

# ANALISIS POTENSI KEGEMPAAN DAN TSUNAMI DI KAWASAN PANTAI BARAT LAMPUNG KAITANNYA DENGAN MITIGASI DAN PENATAAN KAWASAN

Heru Sri Naryanto

Peneliti di PTLWB-TPSA, BPPT, Jl. MH Thamrin 8, Jakarta  
e-mail : naryanto@webmail.bppt.go.id

## Abstract

*The west coast of Lampung area is included of high potential of disasters, both earthquake and tsunami. The Sumatera active fault zone and subduction zone are located in the area and as a source of earthquake hazards. The big earthquakes had struck in the in 1933 and 1994, causing great damages and manycasualties. Tectonic earthquake accompanied by tsunami causes sea water demolished main land kilometers away in the lowland topography of west coast of Lampung. The accuracy data of earthquake and tsunami disasters reduction are needed for disaster mitigation, land use management, regional planning and sustainable development in west coast of Lampung. All aspects of disaster risk reduction are well considered in order to minimize possible vulnerabilities and disaster risks throughout the society, activity, and place.*

**Kata kunci:** gempa, tsunami, mitigasi, penataan kawasan, pantai barat Lampung

## 1. PENDAHULUAN

Gempa sering terjadi di Indonesia, dari yang berskala besar maupun kecil. Banyaknya gempa yang terjadi di Indonesia tidak terlepas dari kondisi tektonik yang sangat aktif. Indonesia telah banyak dilanda gempa merusak dan bahkan sering diikuti oleh gelombang tsunami yang dahsyat. Kepulauan di Indonesia mempunyai risiko besar terhadap gempabumi, dimana 80% dari wilayah Indonesia terletak di daerah seismik yang berisiko tinggi di dunia.

Pantai barat Lampung termasuk kawasan yang mempunyai potensi tinggi terhadap bencana, baik gempa maupun tsunami. Pusat gempa tidak hanya berasal dari zona tumbukan lempeng yang berada di perairan barat Lampung, tetapi juga berasal dari daratan yaitu sepanjang zona Patahan Sumatera (Semangka) yang memanjang dari Kota Liwa sampai Kota Agung yang menerus ke Selat Sunda. Kawasan pantai barat Lampung banyak terbentuk morfologi yang landai terutama di sepanjang pantai, sehingga berisiko tinggi terhadap bencana tsunami yang bersumber dari pusat-pusat gempa yang terjadi di perairan baratnya.

Pembangunan ekonomi yang sangat pesat di pantai barat wilayah Lampung telah menghadapi Pemerintah Daerah pada persoalan-persoalan yang memerlukan penanganan lebih baik dan hati-hati. Untuk itu pengkajian risiko bencana gempa dan tsunami

sangat diperlukan agar perencanaan dan pembangunan wilayah dapat dilakukan lebih baik sesuai dengan prinsip pembangunan berkelanjutan.

Gempa merupakan bencana alam yang sampai saat ini masih sangat sulit dan kompleks untuk diprediksi, kapan bencana tersebut akan terjadi dalam hitungan yang sangat detail. Kejadian gempa-gempa besar yang pernah terjadi di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir, mengisyaratkan bahwa upaya preventif belum dilakukan dengan baik sehingga dampak dari korban masih tinggi. Upaya preventif perlu dilakukan berupa mitigasi bencana baik secara struktural maupun nonstruktural, kesiapsiagaan, sistem peringatan dini (*early warning system*), rencana kedaruratan yang tangguh dalam menghadapi bencana gempa suatu saat nanti.

## 2. BAHAN DAN METODE

Maksud dari kegiatan ini adalah melakukan kajian analisis mengenai permasalahan bencana gempa dan tsunami di kawasan pantai pantai barat Lampung. Tujuannya adalah untuk pengurangan dampak bencana serta evaluasi penataan kawasan berbasis mitigasi bencana yang lebih aman dalam rangka pembangunan berkelanjutan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Urgensi Masalah

Perkembangan pembangunan dan penduduk di kawasan pantai barat Lampung semakin pesat, perlu didampingi dengan data yang akurat mengenai aspek kebencanaan yang mungkin timbul khususnya adalah bencana gempa dan tsunami. Potensi gempa berasal dari zona penunjamam lempeng (subduksi) di perairan barat Lampung, Patahan aktif Sumatera yang memanjang berarah utara-selatan, dan telah dua kali sebagai penyebab gempa besar di daerah tersebut yaitu tahun 1933 dan 1994. Gempa dalam skala besar dan kecil sering terjadi di daerah pantai barat Lampung selain ancaman tsunami. Kajian potensi kegempaan dan tsunami sangat diperlukan sebagai acuan dalam penataan kawasan berkelanjutan.

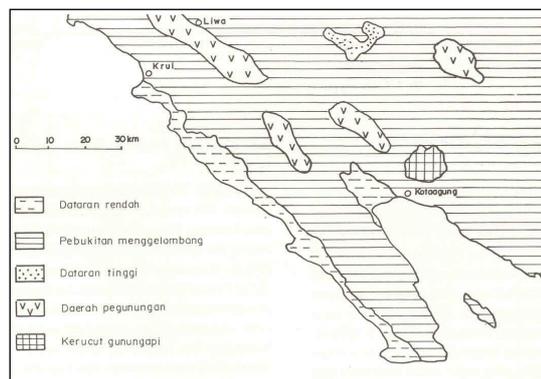
##### 3.1.1. Metodologi

Metode penelitian adalah pengumpulan data baik sekunder maupun primer di lapangan, pengolahan data, analisis laboratorium, analisis data, laporan dan rekomendasi. Kegiatan penelitian dilakukan representasi hampir di seluruh kawasan pantai barat Lampung dan sekitarnya.

##### 3.1.2. Kondisi Geologi

Geomorfologi daerah Lampung bagian barat dibagi menjadi lima (5) satuan, yaitu dataran rendah, perbukitan bergelombang, dataran tinggi, daerah pegunungan serta kerucut gunungapi (Gambar 1)(Amin et al, 1994). Dataran rendah terletak di sekitar pantai barat Lampung serta Teluk Semangka di sekitar Kota Agung. Perbukitan bergelombang mendominasi daerah Lampung bagian barat, serta secara setempat-setempat terbentuk oleh dataran tinggi, daerah pegunungan serta kerucut gunungapi.

Secara umum stratigafi daerah Lampung dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) bagian yaitu : Kelompok Batuan Pra Tersier yang meliputi Kelompok Gunung Kasih, Komplek Sulan, Formasi Mananga ; Kelompok Batuan Tersier meliputi Formasi Kontur dan Kelompok Batuan Kuartar yang meliputi Formasi Lampung, Formasi Kasai, Basal Sukadana, Endapan Gunungapi Muda serta Aluvial. Litologi penyusun di daerah Lampung bagian barat sangat beragam (Mangga et al, 1986).



Gambar 1. Satuan morfologi Lampung bagian barat (Amin et al, 1994)

Punggung sebelah barat Lampung adalah bagian dari Bukit Barisan yang merupakan geantiklinal dengan sinklinal yang terdapat di sebelah timurnya. Punggung pegunungan dari zaman Kapur (*Cretaceous*) ini mengalami deformasi pada zaman Tersier yaitu terjadinya gejala-gejala patahan (gaya vertikal) sehingga terjadi fenomena geologi seperti patahan Semangka yang panjang menyusuri Way Semangka dan Teluk Semangka, gunungapi yang berbentuk oval (Tanggamus, Rindingan, Rebang dan lain-lain disekitarnya). Depresi tektonik seperti lembah-lembah Suoh, Gedong Surian dan Way Lima yang ditutupi oleh sedimen-sedimen vulkanis.

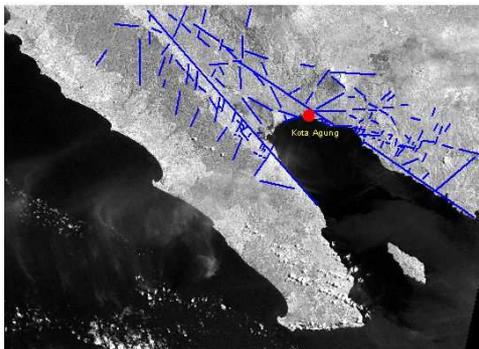
##### 3.1.3. Tektonika

Indonesia merupakan daerah yang mempunyai kondisi tektonik aktif. Tektonik di Indonesia dibagi menjadi 2 kelompok sistem yang berbeda. Di bagian barat Indonesia ditunjukkan dengan tumbukan tektonik antar Lempeng Samodra Indo-Australia dan Lempeng Eurasia, sementara di bagian timur Indonesia terbentuk akibat tumbukan lempeng-lempeng Australia, Pasifik dan Eurasia. Selain ditunjukkan oleh adanya zona penunjamam lempeng di bagian barat Pulau Sumatera, juga terdapat jalur patahan aktif dan rentetan gunungapi aktif dari ujung utara Pulau Sumatera sampai daerah Selat Sunda. Pulau Sumatera terpotong oleh patahan aktif Sumatera (Semangka) sepanjang 1.650 km dan merupakan patahan aktif terpanjang yang terdapat di Indonesia.

Sistem Patahan Sumatera terbentuk sejak Miosen Tengah sampai Miosen Akhir, berupa patahan mendatar kanan (*dextral strike slip fault*). Pergerakan tersebut mencapai 20-25 km.

Patahan Sumatera menjadi 18 segmen yang panjang masing-masing berkisar antara 45 dan 200 km. Data tersebut kemudian dilengkapi dengan informasi catatan sejarah kerusakan gempa (*rupture*) yang disebabkan oleh gempa merusak sejak 1835, yaitu sebanyak 17 gempa berdasarkan data tersebut, mereka mendapatkan fakta bahwa segmen patahan Sumatera bagian utara mengalami penambahan panjang segmen patahan sebanding dengan percepatan pergerakan patahan geser Sumatera. Patahan Sumatera dibagi menjadi beberapa segmen, salah satunya adalah segmen Semangka yang berada di barat Lampung (Naryanto, 1997 ; Zen, 1987).

Hasil analisis kelurusan struktur terhadap citra Landsat ETM, terlihat bahwa Kota Liwa dan Kota Agung terletak di dalam Zona Patahan Sumatera. Struktur patahan yang berkembang di daerah ini, selain struktur utama yang mengarah barat-laut-tenggara juga terdapat struktur berarah kurang lebih tegak lurus terhadap struktur utama, yaitu timurlaut-baratdaya. Nampaknya struktur ini berkembang dengan baik dan berperan dalam proses pembentukan Teluk Semangka (Gambar 2).



Gambar 2. Kelurusan struktur sebagai indikasi adanya patahan yang berkembang di kawasan Lampung bagian barat dari analisis citra Landsat ETM

### 3.2. Potensi Kegempaan Dan Tsunami di Pantai Barat Lampung

#### 3.2.1. Potensi Kegempaan

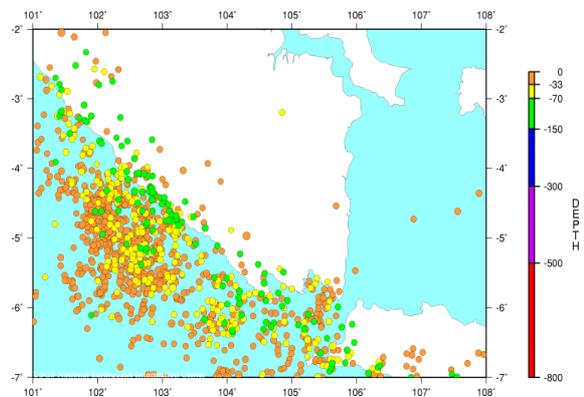
Tatanan tektonik Indonesia menyebabkan beberapa daerah di Indonesia rawan terhadap bencana gempa dan tsunami. Data gempa merusak BMG menunjukkan bahwa sejak tahun 1833 sampai dengan saat ini tidak kurang dari 31

gempa kuat yang dirasakan, dan sebagian bahkan mengakibatkan korban jiwa dan kerugian harta benda, salah satunya adalah gempa Liwa tahun 1994 yang diakibatkan oleh patahan aktif Semangka.

Kajian geologi dan geofisika menunjukkan daerah Lampung mempunyai sifat kegempaan (seismisitas) yang aktif dengan sumber utamanya adalah aktifitas penunjaman Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia di perairan barat Lampung. Episenter (sumber gempa) yang terjadi di Lampung sebagian besar berasal dari zona tumbukan Lempeng Indo-Australian dan Lempeng Eurasia di perairan barat Lampung, zona Patahan Semangka yang merupakan segmen paling selatan dari Patahan Besar Sumatera serta patahan-patahan aktif lainnya.

Di daratan Sumatera, Patahan Sumatera terbentang sepanjang Pegunungan Bukit Barisan, mulai dari Teluk Semangka di Selat Sunda sampai dengan wilayah Aceh di utara. Sudah sekitar 20 gempa besar dan merusak terjadi di sepanjang patahan Sumatera dalam 100 tahun terakhir. Dengan kata lain, gempa besar di patahan Sumatera terjadi rata-rata dalam lima tahun sekali. Jadi, berbeda dengan di zona subduksi Sumatera yang berpotensi untuk mengeluarkan gempa besar dengan magnitudo > 8 tapi hanya sekitar 2- 3 kali dalam 100 tahun, gempa di patahan Sumatera magnitudonya < 7.7 SR tapi sering dan sumbernya lebih dekat dengan populasi penduduk.

Gempa besar yang merusak di Lampung bagian barat adalah terjadi pada tahun 1933 dan 1994 akibat gempa yang berasosiasi dengan Patahan Sumatera dan bersumber di daerah Liwa. Gempa terakhir yang pernah terjadi di Lampung bagian barat terjadi 16 Juni 2006 dengan magnitudo 3,4 SR. Gempa tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap kerusakan yang terjadi di Lampung bagian barat.

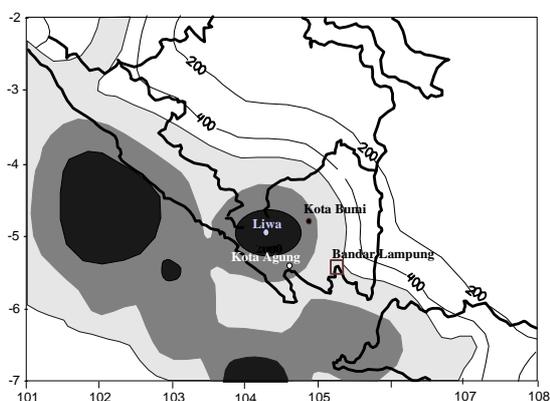


Gambar 3. Episenter gempa tahun 1990-2004 di Provinsi Lampung dan sekitarnya (sumber : USGS)

Kontur percepatan gerakan tanah merupakan hasil dari data gempa Liwa tahun 1994 dan gempa tahun 1990-2004. Berdasarkan data gempa Liwa tahun 1994 diperoleh peta kontur dan dikelompokkan menjadi empat tingkat risiko gempa. Percepatan getaran tanah berdasarkan distribusi gempa yang terjadi tahun 1990-2004 setelah diklasifikasikan ke dalam empat tingkat risiko gempa.

Gempa Liwa tahun 1994 termasuk istimewa karena memiliki magnitudo besar, hiposenter dangkal dan berada di darat. Magnitudonya 7 Skala Richter, hiposenternya 23 km dan episenternya terletak pada patahan Semangka. Harga percepatan horizontal gerakan tanah yang paling besar yaitu  $2926 \mu\text{m s}^{-2}$  pada koordinat  $104,5^\circ \text{ BT} - 5^\circ \text{ LS}$  di daerah sekitar Ibu Kota Kabupaten Lampung Barat, Liwa. Harga percepatan horizontal getaran tanah di daerah Liwa sekitar  $2800 \mu\text{m s}^{-2}$  dengan intensitas IX MMI. Daerah sekitar Kota Bumi harga percepatan horizontal getaran tanah besarnya sekitar  $1000-1500 \mu\text{m s}^{-2}$  dengan risiko gempa sedang s.d. tinggi, begitu juga daerah sekitar Kota Agung. Daerah Bandar Lampung harga percepatan horizontal gerakan tanah sekitar  $400-8000 \mu\text{m s}^{-2}$ , memiliki risiko gempa rendah sampai sedang (Suharno, 2000 ; Naryanto, 2007).

Monitoring pergerakan kerak dengan menggunakan data GPS banyak dipasang di Pulau Sumatera dan sekitarnya oleh berbagai instansi. Berdasarkan analisis dari berbagai data, di daerah Sumatera terdapat beberapa blok yang mengalami akumulasi momen sesmik > 100 tahun yang sangat berpotensi terjadinya gempa besar. Salah satu akumulasi momen seismik tersebut terdapat di perairan sebelah barat Lampung, sehingga hal ini perlu diwaspadai dengan berbagai upaya pengurangan risiko bencana baik gempa maupun tsunami di daerah tersebut.



Gambar 4. Tingkat risiko gempa di wilayah Lampung berdasarkan perhitungan percepatan getaran tanah dari gempa periode 1990-2004 (Suharno, 2007)



Gambar 5. Kerusakan bangunan yang diakibatkan oleh Gempa Liwa tahun 1994

### 3.2.2. Potensi Tsunami

Bencana tsunami telah banyak melanda Pulau Sumatera baik yang memakan korban jiwa manusia maupun harta benda dalam skala kecil maupun sangat luar biasa. Bencana tsunami yang bersumber dari gempa telah banyak terjadi dan menimbulkan banyak korban. Sekitar 85% pusat gempa yang terjadi di Indonesia terletak di bawah pantai samodra. Dalam tahun-tahun terakhir ini Indonesia telah terjadi beberapa kali gempabumi dasar laut berkekuatan besar ( $\pm 7 \text{ Ms}$ ) yang berdampak terhadap kejadian tsunami.

Letusan dahsyat dari Gunung Anak Krakatau yang terjadi pada tanggal 27 Agustus 1883 telah diikuti oleh tsunami yang telah menghancurkan 295 kota dan desa serta menelan tidak kurang dari 36 ribu jiwa. Letusan gunung tersebut merupakan kejadian terbesar dalam sejarah letusannya, dan menimbulkan gelombang tsunami setinggi 30-40 m yang juga sampai ke pantai barat Lampung.

Dampak yang diakibatkan oleh bencana tsunami berbeda tergantung ketinggian tsunami, periode tsunami, topografi daerah pantai, kondisi populasi dan infrastruktur yang ada di daerah pantai dan sebagainya. Kerusakan paling parah terutama pada pantai yang membentuk huruf V atau berupa teluk dengan arah gelombang yang semakin menyempit ke arah daratan. Tsunami yang mengenai pantai akan menghancurkan bangunan, tanaman, pelabuhan, perkampungan, persawahan atau lahan pertanian dan infrastuktur lainnya serta membawa berbagai material dari

laut untuk dilemparkan ke daratan. Ketika air kembali turun ke laut akan membawa berbagai macam material daratan ke dalam laut.

Permukiman penduduk di pantai barat Lampung yang semakin padat telah menjadi ancaman yang serius apabila terjadi gelombang tsunami yang bersumber dari perairan Samudra India maupun Selat Sunda. Bentuk pantai yang berupa teluk dengan pemukiman yang sangat padat di sekitar pantai, perlu mitigasi dan kesiapsiagaan yang matang dalam mengantisipasi kejadian bencana tsunami yang bisa datang setiap saat (Naryanto, 2003 ; 2006).

### 3.2.3. Mitigasi Dan Penataan Kawasan

Meskipun kejadian gempa berulang, kejadian gempa sangat sulit diprediksi/diramal kapan dan pada posisi mana akan terjadi. Gejala bisa diamati pada sifat-sifat batuan yang mengalami stress akibat tekanan yang ditimbulkan dari pergerakan lempeng tektonik. Gejala tersebut terlihat pada perubahan posisi satu titik relatif terhadap titik lainnya yang diamati dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Perubahan posisi tersebut bisa terlihat nyata setiap tahunnya, namun belum bisa dipakai untuk prediksi gempa. Gejala lainnya adalah perubahan muka air tanah, elektromagnetis, seismisitas, kecepatan gelombang dan sebagainya. Semuanya tetap belum bisa dipakai sebagai tanda yang jelas untuk prediksi gempabumi. Di daerah rawan gempa, bimbingan, petunjuk, pendidikan dan kesiapsiagaan yang terus menerus sangat penting. Pendidikan kepada masyarakat terutama pada usia dini akan sangat membantu dalam upaya pengurangan bencana.



Gambar 6. Zonasi kerentanan bencana tsunami di sepanjang pantai barat Lampung (tanda anak panah menunjukkan bentuk pantai berupa teluk yang berpotensi besar terhadap kenaikan

kecepatan gerakan gelombang tsunami yang mengenainya)

Gempa merupakan sumber utama terhadap terjadinya tsunami. Guncangan gempa tersebut menyebabkan penjalaran gelombang tsunami, yang apabila mengarah ke pantai akan bisa menghancurkan kondisi infrastruktur yang berada di wilayah pantai. Tingkat kegempaan kawasan barat Lampung sangat tinggi, sehingga bisa menyebabkan terjadinya gelombang tsunami akibat guncangan gempa yang bisa menghancurkan kawasan pantai di sekitarnya termasuk kawasan pantai barat Lampung.

Sistem peringatan dini bencana tsunami di Indonesia (*Indonesia Tsunami Early Warning System/INA TEWS*) diperlukan untuk upaya preventif warga. Peralatan tersebut akan meneruskan data *real time* langsung dari pusat gempa ke pusat peringatan tsunami. Namun sehebat dan secanggih apapun sistem peringatan dini, efektivitasnya tergantung dari celah waktu antara kejadian gempa dan saat tsunami datang.

Permukiman di Provinsi Lampung memiliki pola tersebar di wilayah pesisir dan mengelompok di wilayah tengah. Sedangkan berdasarkan bentuk permukimannya mengikuti jalan atau sarana transportasi, pola semacam ini biasa terjadi pada wilayah transmigrasi atau jumlah pendatang yang banyak. Permukiman kawasan pantai barat Lampung semakin lama menjadi semakin padat, sehingga perlu penataan kawasan yang tepat. Upaya yang paling efektif adalah dengan tindakan-tindakan untuk meredam atau mengurangi dampak yang timbul apabila suatu saat nanti terjadi bencana serta upaya konservasi atau penataan kawasan yang tepat pada lokasi yang belum dimanfaatkan. Dalam hal ini evaluasi tata ruang wilayah perlu dilakukan dengan mengacu pada hasil kajian kerawanan bencana tsunami oleh instansi terkait, guna menghindari bencana besar yang mungkin timbul.

Zonasi aman terhadap bencana tsunami mempunyai jarak dengan garis pantai bervariasi tergantung kondisi pantainya. Untuk menghindari dampak korban, sebaiknya permukiman penduduk akan lebih aman berada di luar zona bencana tsunami tersebut. Kawasan pantai yang langsung berbatasan dengan laut disarankan untuk dihijaukan untuk menahan gelombang tsunami yang mungkin terjadi lagi. Untuk pantai yang berlumpur bisa ditanami hutan bakau di sepanjang pantai. Di belakang hutan bakau tersebut disarankan dibuat tambak kalau memungkinkan, kemudian ditanami dengan pohon kelapa atau kelapa sawit sampai beberapa puluh meter, persawahan, perladangan, jalan, bangunan perkantoran tingkat yang terbatas, baru

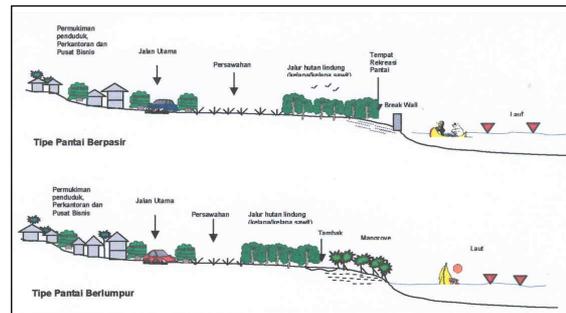
permukiman berada pada jalur paling luar dari garis pantai. Tanaman hutan bakau sangat sulit hidup pada pantai yang berpasir. Pada pantai berpasir bisa juga dibangun tembok laut (*break wall/break water*) untuk menahan erosi dan gelombang tsunami.

Pembangunan tembok laut akan sangat membantu dalam menahan gelombang tsunami. Masalahnya adalah membutuhkan dana yang sangat besar, serta mengakibatkan terganggunya ekosistem di sekitar pantai terutama pada pantai berlumpur. Untuk itu kombinasi antara tembok laut dan vegetasi pantai akan saling melengkapi dengan mempertimbangkan kondisi pantai. Vegetasi pantai yang bisa meredam tsunami antara lain adalah mangrove, kelapa, kelapa sawit, hutan pantai dan sebagainya. Hutan pantai memiliki fungsi fisik, ekologis, sosial-ekonomi yang sangat penting bagi masyarakat di sekitarnya.



Gambar 7. Tanaman pohon kelapa sawit yang berderet di sepanjang pantai akan bisa membantu dalam meredam kerusakan yang terjadi akibat tsunami

Kerusakan akibat gelombang tsunami terutama terjadi pada daerah teluk, akibat terjadinya penyempitan gerakan gelombang sehingga mempercepat gerakan gelombang tersebut. Sebagai sumber utama tsunami yang mungkin terjadi di pantai barat Lampung adalah dengan episenter di Samodra Indian dan perairan Selat Sunda, letusan Gunung Anak Krakatau serta longsoran bawah laut. Kecepatan tsunami lebih besar pada laut dalam dibandingkan laut dangkal, secara gradual mengarah ke daerah dangkal yang bergerak dengan berbagai variasi kedalaman.



Gambar 8. Salah Satu contoh penataan kawasan pantai yang ramah bencana tsunami disesuaikan dengan kondisi pantainya

#### 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas bisa disimpulkan dan disarankan sebagai berikut :

- Pantai barat Lampung termasuk wilayah yang mempunyai potensi tinggi terhadap bencana, baik gempa maupun tsunami.
- Pusat gempa tidak hanya berasal dari zona tumbukan antar lempeng di perairan barat Lampung, tetapi juga berasal dari daratan yaitu sepanjang zona patahan Sumatera
- Gempa besar yang merusak di Lampung bagian barat telah terjadi pada tahun 1933 dan 1994, yaitu gempa yang berasosiasi dengan patahan Sumatera dan bersumber di daerah Liwa. Sementara gempa terakhir yang pernah terjadi di Lampung bagian barat terjadi 16 Juni 2006 dengan magnitudo 3,4 SR.
- Di daerah rawan gempa, bimbingan, petunjuk, pendidikan dan kesiapsiagaan yang terus menerus sangat penting. Menerapkan sistem konstruksi bangunan yang aman terhadap guncangan gempa diperlukan untuk mengamankan aset-aset ekonomi yang ada.
- Penataan kawasan pantai yang langsung berbatasan dengan laut disarankan untuk dihindarkan untuk menahan gelombang tsunami yang mungkin terjadi lagi. Untuk pantai yang berlumpur bisa ditanami hutan bakau di sepanjang pantai, di belakang hutan bakau tersebut disarankan dibuat tambak kalau memungkinkan, kemudian ditanami dengan pohon kelapa atau kelapa sawit, persawahan, perladangan, jalan, bangunan perkantoran tingkat yang terbatas, baru permukiman berada pada jalur paling luar dari garis pantai. Tanaman hutan bakau yang sangat sulit hidup pada pantai yang berpasir, pada pantai berpasir bisa dibangun *break wall* untuk menahan erosi dan gelombang tsunami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, T.C., Sidarto, Santosa & Gunawan, W., 1994. Geologi Lembar Peta Kotaagung, Sumatera. P3G, Bandung
- Mangga S. A., et al, 1986. Peta Geologi Lembar Tanjung Karang, Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Naryanto, H.S., 1997. Kegempaan di Daerah Sumatera. Jurnal Alami Vol. 3 No. 3.
- Naryanto, H.S., 2003. Mitigasi Kawasan Pantai Selatan Kota Bandar Lampung, Propinsi Lampung Terhadap Bencana Tsunami. Jurnal ALAMI, Vol. 8, No. 2 Th. 2003
- Naryanto, H.S., 2006. Kajian Potensi dan Zonasi Kerentanan Bencana Tsunami di Bandar Lampung-Kalianda, Provinsi Lampung. Jurnal ALAMI, Vol. 11, No. 2 Th. 2006
- Naryanto, H.S., 2007. Kajian Potensi dan Kegempaan di Liwa Kaitannya dengan Patahan Sumatera untuk Penataan Kawasan Berkelanjutan. Jurnal Alami, Vol. 12 No. 2 Tahun 2007, BPPT-HSF, Jakarta
- Suharno, 2000. Distribusi dan Klasifikasi Resiko Gempa Daerah Lampung dan Sekitarnya. Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana, Vol. 2, No. 1, Tahun 2007.
- Zen, M.T., 1987. Seismicity of the Sumatera Fault Zones. 6<sup>th</sup> Regional Congress on Geology, Mineral and Energy Resources of

