

# MITIGASI BENCANA TSUNAMI DI WILAYAH PESISIR LAMPUNG

Dwi Jokowinarno<sup>1</sup>

## Abstract

*Disaster management is a dynamic process, integrated and sustainable effort to increase quality of preventive, preparedness, mitigation, emergency response, evacuation and reconstruction. Mitigation is strategy to reduce and minimize negative impact of disaster. At least, there are six strategies in tsunami mitigation. Firstly, to protect living, infrastructure and coastal zone environment. Secondly, to increase understanding and participation in mitigation of tsunami. Third, to increase preparedness and awareness of upcoming disaster. Fourth, to increase coordination and institution capacity. Fifth, to establish law enforcement that can be effective to realize disaster mitigation by mean of making code of conduct that regulate mitigation implementation, to develop guidance of planning and implemetation of disaster protection. Sixth, to push sustainability of economic activity and increasing social welfare, security, and confort in coastal zone area.*

## Abstrak

Penanganan bencana merupakan proses yang dinamis, terpadu dan berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas langkah-langkah yang berhubungan dengan serangkaian kegiatan yang meliputi pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, tanggap darurat, evakuasi, rehabilitasi dan pembangunan kembali. Mitigasi adalah merupakan tindakan-tindakan untuk mengurangi atau meminimalkan potensi dampak negatif dari suatu bencana. Minimal terdapat enam langkah yang bisa diupayakan dalam melakukan mitigasi bencana tsunami. Pertama, adalah dengan melakukan upaya-upaya perlindungan kepada kehidupan, infrastruktur dan lingkungan pesisir. Kedua adalah dengan meningkatkan pemahaman dan peranserta masyarakat pesisir terhadap kegiatan mitigasi bencana gelombang pasang. Ketiga adalah meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana. Keempat, adalah meningkatkan koordinasi dan kapasitas kelembagaan mitigasi bencana. Kelima adalah menyusun payung hukum yang efektif dalam upaya mewujudkan upaya-upaya mitigasi bencana yaitu dengan jalan penyusunan produk hukum yang mengatur pelaksanaan upaya mitigasi, pengembangan peraturan dan pedoman perencanaan dan pelaksanaan bangunan penahan bencana, serta pelaksanaan peraturan dan penegakan hukum terkait mitigasi. Sedangkan kebijakan yang ke enam adalah mendorong keberlanjutan aktivitas ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir melalui melakukan kegiatan mitigasi yang mampu meningkatkan nilai ekonomi kawasan, meningkatkan keamanan dan kenyamanan kawasan pesisir untuk kegiatan perekonomian.

---

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No 1 Gedong Meneng, Bandar Lampung  
E-mail : [d.jokowinarno@gmail.com](mailto:d.jokowinarno@gmail.com)

## 1. PENDAHULUAN

Penanganan bencana (*disaster management*) merupakan proses yang dinamis, terpadu dan berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas langkah-langkah yang berhubungan dengan serangkaian kegiatan yang meliputi pencegahan (*preventive*), mitigasi, kesiapsiagaan (*preparedness*), tanggap darurat, evakuasi, rehabilitasi dan pembangunan kembali (*reconstruction*). Sedangkan mitigasi adalah merupakan tindakan-tindakan untuk mengurangi atau meminimalkan potensi dampak negatif dari suatu bencana.

Penanganan bencana menjadi penting dan mendesak untuk dilaksanakan secara efektif dan efisien akhir-akhir ini setelah bencana gempa dan disusul dengan tsunami yang terjadi di Aceh pada tanggal 26 Desember 2004 lalu. Sedangkan kegiatan mitigasi merupakan salah satu bagian dari kegiatan penanganan bencana yang difokuskan untuk mengurangi potensi dampak yang mungkin ditimbulkan oleh bencana yang diprediksikan akan terjadi di masa datang. Artikel ini bermaksud untuk menguraikan kegiatan mitigasi yang bisa diadopsi dan dilakukan untuk mengurangi potensi kerugian akibat tsunami di wilayah pesisir Provinsi Lampung.

### 1.1 Negara kepulauan

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki ribuan pulau besar dan kecil (sekitar 13.677 pulau) serta memiliki garis pantai yang sangat panjang yaitu sekitar 80 ribu kilo meter. Sejarah pertumbuhan kota dan permukiman pada umumnya menempati lokasi di pesisir ataupun di pinggir sungai. Dengan demikian banyak sekali kota-kota yang merupakan kota di tepian atau menghadap air (*water front city*). Bisa dicontohkan di sini beberapa kota yang merupakan kota tepi air, antara lain kota tepi air Laut Jawa (Jakarta, Semarang, Surabaya, Cirebon), Bandar Lampung (tepi air Teluk Lampung), Banda Aceh serta Meulaboh yang merupakan tepi air Samudera Indonesia. Bila melihat atlas, kita akan kembali disadarkan betapa Indonesia merupakan negara kepulauan, negara maritim, *archipelago*.

Potensi sumberdaya pesisir mempunyai keunggulan komparatif dan kompetitif karena Indonesia mempunyai kekayaan sumberdaya pesisir dan lautan tropis yang terkaya di dunia dengan biaya eksploitasi yang relatif murah sehingga mampu memperkuat kapasitas penawaran (*supply capacity*). Namun demikian, karena kondisi geografis dan geologisnya, pesisir pantai dan pulau-pulau kecil di Indonesia berpotensi besar mengalami bencana alam yang merupakan salah satu atau kombinasi dari gempa bumi, tsunami, angin topan/badai, banjir. Seperti diketahui bahwa Indonesia dikepung oleh tiga lempeng benua yaitu Pasifik, Eurasia, serta Indo-australia

### 1.2 Wilayah Pesisir Lampung

Hal kedua yang melatarbelakangi topik ini adalah perkembangan pemanfaatan ruang wilayah pesisir Lampung. Pemanfaatan ruang adalah untuk permukiman padat, industri, resor untuk wisata serta alih fungsi hutan mangrove di kawasan pesisir untuk tambak merupakan fakta belum dijadikannya tsunami sebagai salah satu kondisi batas alam dalam perencanaan wilayah. Disamping itu terdapat pula wacana untuk membangun jembatan ataupun terowongan Selat Sunda yang menghubungkan Pulau Jawa dan Pulau Sumatera sebagai dua pulau penting di Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu mendukung kegiatan mitigasi bencana alam. Mengingat pemanfaatan ruang pada pesisir Lampung yang strategis, maka kegiatan mitigasi bencana menjadi sesuatu yang penting (*urgent*).

### 1.3 Tsunami akibat Letusan Gunung Krakatau Tahun 1883

Identifikasi garis pantai yang rawan oleh bencana tsunami akibat letusan Gunung Krakatau merupakan salah satu upaya mitigasi, terutama dikaitkan dengan upaya mitigasi untuk daerah-daerah dengan pemanfaatan ruang yang strategis. Tsunami yang terjadi akibat letusan Gunung Krakatau Tahun 1883 merupakan tsunami yang paling besar yang pernah terjadi di wilayah pesisir Lampung. Pada 250 tahun terakhir, tidak kurang dari 90 tsunami yang diakibatkan oleh letusan gunung berapi. Gelombang raksasa yang dikibatkan oleh letusan Krakatau tahun 1883 dengan korban jiwa sekitar 35.500 orang merupakan tsunami vulkanik paling besar (Winchester, S., 2003).

Letusan hidrovolkanik dibangkitkan oleh interaksi antara magma panas dengan air tanah. Kejadian ini biasa disebut Surseyan, setelah terjadinya letusan Iceland pada tahun 1963. Cairan air yang dipanasi oleh magma sebesar  $1.100^{\circ}$  Kelvin atau 19kcal/mole berubah menjadi gas pada volume konstan dan menghasilkan tekanan 30.000 atmosfer. Gelombang tsunami Krakatau mempunyai periode (T) kurang dari 5 menit dan panjang gelombang (L) sekitar 7 kilometer, sehingga akan mengalami *decayed* secara cepat. Letusan Krakatau pukul 10.05 terdengar hingga ke Perth, Sri Lanka, bahkan Mauritius. Letusan tersebut mengakibatkan tsunami setinggi 20 meter yang mencapai Teluk Betung sekitar pukul 11.03. Tsunami tersebut mengakibatkan kenaikan muka air laut di Jakarta yang berjarak sekitar 169 km, setinggi antara 3 – 4 meter pada pukul 11.30 – 12.15, dan pada sekitar pukul 02.48 air mulai surut kembali. Di Cape Horn (14.076 km) dan Panama (20.646 km), tsunami tercatat mencapai kecepatan 720 km per jam, bahkan efek dari tsunami mencapai Selat Channel (Inggris) yang berjarak 19.873 km dari Krakatau.

Kompleks Krakatau terdiri dari empat pulau, yaitu Rakata, Setung, Panjang, dan Anak Krakatau. Tiga yang pertama membentuk formasi caldera, sedangkan Anak Krakatau mulai aktif kembali sejak 20 Januari 1930 hingga sekarang, dengan intensitas letusan yang bervariasi dari waktu ke waktu. Hingga pada perkembangan terakhir, kedalaman lautan bervariasi, dengan arah Barat-Timur relatif dangkal, sedangkan pada arah Utara-Selatan relatif dalam.

Parameter-parameter gelombang tsunami pada tahun 1883 tersebut meliputi L (panjang gelombang), H (tinggi gelombang), C (cepat rambat gelombang), dan T (periode gelombang).

Letusan Krakatau tanggal 27 Agustus 1883 terjadi pada Pukul 10.05 WIB dan mencapai Teluk Betung pada Pukul 11.03 WIB. Dengan demikian untuk mencapai jarak antara Gunung Krakatau ke Teluk Betung yang sejauh 79,47km diperlukan waktu selama 58 menit. Dapat dilakukan perkiraan cepat rambat gelombang tsunami tersebut adalah  $79,47/58 \text{ km/menit} = 1,37 \text{ km/menit} = 82,21 \text{ km/jam}$ . Sedangkan gelombang tersebut sampai di Jakarta yang berjarak 169km pada pukul 11.30 WIB berarti mempunyai cepat rambat  $169/85 \text{ km/menit} = 1,988 \text{ km/menit} = 119,29 \text{ km/jam}$ . Sebagai bahan untuk identifikasi garis pantai yang rawan oleh serangan tsunami, maka pada penelitian ini digunakan kecepatan rambat gelombang (c) sebesar 120 km/jam. Angka 120 ini merupakan pembulatan ke atas dari angka 119,29.

Periode gelombang tsunami berdasar pada pustaka Mader, C.L dan Gitting, M.L. (2006) adalah 5 menit. Dengan demikian panjang gelombang (L) besarnya adalah perkalian antara c dan T;  $L = 120 * 5 / 60 \text{ km} = 10 \text{ km}$ . Nilai ini mendekati dengan nilai panjang gelombang yang tertera pada pustaka yang sama, yaitu 7 km. Karena panjang gelombang yang lebih pendek adalah yang lebih berbahaya, maka pada identifikasi garis pantai yang rawan tsunami ini digunakan  $L = 7 \text{ km}$ ,  $T = 5 \text{ menit}$ . Sedangkan tinggi gelombang

tsunami di laut dalam diperkirakan sebesar  $H = 13$  meter, sedangkan tinggi gelombang rayapannya bisa mencapai sekitar 22 meter, tergantung dari kemiringan lereng,  $H$ , dan panjang gelombang di laut dalam  $L_0$ .

## 2. MITIGASI TSUNAMI

Tsunami merupakan gelombang pasang yang dibangkitkan oleh terjadinya gempa tektonik, letusan gunung api di lautan, ataupun tanah longsor. Gelombang pasang (*tidal waves*) juga bisa dibangkitkan oleh adanya badai, terutama pada negara yang memiliki pantai dangkal yang cukup panjang dan lautan cukup luas (misal: Bangladesh). Sekitar 85 persen tsunami yang ada adalah dibangkitkan oleh gempa tektonik. Beberapa kejadian gempa bumi yang diikuti oleh tsunami di Indonesia antara lain yang terjadi di Pantai Barat Sulawesi (23 Februari 1969), Sumba (19 Agustus 1977), Pulau Flores dengan kekuatan 7,5 skala Richter (12 Desember 1992), Banyuwangi, Jawa Timur dengan kekuatan 7,2 skala Richter (2 Juni 1994), Pulau Biak, Irian Jaya dengan kekuatan 8,2 skala Richter (17 Februari 1996), serta yang terbaru adalah di Nangroe Aceh Darussalam dengan kekuatan sekitar 8,9 skala Richter (26 desember 2004, Pukul 07.59). Yang juga tak kalah dahsyatnya adalah tsunami yang diakibatkan oleh letusan Gunung Krakatau pada hari Senin tanggal 27 Agustus 1883 pada Pukul 10.02.

Poin-poin strategis yang terdiri atas komponen-komponen SWOT (*Strengths, Weakness, Opportunity, Threats*), digunakan untuk merumuskan berbagai hal yang berkaitan dengan visi, misi, kebijakan, program, strategi dan kegiatan. Pada artikel ini uraian ditekankan pada komponen-komponen SWOT dan kebijakan-kebijakan yang bisa diadopsi. Komponen pertama adalah **kekuatan**, yang mencakup sumberdaya, potensi ataupun keunggulan lain terhadap kompetitor dan kebutuhan yang ingin dilayani oleh suatu sistem. Beberapa kekuatan dalam kaitannya dengan mitigasi tsunami ini antara lain: [1] Terdapat Departemen maupun Dinas khusus yang menangani persoalan pesisir, [2] Kawasan pesisir mempunyai keanekaragaman yang bernilai tinggi, seperti terumbu karang, ekosistem hutan bakau, estuaria, padang lamun, mineral, minyak bumi, [3] Sebagian besar kota-kota di Indonesia terletak di wilayah pesisir, [4] Wilayah pesisir mempunyai fungsi penting dalam kegiatan transportasi, industri serta distribusi barang dan jasa, serta kegiatan manusia yang lain.

Beberapa **kelemahan** yang ada antara lain: [1] Wilayah pesisir sebagai pertemuan antara lingkungan darat, laut serta udara sangat rentan terhadap perubahan lingkungan yang terjadi, [2] Belum optimalnya pengaturan tata ruang serta pemanfaatan wilayah pesisir, [3] Pemahaman mengenai bencana serta dampak yang ditimbulkan, yang dimiliki oleh *stake holders* masih amat beragam, [4] Wilayah pesisir rentan terhadap kejadian bencana alam, [5] Terbatasnya akses terhadap ilmu pengetahuan, teknologi, informasi serta pasar, serta [6] Kondisi sebagian wilayah pesisir yang mengalami degradasi lingkungan, mengalami kerusakan biofisik yang mengkhawatirkan.

Sedangkan komponen **peluang** adalah merupakan sesuatu ataupun keadaan yang menguntungkan pada suatu sistem. Beberapa peluang yang ada antara lain: [1] Wilayah pesisir mempunyai potensi ekonomi yang besar, [2] Memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi kawasan yang indah dan nyaman untuk rekreasi, pariwisata maupun kawasan hunian, [3] Berpeluang untuk berperan penting dalam kegiatan transportasi, distribusi barang dan jasa, pelabuhan, pangkalan militer dan sebagainya. Poin yang ke empat yaitu komponen **ancaman**, yang merupakan sesuatu atau keadaan yang tidak menguntungkan yang menjadi pengganggu utama terhadap sistem pada waktu sekarang maupun di masa mendatang. Beberapa ancaman tersebut antara lain: [1] Ancaman bencana alam seperti tsunami, banjir, kelangkaan air tawar, gelombang pasang

akibat badai, erosi serta abrasi [2] Ancaman perubahan dan degradasi lingkungan darat, laut maupun udara, [3] Potensi konflik dalam pemanfaatan ruang pesisir.

Dengan memperhatikan beberapa komponen-komponen strategis tersebut di atas, beberapa faktor yang merupakan kunci keberhasilan dalam kegiatan mitigasi lingkungan pesisir bisa disebutkan antara lain: [1] Pemahaman terhadap karakteristik bencana alam dan kerusakan yang ada di wilayah pesisir, [2] Pemahaman terhadap tingkat resiko dan kerentanan wilayah pesisir terhadap bencana, [3] Pemahaman kondisi lingkungan, sosial budaya, dan kearifan lokal, [4] Pemahaman terhadap upaya-upaya mitigasi baik yang bersifat struktural maupun non struktural, [5] Peningkatan kapasitas kelembagaan dan *law enforcement*, serta [6] Faktor yang menjamin kontinuitas.

Minimal terdapat enam langkah yang bisa diupayakan dalam melakukan mitigasi bencana tsunami. Kebijakan pertama, adalah dengan melakukan upaya-upaya perlindungan kepada kehidupan, infrastruktur dan lingkungan pesisir. Pengembangan sistem peringatan dini (*early warning system*) dan pembuatan bangunan pelindung merupakan contoh upaya perlindungan yang bisa dikembangkan. Kejadian gempa memang belum bisa diprediksi dengan tepat. Gempa dahsyat Mentawai yang terjadi pada tahun 1833 diperkirakan akan mempunyai kala ulang 200 tahun, atau sekitar tahun 2033 akan terjadi lagi. Tapi apakah akan terjadi tepat pada tahun 2033? Belum tentu! Dalam pendekatan statistik atau analisis frekuensi kejadian, maka kala ulang hanya merupakan aspek probabilitas atau kebolehjadian dari suatu kejadian. Namun demikian kejadian gempa (pusat gempa dan besarnya, misal dalam skala richter) dapat dikuantifikasi atau dinyatakan dalam angka tertentu. Pada sisi lain, penjalaran gelombang dari lokasi pembangkitan gelombang hingga ke pesisir akan membutuhkan rentang waktu tertentu.

Seperti yang tercatat pada Pulau Biak, Irian Jaya dengan kekuatan gempa sekitar 8,2 skala Richter (17 Februari 1996), ternyata gelombang tsunami-nya menjangar sampai ke Jepang. Menurut Laporan Tim Survei Tsunami Internasional (ITST) pimpinan Fumihiko Imamura, bahwa gelombang akibat tsunami tersebut sampai di Jepang yang berjarak 2000 km setelah enam jam semenjak terjadinya gempa. Artinya cepat rambat rerata gelombang tsunami adalah 333,3 km/jam. Demikian juga halnya dengan yang terjadi di Aceh, terdapat rentang waktu sekitar 50 menit antara proses terjadinya gempa bumi dengan diterjangnya Banda Aceh oleh gelombang pasang tsunami, seperti yang terekam oleh Cut Putri lewat camera video amatirnya. Untuk mencapai pantai India malah dibutuhkan lebih dari satu jam. Di sinilah terdapat harapan untuk menyelamatkan kerugian yang amat besar terutama kematian ribuan manusia dengan menggunakan teknologi untuk sistem peringatan dini. Mengacu pada penelitian Identifikasi Garis Pantai yang Rawan oleh Tsunami akibat Letusan Gunung Krakatau (Jokowinarno, D., 2009) didapatkan jarak garis pantai ke lokasi pembangkitan gelombang tsunami yaitu Gunung Krakatau seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Jarak garis pantai ke lokasi pembangkitan gelombang tsunami

NOMOR TITIK	JARAK (km)	NOMOR TITIK	JARAK (km)	NOMOR TITIK	JARAK (km)
1	80.01	18	68.96	35	86.12
2	72.75	19	66.78	36	94.81
3	63.91	20	69.79	37	103.32
4	56.82	21	64.01	38	111.60
5	49.14	22	61.18	39	119.67
6	40.69	23	57.10	40	121.99
7	43.25	24	55.50	41	113.94
8	40.26	25	47.14	42	104.54
9	47.54	26	51.85	43	99.22
10	54.34	27	49.09	44	91.24
11	52.08	28	54.76	45	87.06
12	56.57	29	56.55	46	86.47
13	60.86	30	60.88	47	95.89
14	68.87	31	64.98	48	102.16
15	76.76	32	69.53	49	102.62
16	79.47	33	72.66	50	111.57
17	73.69	34	79.39		

Kuantifikasi gejala gempa bumi yang membangkitkan gelombang pasang tsunami ini lebih bisa diandalkan (*reliable*) dibanding dengan melihat perilaku binatang di sekitar pantai ataupun tanda-tanda yang ditunjukkan dengan menyurutnya air laut. Di suaka marga satwa Sri Langka memang tidak ditemukan bangkai binatang akibat terjangan tsunami, artinya memang binatang mempunyai semacam “indera ke enam” untuk mengetahui datangnya gelombang pasang. Namun demikian, yang menjadi permasalahan adalah kesulitan manusia untuk mengerti “bahasa” binatang tersebut. Manusia belum mampu dengan akurat menginterpretasikan perilaku binatang, misal sulit membedakan perilaku burung yang mengetahui tsunami ataukah hujan badai ataupun kejadian alam yang lain.

Sebelum tsunami menerjang memang air laut biasanya surut drastis, seperti yang dituturkan oleh Riesnayanti, warga Kaju, Banda Aceh yang selamat. Air surut secara drastis ini pula yang terjadi sewaktu tsunami akibat letusan Krakatau. Ribuan orang berlarian ke pantai Anyer untuk menangkap ikan, yang selanjutnya mendadak sontak gelombang tsunami dengan magnitudo ketinggian lebih dari 10 meter menggulung mereka. Surutnya air laut tidak *reliable* juga sebagai tanda akan datangnya tsunami karena memang setiap hari air laut mengalami pasang-surut dengan amplitudo yang bervariasi sesuai dengan posisi bumi terhadap benda-benda di ruang angkasa terutama bulan dan matahari. Namun demikian, tanda-tanda alam dan perilaku binatang dalam merespon akan datangnya bencana tersebut dapat digunakan untuk melengkapi kesempurnaan teknologi sistem peringatan dini yang hendak dibangun. Artinya dalam sistem peringatan dini, semua indikator dijadikan sebagai komponen yang saling sinergi untuk membangun kehandalan sistem.

Sedangkan perlunya pembangunan bangunan pelindung juga sangat mendesak disosialisasikan. Seperti halnya dalam menangkal terjadinya erosi dan abrasi pantai, sebenarnya minimal terdapat empat cara yang bisa dilakukan, antara lain pembuatan tanggul ataupun pemecah gelombang yang terkadang dilengkapi dengan *armouring*, cara vegetasi dengan mangrove, mundur dari garis pantai, ataupun dibiarkan saja jika bencana

tersebut tidak ada efek negatifnya terhadap manusia secara langsung. Pembuatan struktur tanggul ataupun pemecah gelombang banyak diimplementasikan di Belanda, Jepang, Amerika Serikat maupun negara lain yang berpotensi mendapat ancaman bencana. Pembuatan tanggul (dam) di Belanda misalnya, dirancang dengan banjir laut rancangan dengan kala ulang sebesar 10 ribu tahun. Sehingga banyak kota di Belanda yang mempunyai akhiran dam semisal Amsterdam, Rotterdam, Volendam dan sebagainya. Bandingkan dengan banjir rancangan yang digunakan untuk membuat konstruksi-konstruksi di Indonesia, tak jarang kita mendapatkan suatu tanggul yang dibuat berdasar banjir rancangan sebesar 100 tahun, bahkan “hanya” 25 tahun.

Terbebas seratus persenkah suatu wilayah pesisir dari hantaman bencana tsunami jika telah dibuat tanggul dan revetmen-nya dengan banjir rancangan kala ulang 10 ribu tahun? Belum tentu! Konsep probabilitas inilah yang kini gencar disosialisasikan oleh berbagai organisasi profesi yang bergerak di bidang keteknikan. Tetap saja ada kemungkinan terlampauinya tinggi tanggul oleh terjangan gelombang. Misal tinggi tanggul untuk banjir rancangan kala ulang 10 ribu tahunan adalah setinggi 10 meter, maka jika datang gelombang pasang dengan tinggi 13 meter akan terlampauilah tanggul tersebut. Namun demikian tanggul yang dirancang dengan debit rancangan dengan kala ulang yang lebih tinggi berarti akan mempunyai probabilitas untuk terlampaui yang lebih rendah. Analisis frekuensi untuk data hidrologi sudah lebih akrab dan banyak dilakukan, sedangkan untuk keperluan tinggi muka air rancangan (*design water level*) untuk laut memang masih sangat langka. Hal ini berkaitan dengan langkanya pencatatan mengenai gelombang (*tide, waves, swell*) seperti tinggi, periode, panjang, arah serta cepat rambat gelombang dalam rentang waktu yang relatif lama.

Kebijakan dalam mitigasi bencana tsunami yang ke dua adalah dengan meningkatkan pemahaman dan peranserta masyarakat pesisir terhadap kegiatan mitigasi bencana gelombang pasang. Kebijakan ini bisa dilakukan dengan berbagai cara, antara lain mensosialisasikan dan meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai bencana alam dan kerusakan lingkungan yang ditimbulkan, mengembangkan informasi bencana dan kerusakan yang ditimbulkan termasuk pengembangan basis data dan peta resiko bencana, menggali berbagai kearifan lokal dalam mitigasi bencana. Indonesia yang terdiri dari beraneka ragam suku dan entitas, sangat banyak memiliki kearifan lokal dalam usaha untuk mempertahankan hidup dan bersahabat dengan alam.

Kebijakan ke tiga adalah meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana. Kebijakan ini bisa diimplementasikan dalam hal-hal sebagai berikut: pengembangan sistem yang menunjang komunikasi untuk peringatan dini dan keadaan darurat, menyelenggarakan latihan dan simulasi tanggapan terhadap bencana dan kerusakan yang ditimbulkan, serta penyebarluasan informasi tahapan bencana dan tanda-tanda yang mengiringi terjadinya bencana. Implementasi kebijakan ke tiga ini dalam kondisi sekarang memang sudah sangat ditunjang oleh kemajuan teknologi informasi dan komunikasi. Dari bencana tsunami di Aceh, dapat diambil kesimpulan bahwa telepon satelit menjadi sangat *reliable*. Ketika telepon kabel maupun telepon seluler mengalami gangguan karena BTS-nya mengalami kerusakan, maka telepon satelit yang mengandalkan pada satelit yang mempunyai orbit geostasioner setinggi 30 ribu kilometer di atas bumi masih cukup handal. Pada waktu mendatang prospek dari telepon satelit tampaknya akan semakin mampu “melayani yang tidak terlayani”.

Kebijakan ke empat adalah meningkatkan koordinasi dan kapasitas kelembagaan mitigasi bencana. Implementasi dari kebijakan ke empat ini antara lain peningkatan peran serta kerjasama yang sinergis dari berbagai pihak, pengembangan forum koordinasi dan integrasi program antar sektor, antar level birokrasi. Pada tataran aksi terbukti bahwa

untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi penanggulangan bencana maka peran serta seluruh *stake holder* amatlah besar, oleh karenanya perlu diberdayakan. Walaupun dalam setiap manajemen bencana selalu saja ada “kabar miring” mengenai pengelolaan sumbangan, namun partisipasi masyarakat tetap sangat tinggi untuk menyatakan solidaritas dan simpati, bahkan bersifat lintas negara. Dengan kata lain manajemen bencana terutama bencana yang besar memang membutuhkan manajer-manajer yang cakap dan berkompeten.

Kebijakan ke lima adalah menyusun payung hukum yang efektif dalam upaya mewujudkan upaya-upaya mitigasi bencana yaitu dengan jalan penyusunan produk hukum yang mengatur pelaksanaan upaya mitigasi, pengembangan peraturan dan pedoman perencanaan dan pelaksanaan bangunan penahan bencana, serta pelaksanaan peraturan dan penegakan hukum terkait mitigasi. Kebijakan ini relevan dengan kenyataan yang ada sekarang, misal yang menyangkut tata ruang pesisir. Hal ini lebih urgen bila dikaitkan dengan tata ruang pesisir, yaitu keprihatinan atas pemanfaatan sempadan pantai di Bali yang sebagian besar dimanfaatkan untuk bangunan hotel. Seperti kita ketahui bahwa Bali adalah salah satu lokasi yang rawan terhadap bencana tsunami.

Sedangkan kebijakan yang ke enam adalah mendorong keberlanjutan aktivitas ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir melalui melakukan kegiatan mitigasi yang mampu meningkatkan nilai ekonomi kawasan, meningkatkan keamanan dan kenyamanan kawasan pesisir untuk kegiatan perekonomian.

### **3. PENUTUP**

Selanjutnya, dari ke enam kebijakan tersebut perlu dijabarkan lebih lanjut ke dalam bentuk strategi dan kegiatan-kegiatan untuk mencapai tujuan. Sebagai penutup artikel ini, maka dalam memperbaiki keadaan di masa depan dapat dilakukan dengan mengurangi potensi dampak bencana.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Coastal Engineering Manual Volume I & II, 2002, Waterways Experiment Station, Corps Of Engineers, Departement of The American Army, USA.
- Jokowinarno, D., Identifikasi Garis Pantai yang Rawan oleh Tsunami akibat Letusan Gunung Krakatau, *Jurnal Rekayasa* Vol.13 Nomor 2 Tahun 2009
- Roos, A., *Coastal, Estuaries and Harbour System*, IHE Delft, The Netherlands. 1997.
- Shore Protection Manual volume I & II, 1984, *Waterways Experiment Station CorPs Of Engineers*, Departement Of the American Army, USA.
- Trihatmodjo, B., *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta, 1999.
- Pemerintah Daerah Propinsi Lampung, 1999, *Atlas Sumberdaya Wilayah Pesisir Lampung*
- Pemerintah Daerah Propinsi Lampung, BAPPEDA. 2000. *Rencana Tata Ruang Wilayah Propinsi Lampung*. Bandar Lampung.
- Winchester, S. 2003. *Krakatoa, The Day The World Exploded August 27, 1883*. New York: Harper Collins Publishers Inc, Hal 243 – 258