tempat pertemuan dari tiga lempeng kerak bumi utama, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Samudera Hindia-Australia yang bergerak ke arah utara, dan Lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat (Newton and Mc Cann, 1987). Batas-batas lempeng yang memiliki seismisitas tinggi terletak di lepas pantai Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Banda, Sulawesi dan Papua. Kondisi tersebut menyebabkan probabilitas tinggi terjadinya gempa yang menyebabkan tsunami, terutama di Indonesia bagian timur.

Gempabumi terjadi sebagai akibat terjadinya sesar naik pada batas lempeng Australia dan Selat Sunda. Lempeng Australia bergerak ke arah utara – timur laut dengan kecepatan

59 mm/tahun. Lempeng Australia menunjam di bawah lempeng Sunda dan semakin dalam ke arah Pulau Jawa. Gempabumi terjadi pada bagian yang dangkal, sekitar 50 kilometer dari palung Jawa ke arah utara.

Daerah pada batas lempeng Sunda dan Australia merupakan daerah yang aktif. Beberapa gempa telah terjadi dan gempa yang terjadi di daerah ini seperti pada 2 Juni 1994 dengan skala Richter 7,8 yang menimbulkan tsunami dengan ketinggian gelombang mencapai 13 meter dan menewaskan sekitar 200 orang. Gempa tersebut terjadi di selatan Jawa sekitar 600 kilometer sebelah timur Ciamis. Pada 20 Agustus 1977, gempa berkekuatan 8,3 terjadi pada lempeng Australia sekitar 1200 kilometer sebelah timur – tenggara Ciamis. Gempa ini menimbulkan tsunami dengan tinggi gelombang mencapai 15 meter dan menewaskan sekitar 200 orang. Pada tahun 2006, tanggal 26 Mei, gempa besar telah mengguncang Yogyakarta dengan skala Richter 6,3 yang terjadi pada kedalaman dangkal namun tidak menimbulkan tsunami karena gempa terjadi di daratan.

Setelah bencana gempa tersebut, terjadi lagi bencana tsunami di selatan Pulau Jawa. Berdasarkan data USGS gempa terjadi di Samudra Hindia sebelah selatan Kabupaten Ciamis pada

tanggal 17 Juli 2006 jam 15:19 WIB di lokasi koordinat $9,33^{\circ}$ S dan $107,26^{\circ}$ T pada kedalaman 10 kilometer dengan kekuatan gempa 7,7 pada Skala Richter (SR). Namun Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) mencatat gempa dengan kekuatan 6,8 SR. Lokasi pusat gempa terletak 245 km sebelah selatan Tasikmalaya, 286 km dari Bandung dan 360 km dari Jakarta. Gempa dirasakan di Jakarta II-IV MMI, Cianjur III MMI, Yogyakarta II-III MMI.

Gempa tersebut terjadi akibat sesar naik pada batas lempeng Sunda dan Australia yang memang sudah dikenal sebagai daerah yang secara seismik sangat aktif. Sepanjang lepas pantai Pulau Jawa bagian selatan terdapat beberapa bukit bawah laut yang tersubduksi yang berpotensi menimbulkan gempa tsunami.

Walaupun gempanya berkekuatan 7,7 pada skala Richter, namun gempa tersebut tidak begitu dirasakan oleh masyarakat di kawasan pesisir selatan Pulau Jawa. Diketahui dari informasi bahwa gempa tersebut juga terasa sedikit di Jakarta yang mungkin akibat resonansi. Intensitas gempa yang rendah tersebut menunjukkan bahwa energi getaran gempa menyebar dengan frekuensi yang rendah. Sebagian tsunami yang terjadi di dunia disebabkan oleh gempa semacam ini. Hal ini mengakibatkan kesulitan bagi para pengambil keputusan karena salah satu indikasi dapat terjadinya tsunami adalah gempa.

Gempa dengan kekuatan di atas 6,5 pada skala Richter dan terjadi di lautan sangat berpotensi menimbulkan tsunami dan terbukti pada kejadian gempa dan tsunami di wilayah Ciamis – Cilacap, khususnya Pangandaran dengan jumlah penduduk yang terbanyak. Menurut informasi dari masyarakat setempat, kejadian tsunami akibat gempa 17 Juli 2006 di selatan Ciamis terjadi sekitar 15-20 menit setelah kejadian gempa utama. Untuk mengetahui inundasi tsunami serta kerusakan yang ditimbulkannya maka dilakukan penelitian di daerah terdampak yaitu Ciamis – Cilacap.

2. BAHAN DAN METODE

Tujuan dari penelitian pasca bencana tsunami Ciamis – Pangandaran dan Cilacap ini adalah mempelajari pola inundasi dan besarnya tingkat kerusakan yang ditimbulkan terhadap bangunan serta korban jiwa manusia. Oleh karena itu survai dikonsentrasikan pada daerah dimana terdapat infrastruktur dan konsentrasi penduduk. Secara keseluruhan, lokasi survei meliputi pantai Ayah di Kabupaten Kebumen Jawa Tengah hingga daerah Pangandaran, pesisir barat Pangandaran, Pantai Batu Hiu – Ciamis Jawa Barat dan Pantai Widarapayung – Cilacap Jawa Tengah.

Pengukuran lebih detail dilakukan di tiga lokasi terakhir dengan menggunakan *dual-frequency* GPS, serta dilengkapi dengan *laser distance meter*.

Peralatan GPS terdiri dari dua bagian yaitu satu bagian yang bersifat tetap dan tidak bergerak dan ditempatkan di *base station* sedangkan yang lainnya yang bergerak sesuai dengan lokasi dan lintasan pengukuran. Apabila pada waktu pengukuran terdapat satelit yang cukup maka akurasi pengukuran posisi secara horizontal adalah sepuluh sentimeter sedangkan secara vertikal akurasi dapat mencapai 30 milimeter. *Laser distance meter* mempunyai kemampuan mengukur hingga jarak 50 meter, digunakan untuk mengukur ketinggian gelombang tsunami dari jejak-jejak yang terdapat di lapangan seperti bangunan dan pepohonan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data POSKO bencana Kabupaten Ciamis yang berlokasi di Pangandaran didapat data kerusakan dan korban jiwa sebagai berikut (data tanggal 3 Agustus 2006): 414 orang meninggal, 136 orang luka berat, 226 orang luka ringan, 15 orang hilang (jumlah total 791 orang korban) serta jumlah pengungsi sebanyak 3592 orang. Jumlah korban ini meliputi wilayah Kecamatan Kalipucang, Sidamulih, Pangandaran, Parigi, Cijulang, Cimerak dan Padaherang. Sementara di Kabupaten Cilacap tercatat 124 orang meninggal dan 33 orang hilang meliputi Kecamatan Adipala, Binangun, Cilacap Selatan, Cilacap Tengah, Nusawungu, Kesugihan dan Kampung Laut.

3.1. Widarapayung – Cilacap Jawa Tengah

Widarapayung terletak di tepi pantai di Kecamatan Binangun, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah dan merupakan tempat rekreasi dengan beberapa fasilitas seperti kolam renang dan tempat bermain. Jarak tempat rekreasi dengan tepi pantai sangat dekat yaitu hanya sekitar 150 meter saja. Oleh karena itu kerusakan berat terjadi pada bangunan infrastruktur serta korban jiwa bagi penduduk dan wisatawan yang pada saat terjadinya bencana ada di lokasi tersebut. Bangunan yang terdapat di lokasi ini merupakan bangunan permanen, semi permanen dan kolam renang. Kolam renang yang terdapat di tempat rekreasi ini merupakan bangunan permanen dilengkapi dengan kamar mandi dan kamar ganti. Keseluruhan bangunan tersebut rusak akibat gelombang tsunami (lihat Gambar 1). Kedalaman gelombang tsunami di daerah kolam renang ini adalah sekitar 3,5 meter. Dari bangunan ke arah darat terdapat sungai dan beberapa gumpuk pasir. Di beberapa tempat ditemukan bekas endapan tsunami yang cukup

tebal yaitu sekitar 15 sampai 26 sentimeter, merupakan pasir dari pantai yang terbawa oleh gelombang tsunami dan diendapkan di daerah cekungan-cekungan kecil diantara pepohonan.

Pengukuran ketinggian permukaan tanah dilakukan mulai dari garis pantai kemudian bergerak ke arah daratan dengan menggunakan alat *dual frequency* GPS yang terdiri dari GPS stasioner (lihat Gambar 2) dan GPS bergerak yang dilengkapi dengan laser pengukur ketinggian (*laser distance meter*).

Ketinggian gelombang tsunami diukur berdasarkan saksi mata yang ditemui di lapangan. Salah satu saksi mata menuturkan bahwa dia sempat menghindari dari gelombang tsunami dengan menggunakan motor ketika dia melihat gelombang tsunami yang datang dari arah pantai semakin mendekatnya. Beberapa saksi mata lain bercerita bahwa ketika gelombang tsunami datang, dia sedang berada di pucuk pohon kelapa yang tumbuh di pantai, oleh karena itu ketinggian permukaan gelombang tsunami dapat langsung ditunjukkan oleh mereka.

Tinggi gelombang tsunami yang diukur di daerah ini adalah 6,7 meter dengan batas inundasi sejauh sekitar 357 meter (Gambar 3). Daerah ini juga disurvei oleh beberapa peneliti lainnya seperti Lavigne et al (2007) yang mengukur ketinggian sekitar 5,5 meter, Tsuji et al (2007) yang mengukur ketinggian gelombang tsunami 6,39 meter serta Widjo et al (2006) yang mengestimasi tinggi gelombang 4,6 meter.

Berdasarkan penuturan saksi mata didapat informasi bahwa gempa tidak dirasakan oleh masyarakat di daerah tersebut, namun gelombang tsunami berwarna hitam dengan suara seperti pesawat jet terdengar ketika gelombang tsunami mendekati pantai. Gelombang tsunami ini tidak disadari oleh sebagian masyarakat yang ada di sana sehingga sebagian masyarakat baru menyadari ketika gelombang tsunami sudah sangat dekat dengan pantai sehingga tidak ada kesempatan untuk melarikan diri.

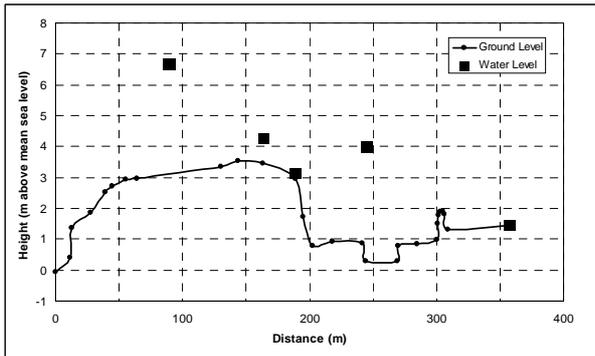
Kejadian ini menunjukkan bahwa di daerah pantai ini perlu dipasang peringatan tentang gelombang tsunami yang dapat berupa baliho yang berisi tentang ciri-ciri gelombang tsunami, apa yang harus dilakukan ketika gelombang tsunami datang serta petunjuk arah evakuasinya.



Gambar 1. Kerusakan di pantai Widarapayung, Cilacap akibat tsunami. Gambar atas menunjukkan bangunan tempat beristirahat yang tumbang akibat gelombang tsunami. Gambar bawah memperlihatkan kolam renang yang terisi pasir yang dibawa oleh gelombang tsunami.



Gambar 2. Pengukuran tinggi permukaan tanah dan tinggi gelombang dilakukan dengan menggunakan *dual frequency* GPS. Gambar menunjukkan GPS stasioner.



Gambar 3. Hasil pengukuran di Widarapayung menunjukkan profil permukaan tanah dan tinggi gelombang tsunami.



Gambar 4. Kerusakan pantai dan bangunan di bagian timur tombolo Pangandaran. Saat dilakukan survei sebagian besar puing sudah dibersihkan oleh masyarakat setempat.

3.2. Pangandaran – Ciamis – Jawa Barat

Pengukuran dan pengamatan detail dilakukan di daerah Pangandaran, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat sebagai daerah yang paling parah terkena tsunami. Tinggi gelombang dan permukaan tanah diukur dengan menggunakan alat dual band GPS. GPS stasioner dipasang di atas salah satu rumah penduduk. Pengukuran detail dilakukan di sekitar tombolo Pangandaran yang mencakup pantai barat dan timur kemudian ke arah barat sampai di jalan utama menuju pantai Pangandaran dan juga di bagian baratnya lagi.

Kerusakan yang terjadi di daerah Pangandaran cukup parah. Hal ini terlihat dari bangunan yang rusak serta bagian pantai yang rusak akibat hantaman gelombang tsunami. Daerah pantai yang rusak dapat kita lihat di bagian timur tombolo Pangandaran (lihat Gambar 4). Di pantai Pangandaran dapat diamati bangunan penjaga pantai yang rusak serta bangunan rumah-rumah penduduk yang rusak atau hancur (Gambar 5).

Tingkat kerusakan bangunan terlihat secara umum tergantung pada jarak bangunan terhadap garis pantai. Demikian pula dengan jenis dan konstruksi bangunan. Bangunan semi permanen atau yang terbuat dari kayu terlihat tersapu habis oleh gelombang tsunami, hanya beberapa bagian tembok saja yang tersisa (Gambar 6 bawah). Bangunan yang baru dan terbuat dari beton relatif lebih kuat namun kerusakan berat juga terjadi karena lokasinya yang lebih dekat dengan garis pantai (Gambar 6, atas).

Tingkat kerusakan bangunan secara umum berkaitan dengan tinggi gelombang tsunami yang menerjang serta jenis konstruksi bangunannya. Dengan tinggi gelombang yang umumnya sekitar 2 sampai 4 meter maka tingkat kerusakan bangunan bervariasi dari kerusakan total atau mendekati total untuk rumah dengan konstruksi batu bata lama. Dengan penguatan bangunan menggunakan beberapa kolom beton tingkat kerusakannya sekitar 50% sedangkan untuk bangunan baru dan diperkuat dengan konstruksi beton yang besar maka tingkat kerusakannya lebih kecil yaitu sekitar 5 sampai 20%.



Gambar 5. Kerusakan bangunan pengawas pantai (atas) dan di dekat jalan utama menuju Pangandaran (bawah). indikasi tingginya gelombang terdapat pada bangunan tersebut.

Di daerah pariwisata Batu Hiu, kerusakan infrastruktur dan korban jiwa juga ditemukan di sepanjang pantainya. Rumah yang terbuat dari tembok bahkan hancur dan hanyut terbawa gelombang tsunami sampai ke areal persawahan yang ada di belakangnya (lihat gambar 7). Sebuah mobil yang sedang berhenti di tepi jalan terbawa arus gelombang tsunami sejauh lebih kurang 500 meter (lihat Gambar 7). Sawah yang beberapa minggu lagi akan panen rusak oleh air asin dari laut yang dibawa oleh gelombang tsunami (Gambar 7).

Hasil pengukuran tinggi gelombang dan tinggi permukaan tanah diplot pada grafik x dan y sehingga didapatkan profil tinggi gelombang dan tinggi permukaan tanah. Tinggi gelombang di tepi pantai berdasarkan pengukuran mencapai 7,92 meter. Gambar profil ketinggian permukaan tanah serta tinggi gelombang dapat dilihat pada Gambar 8.

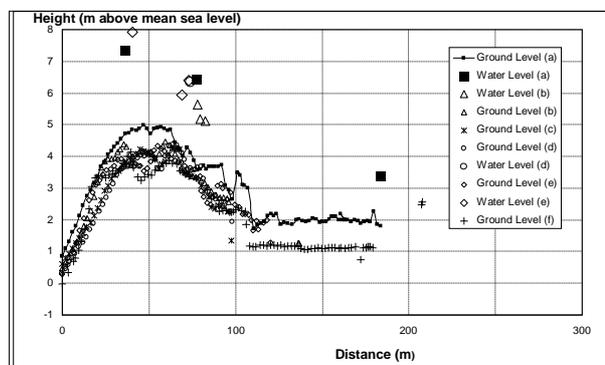
Ketinggian gelombang seperti terlihat pada Gambar 8 di atas menurun secara drastis dalam jarak yang relatif pendek. Hal ini diduga akibat efek peredaman oleh gumuk pasir yang terdapat di pantai Batu Hiu. Tinggi gumuk pasir mencapai sekitar 5 meter dari muka air laut rata-rata.



Gambar 7. Kerusakan sawah dan bangunan di Batu Hiu, Pangandaran. Mobil pada gambar adalah mobil yang terseret oleh gelombang tsunami.



Gambar 6. Kerusakan bangunan yang berlokasi dekat bibir pantai akibat gelombang tsunami di Pangandaran bagian barat (atas) dan di daerah Batu Hiu, Pangandaran (bawah).



Gambar 8. Hasil pengukuran profil ketinggian permukaan tanah dan ketinggian gelombang tsunami di Batu Hiu, Pangandaran.

Di daerah Pangandaran, terlihat bahwa gelombang setinggi 4 meter terjadi pada daerah dengan jarak sekitar 400 meter dari garis pantai. Hal ini kemungkinan disebabkan kondisi topografinya yang relatif datar. Penetrasi gelombang sangat dipengaruhi oleh kondisi mikrotopografi daerah pantai. Hal ini terlihat jelas di

banyak lokasi pengukuran dan observasi. Jenis pantai dengan gumuk pasir terbukti efektif dalam meredam gelombang tsunami. Gambaran yang jelas terlihat di jalan raya utama menuju Pangandaran dimana gelombang tsunami dapat jauh masuk melalui jalan raya yang relatif licin hingga sekitar 1 kilometer dari garis pantai. Sementara itu di kiri dan kanan jalan dengan topografi bergelombang kecil (gumuk pasir), inundasi gelombang tsunami hanya mencapai sekitar 400 meter saja dari garis pantai.

4. KESIMPULAN

Teori yang menyebutkan bahwa gempa dengan kekuatan di atas 6,3 skala Richter dan terjadi di lautan serta dengan kedalaman pusat gempa di bawah 30 kilometer telah terbukti benar. Hal ini ditunjukkan oleh gempa yang terjadi pada 17 Juli 2006 di lepas pantai selatan Ciamis dengan kekuatan 7,7 skala Richter dengan kedalaman gempa 10 kilometer.

Gempa ini telah menimbulkan gelombang tsunami yang menyapu daerah pesisir pantai Ciamis – Cilacap dengan ketinggian gelombang beberapa meter hingga tidak kurang dari 7.9 meter. Tak kurang dari 500 orang korban jiwa dan ratusan rumah hancur akibat tsunami ini. Bangunan dengan konstruksi kayu di bibir pantai tersapu habis oleh gelombang tsunami sementara bangunan dengan konstruksi beton terlihat lebih kuat. Bangunan dengan konstruksi bata tanpa penguatan tulang beton terlihat tersapu habis oleh gelombang tsunami.

DAFTAR PUSTAKA

- Lavigne, F., Gomez, C., Giffo, M., Wassmer, P., Hoebreck, C., Mardiatno, D., Priyono, J., dan Paris, R., 2007. Field Observations of the 17 July 2006 Tsunami in Java, *Natural Hazards Earth System Science*, 7, 177 – 183.
- Newcomb, K. R. And W.R. Mc Cann, 1987. Seismic History and Seismotectonic of the Sunda Arc, *Journal of Geophysical Research*, 92, B1, 421 – 439.
- Tsuji, Y., Han, S.S., Fachrizal, B.W. dan Gunawan, I., 2006. Field Survey of the Tsunami Inundated Heights Due to the Java Tsunami Along the Coast on the Indian Ocean in Java Island, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/tsunami/javasurvey/index_e.htm.
- Widjo, K., Suranto, B., Chaeroni, C., Aprijanto, A., Zikra, T.B. dan Sujantoko, S.T. 2006. Rapid Survey on Tsunami Java 17 July 2006, http://ioc3.unesco.org/itic/files/tsunami-java170706_e.pdf, 2006.