

# KERENTANAN DAN KAPASITAS RESPON MASYARAKAT KOTA PADANG TERHADAP BAHAYA TSUNAMI

**Herryal Z. Anwar**

**ABSTRAK** Potensi risiko suatu bencana tidak terlepas dari adanya potensi bahaya alam dan kerentanan masyarakat yang berada dalam suatu wilayah. Para ahli memperkirakan Kota Padang merupakan salah satu kota di wilayah Indonesia yang terancam oleh bahaya tsunami berikutnya. Baik Pemerintah Kota maupun masyarakat sudah sangat mengetahui adanya potensi gelombang tsunami yang mengancam Kota Padang. Saat ini telah terpasang sejumlah sirine peringatan dini bahaya tsunami di beberapa lokasi di Kota Padang, yang akan memperingatkan masyarakat jika ada ancaman bahaya tsunami. Kajian ini bertujuan untuk memahami dan memetakan kapasitas respon masyarakat Kota Padang terhadap media peringatan dini dan kerentanannya terhadap ancaman bahaya tsunami dengan menggunakan metoda kuesioner dan FGD. Hasil kajian ini memperlihatkan bahwa pada saat survei dilakukan di Kota Padang pada tahun 2007 – 2009, respon masyarakat tergolong dalam katagori masih belum cukup agar peringatan dini bahaya tsunami menjadi lebih efektif walaupun perlu ditekankan bahwa disisi lain kerentanan masyarakat sudah rendah.

**Kata kunci:** peringatan dini, kesiapan evakuasi, index pengembangan, alat pengambil keputusan

---

Naskah masuk : 9 November 2011  
Naskah diterima : 11 Mei 2012

---

Herryal Z. Anwar  
Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI  
Jl. Sangkuriang Bandung 40135  
Email: herryal.zn@gmail.com

**ABSTRACT** Potential risk of a disaster can not be separated from the potential natural hazards and the vulnerability of the people residing within a region. Experts estimate is that Padang City is one of the city in Indonesia are threatened by the danger of the tsunami. Both the City and the community have been aware of the potential tsunami waves that threaten the city of Padang. Recently, a number of tsunami hazard early warning sirens have been installed at several locations at Padang, which will warn the people if there are a tsunami threat. This study aims to understand and map response capacity the people of Padang toward tsunami early warning system and their vulnerability by using questionnaires and focus group discussion methods. The results of this study show that the category of people response is still not enough for tsunami warning to be more effective, although it should be emphasized that on the other hand the people vulnerability has been low enough, when the survey conducted in Padang City in between 2007 until 2009.

**Key words:** early warning, evacuation readiness, index development, decision-making tool

## PENDAHULUAN

Sudah sangat dipahami oleh berbagai kalangan bahwa Kota Padang, dengan jumlah penduduk sekitar 800 ribu orang, dimana sepertiganya bertempat tinggal atau beraktivitas di daerah pesisir, merupakan salah satu kota di Indonesia yang terancam oleh bahaya tsunami (Satake, 2007.; Mc.Closkey, 2008, Natawijaya, 2009; Taubenböck et al., 2008). Pemerintah Kota bersama masyarakat sudah faham betul adanya bahaya tsunami yang sewaktu-waktu dapat menjadi bencana bagi Kota Padang. Untuk membantu mengurangi risiko bahaya tsunami di Kota Padang pada saat ini sudah terpasang sejumlah alat peringatan dini bahaya tsunami di sejumlah tempat.

Bahaya tsunami yang mengancam Kota Padang dapat dipicu oleh adanya gempa besar yang terjadi di zona megathrust (zona subduksi) pada segmen Mentawai yang sangat berhadapan dengan kota tersebut (Latief, 2006, McCloskey, 2008, Natawijaya, 2006, 2009). Gambar 1 dibawah memperlihatkan peta potensi rendaman tsunami di sebagian daerah urban Kota Padang yang dihasilkan oleh kerjasama Indonesia dan Jerman di bawah payung InaTEWS dan GITEWS.

kesiapan masyarakat untuk melakukan evakuasi. Dengan demikian suatu sistem peringatan dini bahaya tsunami yang berbasis pada masyarakat menjadi sangat penting. Oleh karena itu kemampuan masyarakat untuk merespon peringatan dini menjadi tolok ukur yang sangat penting untuk menentukan keberhasilan suatu perencanaan evakuasi dan juga menjadi tolok ukur keberhasilan atau efektifitas suatu sistem peringatan dini untuk mengurangi risiko

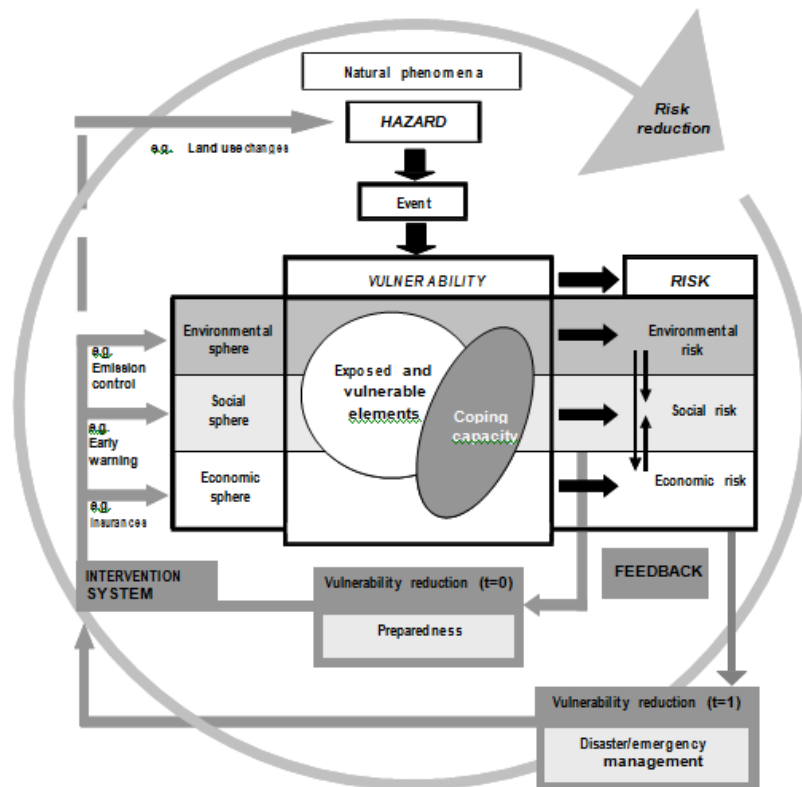


Gambar 1. Potensi bahaya tsunami untuk sebagian daerah urban Kota Padang (Franzius Institute, 2010).

Pada peta di atas terlihat wilayah yang sangat berpotensi akan tergenang jika terjadi tsunami di Kota Padang, yang digambarkan dengan warna biru tua. Variasi rendaman (inundasi) bahaya tsunami dicirikan oleh gradasi warna biru muda hingga gelap untuk ketinggian rendaman antara 0.1 m hingga 9 m. Waktu tiba gelombang tsunami untuk mencapai pantai diperkirakan oleh banyak peneliti akan sangat singkat berkisar antara 30 – 40 menit (Latief, 2006, McCloskey, 2008, Natawijaya, 2006, 2009).

Waktu tiba gelombang tsunami yang singkat serta luasnya wilayah yang berpotensi akan tergenang, membutuhkan respon cepat masyarakat terhadap peringatan dini, perencanaan serta

bencana tsunami. Untuk dapat memahami hal tersebut potensi masyarakat dalam merespon sistem peringatan dini, yang telah ditempatkan di sejumlah lokasi di Kota Padang, menjadi perlu untuk dipetakan. Di sisi lain kerentanan masyarakat terhadap bahaya tsunami memiliki peran yang cukup penting pula dalam menentukan efektifitas media peringatan dini (Sorensen, 2000). Kerentanan sangat erat hubungannya dengan kondisi sosial, ekonomi dan fisik masyarakat yang berpengaruh terhadap persepsi, komunikasi atau tingkat ancaman bencana, serta terhadap perencanaan sistem evakuasi (Little, 2007,).



Gambar 2. Konsep kerentanan BBC (Birkmann, 2006)

### Kerangka kerja kajian kerentanan

Keterkaitan antara kerentanan masyarakat terhadap bencana alam telah banyak dibahas dan dikaji oleh sejumlah peneliti diantaranya oleh Twigg (2001), Miletti (2003), Cutter (2003), Cardona (2006), Wisner (2004) dan Birkmann (2006 dan 2008), yang antara lain menekankan perlunya dilakukan kajian kerentanan masyarakat dalam lingkup mikro untuk menentukan tingkat risiko yang akan dihadapinya. Birkmann (2006) yang mempublikasikan kerangka kerja BBC untuk kajian kerentanan mengaitkan pengurangan risiko bencana dengan adanya usaha-usaha peningkatan kapasitas masyarakat. (Gambar 2).

Sejumlah lembaga dan peneliti telah merumuskan pula kerangka kerja untuk kajian kerentanan, walaupun terdapat pula sejumlah persepsi yang berbeda dalam memandang kerentanan itu sendiri (Adger et al., 2006; Wisner, 2004, UN-ISDR, 2004). Peneliti di bidang pengetahuan alam lebih berkonsentrasi pada konsep fenomena alam yang menyebabkan risiko, sedangkan peneliti-peneliti kelompok sosial lebih mempermasalahkan

kerentanan yang lebih diwakili oleh kondisi sosial-ekonomi masyarakat yang dapat mengakibatkan suatu risiko bencana. Permasalahan yang juga muncul adalah terbatasnya data-data pendukung untuk mengkuantifikasi aspek-aspek sosial dalam kajian kerentanan masyarakat (Cardona ; 2006, Cutter, 2003). Oleh karena itu kajian kerentanan selain perlu didukung oleh data-data lainnya juga harus dirancang sesuai dengan tujuannya (Birkmann, 2008). Seperti yang diutarakan oleh Bankoff (2004) dalam Birkmann (2008) bahwa kajian kerentanan pada dasarnya harus dapat mempengaruhi kebijakan-kebijakan dan perencanaan pembangunan nasional.

Suatu risiko bencana yang dapat merugikan sangat dipengaruhi selain oleh intensitas atau *magnitude* bahaya alam yang mengancam suatu wilayah juga oleh tingkat kerentanan manusia yang terpapar oleh bahaya alam tersebut (UN-ISDR, 2004). Definisi ini tentu akan membedakan besar kecilnya suatu ancaman risiko bahaya alam pada suatu wilayah. Suatu bahaya alam, misalkan gempa bumi, yang terjadi pada daerah yang berpenduduk jarang tentu akan berbeda pula dampaknya jika terjadi pada daerah yang

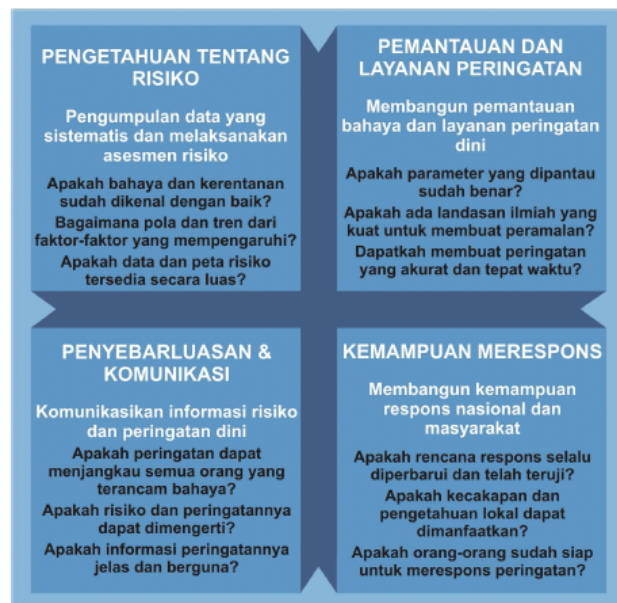
berpenduduk padat. Jadi dapat dikatakan bahwa faktor keberadaan manusia dan infrastruktur yang terpapar terhadap bahaya memegang peranan penting dalam menentukan besar kecilnya suatu kerugian sosial yang disebabkan oleh suatu bahaya alam. Keterpaparan manusia atau infrastruktur tersebut disebut sebagai kerentanan (UN-ISDR, 2004). Sedangkan istilah bencana (disaster) didefinisikan sebagai gangguan serius pada masyarakat yang mengakibatkan kerugian-kerugian pada manusia, harta benda, ekonomi atau lingkungan, yang melebihi kemampuannya untuk mengurangi kerugian tersebut. Dengan demikian suatu bencana merupakan suatu proses dari risiko yang diakibatkan oleh adanya interaksi antara bahaya alam dan kerentanan serta rendahnya kapasitas masyarakat untuk memperkecil dampak negatif yang diakibatkan oleh suatu bencana. Selain kerentanan sosial tentu termasuk pula kerentanan ekonomi, fisik dan juga lingkungan.

Namun demikian, tidak selamanya wilayah yang padat penduduknya jika terancam oleh suatu bahaya alam akan mengakibatkan risiko yang besar dibandingkan dengan wilayah yang berpenduduk jarang. Kapasitas (*capacity*) yang ada pada suatu komunitas atau masyarakat untuk memperkecil dampak negatif bencana tersebut, jika dikelola dengan baik (*coping capacity*), dapat pula berperan untuk mengurangi kerentanannya sehingga pada akhirnya dapat memperkecil tingkat risiko bencana yang terjadi. Jadi, kerentanan masyarakat terhadap bahaya alam dapat diminimalisir jika kemampuannya dapat ditingkatkan (Birkmann, 2008). Kapasitas ini dapat diartikan sebagai suatu potensi atau sumberdaya sosial, ekonomi, fisik atau kelembagaan. Pengelolaan kapasitas ini dilakukan baik dalam keadaan tidak ada bencana ataupun pada saat bencana. Konsep ini kemudian dijadikan dasar untuk membangun kerangka kerja BBC (Bogardi, Birkmann dan Cordona) dalam menganalisis risiko suatu bencana.

**Kerentanan masyarakat dan peringatan dini bahaya tsunami**

Tujuan dari suatu sistem peringatan dini bahaya alam adalah untuk memberitahukan pada masyarakat bahwa dalam waktu yang sangat singkat ada ancaman bahaya alam dan agar masyarakat dapat menyelamatkan dirinya ke

tempat yang lebih aman sesegera mungkin (Villagran de Leon, 2006). Dengan demikian saat-saat yang sangat rentan dalam proses peringatan dini adalah ketika isi peringatan tersebut dapat dimengerti atau dipahami sehingga dapat direspon dengan baik oleh masyarakat (Anwar, 2011). Gambar 3 memperlihatkan konsep dari suatu sistem peringatan dini UN-ISDR (2006) yang juga dapat diimplementasikan untuk berbagai bahaya alam.



Gambar 3. Konsep dan kerangka kerja sistem peringatan dini UN-ISDR (2006)

Pembangunan suatu sistem peringatan dini menjadi perhatian pula dalam kesepakatan Hyogo Framework for Action (HFA) dan menjadi rekomendasi yang di keluarkan oleh UNESCO melalui IOC-TEWS (*Indian Ocean Tsunami Early Warning Systems*), suatu forum “*Intergovernmental*” antar egera-negara di seputar Lautan Hindia yang memanfaatkan sistem peringatan dini bahaya tsunami. Sistem peringatan dini ini, yang menggunakan teknologi modern dengan berbagai sensor yang terpasang di lautan dan di darat telah terpasang di sejumlah kawasan di Indonesia. Di Indonesia sistem peringatan dini diresmikan penggunaannya sejak tahun 2008 dan dikenal dengan nama InaTEWS. Gambar 4 memperlihatkan salah satu sirine peringatan dini yang ditempatkan di salah satu titik di Kota Padang.



Gambar 4. Sirine peringatan dini yang terpasang di suatu wilayah di Kota Padang (Anwar 2011)

Namun demikian seperti yang dinyatakan oleh UN-ISDR di atas bahwa efektivitas peringatan dini tsunami ini sangat ditentukan pula oleh aspek penyampaian informasi (diseminasi) peringatan tersebut kepada masyarakat dan respon yang akan diberikan oleh masyarakat setelah menerima peringatan tersebut.

Waktu tiba gelombang tsunami yang sangat singkat di hampir seluruh wilayah nusantara menyebabkan waktu untuk melakukan evakuasi menjadi sangat singkat (Latief, 2006, McCloskey, 2008, Natawijaya, 2006, 2009). Oleh karena itu diperlukan respon yang tepat agar masyarakat dapat mencapai tempat perlindungan dalam waktu yang lebih singkat (Anwar, 2011). Parameter lainnya yang juga mempengaruhi waktu untuk mencapai “*shelter*” adalah ketersediaan jalur-jalur evakuasi yang pendek dan dapat menampung jumlah masyarakat yang melakukan evakuasi. Disamping itu kapasitas dan kualitas tempat evakuasi tentu juga menjadi parameter yang sangat menentukan keberhasilan suatu evakuasi.

### **Peringatan dini bahaya tsunami dan perencanaan evakuasi**

Ketika menghadapi kondisi darurat yang skala intensitasnya kecil maka respon yang diberikan manusia masih terbatas dan jika intensitas bencana yang terjadi lebih besar akan dibutuhkan tingkat respon yang lebih besar pula. Oleh karena itu efektifitas suatu sistem peringatan dini bahaya tsunami sangat ditentukan oleh tingkat responsif atau antisipasi yang diberikan oleh masyarakat (Anwar, 2011).

Dengan demikian maka efektivitas suatu sistem peringatan dini tidak hanya bertumpu pada ilmu pengetahuan dan teknologi saja, akan tetapi juga harus memfokuskan perhatiannya pada masyarakat yang terpapar oleh bahaya dan menghubungkan seluruh faktor yang berkaitan dengan risiko yang akan terjadi, apakah itu berasal dari bahaya alam ataupun kerentanan masyarakat (Bashier, 2006). Tolok ukurnya adalah ketika manusia mendengarkan peringatan tersebut maka dalam waktu singkat manusia tersebut dapat menyelamatkan dirinya atau melakukan evakuasi ke tempat yang lebih aman. Seperti yang sudah diketahui bahwa manusia cenderung akan menjadi korban apabila dia tidak dapat menyelamatkan dirinya ketika terjadi bencana. Dengan demikian selain pentingnya pemasangan atau penyediaan alat peringatan dini bahaya tsunami maka respon yang diberikan terhadap media tersebut harus pula mendapat perhatian. Sehubungan dengan hal tersebut, tulisan ini difokuskan pada kajian kapasitas respon masyarakat Kota Padang terhadap media peringatan dini bahaya tsunami dan kerentanannya berdasarkan survai kerentanan dan respon keluarga terhadap sistem peringatan dini dalam mengantisipasi ancaman bahaya tsunami, yang telah dilakukan sejak tahun 2007 hingga 2009 di sejumlah lokasi di Indonesia, diantaranya di Kota Padang (Anwar, 2008). Kajian ini dilakukan berdasarkan kerangka kerja BBC. Gambar 2 memperlihatkan diagram kerangka kerja BBC.

### **METODOLOGI**

Kajian ini dilakukan berdasarkan survai kuesioner rumah tangga dan FGD untuk kelompok masyarakat yang terpapar oleh bahaya

tsunami di Kota Padang. Pengambilan conto di wilayah survai dilakukan berdasarkan metoda *purposive sampling*, yang berada pada perkiraan wilayah jangkauan rendaman (*inundation*) gelombang tsunami di darat, dengan mengacu kepada peta awal rendaman gelombang tsunami di Kota Padang, yang dibuat oleh Franzius Institute, Jerman tahun 2007. Secara administrasi kewilayahan, wilayah survai berada pada 22 kelurahan (di 5 kecamatan Kota Padang) yang terpapar oleh bahaya tsunami dengan sekitar 1200 responden rumah tangga yang ditentukan secara acak (Anwar, 2011). Jarak maksimum wilayah sampling adalah rata-rata sekitar 3 KM dari pantai kearah Timur Kota Padang. Survai dilakukan dalam kerangka kerja GITEWS (German – Indonesia *Tsunami Early Warning System*), dalam kurun waktu tahun 2006 – 2009.

Untuk mengetahui respon masyarakat terhadap peringatan bahaya tsunami dan terhadap perencanaan evakuasi, dalam kajian ini dikembangkan suatu konsep kajian kerentanan dan respon masyarakat terhadap peringatan dini. Gambar 5 memperlihatkan konsep (*conceptual framework*) yang dikembangkan dalam penelitian ini. Berdasarkan indikator tersebut dalam kajian

ini dikembangkan sejumlah kriteria penting untuk mengukur respon masyarakat (*Re*) terhadap peringatan dini dan kerentanan terhadap ancaman gelombang tsunami (*Ke*), berdasarkan kerangka kerja BBC dan rantai peringatan dini UN-ISDR. Sedangkan setiap kriteria terdiri dari sejumlah pertanyaan spesifik dalam lembar kuestioner yang memiliki sejumlah pilihan jawaban. Jawaban untuk setiap pertanyaan kemudian dikelompokkan dalam jawaban yang bersifat positif yaitu yang sesuai dengan kriteria dan jawaban yang bersifat negatif adalah yang tidak sesuai dengan kriteria. Sebagai contoh adalah pemahaman terhadap tanda-tanda alam bahaya tsunami. Jawaban yang diperoleh kemudian dihitung secara statistik.

Dalam analisis data kuestioner tersebut setiap pertanyaan diberikan bobot dengan rentang tertentu, maksimal 5 hingga minimal 1. Hal yang sama juga diberikan kepada setiap jawaban kuestioner. Hasil yang diperoleh kemudian dihitung secara statistik yang hasilnya diperlihatkan pada Gambar 6, 7 dan 8 serta pada Tabel 2. Sedangkan kriteria-kriteria yang dikembangkan dalam kajian ini untuk mengukur respon masyarakat (*Re*) terdiri dari :



Gambar 5. Konsep kajian penentuan respon dan kerentanan masyarakat terhadap peringatan dini bahaya tsunami di Kota Padang.

**Tabel 1. Klasifikasi indeks respon terhadap peringatan dini dan kerentanan masyarakat (Dilley, M,2005),**

Indeks	Klasifikasi
0 - 1	Rendah sekali
1 - 2	Rendah
2 - 3	Sedang
3 - 4	Tinggi
4 - 5	Tinggi sekali

1. Pemahaman (*I1*)

Adalah pemahaman terhadap bahaya tsunami yang diperoleh baik secara otodidak berdasarkan indikator pengalaman atau kejadian yang pernah terjadi sebelumnya atau informasi yang pernah diperoleh melalui media atau melalui pengetahuan tradisional (local wisdom) melalui komunikasi sesama warga. Juga yang diperoleh baik melalui pendidikan formal maupun non-formal, seperti keikutsertaannya dalam diklat kebencanaan atau pernah mengikuti sosialisasi yang diselenggarakan oleh pemerintah maupun LSM atau pernah mengikuti simulasi bahaya btsunami.

2. Kewaspadaan-kesadaran (*I2*)

Adalah kepedulian terhadap adanya ancaman bahaya tsunami dan dampak yang mungkin ditimbulkan. Indikatornya adalah kesadaran bahwa gelombang tsunami sangat membahayakan jiwa manusia dan merusak dan berpotensi untuk terjadi di Kota Padang.

3. Akses informasi (*I3*)

Kriteria ini untuk mengetahui akses atau tersedianya media informasi di masing – masing rumah tangga seperti media elektronik, yang dapat memberikan peringatan adanya potensi bahaya tsunami yang mengancam sehingga dapat berfungsi sebagai media peringatan dini adanya ancaman bahaya tsunami.

4. Penerimaan peringatan dini (*I4*)

Adalah akses penerimaan peringatan dini yang dikeluarkan secara resmi oleh lembaga yang

bertanggung jawab. Indikator ini untuk mengetahui pengalaman masyarakat dalam menerima peringatan dini bahaya tsunami berasal dari sirine-sirine yang sudah terpasang di beberapa tempat di Kota Padang juga untuk mengetahui kualitas sirine tersebut.

5. Kesiapan evakuasi (*I5*)

Adalah respon yang dapat diberikan oleh seseorang terhadap adanya pemberitahuan atau peringatan dini bahaya tsunami. Indikatornya adalah kemampuan masyarakat untuk menyelamatkan dirinya dalam waktu tertentu setelah menerima peringatan.

Indeks respon (*Re*) diperoleh dengan merata-ratakan hasil setiap kriteria diatas (persamaan 1) untuk setiap wilayah kelurahan yang disurvei. Untuk menggambarkan indeks respon untuk Kota Padang, indeks respon untuk setiap kelurahan kemudian dikelompokkan dalam lima kelas, mulai dari rendah sekali hingga tinggi sekali Untuk mengetahui klasifikasi indeks respon dan kerentanan masyarakat pada setiap wilayah survai, maka dalam kajian ini masing-masing kriteria diatas dibagi dalam 5 kelompok. Tabel 1 memperlihatkan pembagian kelas indeks respon dan kerentanan masyarakat yang diadopsi berdasarkan klasifikasi indeks risiko bencana World Bank (Dilley, M., 2005).

Persamaan (1) digunakan untuk menghitung indeks respon masyarakat (*Re*) terhadap peringatan dini untuk setiap kelurahan yang disurvei.

$$Re = \frac{I1 + I2 + \dots + I5}{5} \tag{1}$$

Cara yang sama juga digunakan untuk mengukur indeks kerentanan masyarakat dengan kriteria- kriteria dibawah.

Dalam kajian ini kriteria kerentanan masyarakat terdiri dari kerentanan sosial, ekonomi dan fisik. Sama halnya dengan kriteria respon masyarakat terhadap peringatan dini (**Re**). Lebih jauh, kriteria kerentanan tersebut meliputi :

1. Kerentanan sosial (**K1**)  
Adalah kerentanan sosial rumah tangga terhadap ancaman bahaya tsunami, seperti gender, usia, pendidikan dan kemiskinan.
2. Kerentanan ekonomi (**K2**)  
Adalah kerentanan ekonomi rumah tangga terhadap ancaman bahaya tsunami, dalam ukuran kesejahteraan
3. Kerentanan fisik (**K3**)  
Adalah kerentanan fisik hunian atau rumah terhadap bahaya tsunami seperti jarak terhadap bibir pantai atau sungai, ketinggian (elevation), konstruksi rumah

Begitu pula untuk mengukur indeks kerentanan masyarakat (**Ke**) adalah rata-rata dari kriteria- kriteria kerentanan diatas (persamaan (2)) :

$$Ke = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3} \quad (2)$$

Persamaan (3) memperlihatkan keterkaitan antara aspek bahaya alam (H), kerentanan (Ke) dan kapasitas (K)

Tabel 1 juga digunakan untuk menentukan klasifikasi tingkat kerentanan masyarakat .

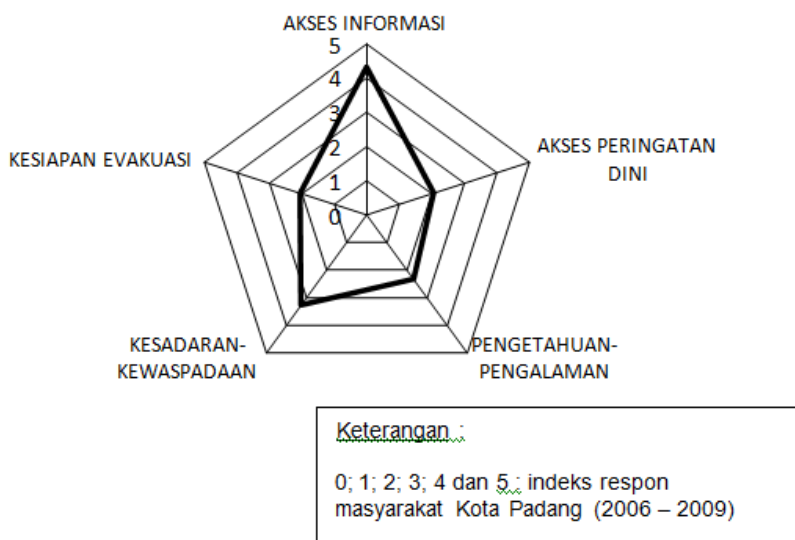
### HASIL

Analisis kapasitas respon (**Re**) masyarakat Kota Padang terhadap sistem peringatan dini (untuk kriteria-kriteria akses informasi, akses pringatan dini, pengetahuan-pengalaman, kesadaran-kewaspadaan dan kesiapan evakuasi) diperlihatkan pada diagram dibawah (Gambar 6). Indeks pada diagram memperlihatkan klasifikasi untuk setiap kriteria.

Sedangkan Gambar 7 memperlihatkan hasil kajian kerentanan masyarakat terhadap bahaya tsunami yang terdiri dari kerentanan sosial, ekonomi dan fisik.

Sedangkan Gambar 8 memperlihatkan kesiapan masyarakat untuk melakukan evakuasi berdasarkan gender pada kelurahan Kelurahan Pasie Nan Tigo (Kec. Koto Tengah) dan Air Tawar Barat (Kec. Padang Utara).

Tabel 2 memperlihatkan hasil perhitungan dan klasifikasi kapasitas respon dan kerentanan masyarakat Kota Padang, digambarkan dalam diagram pada Gambar 6 dan 7, pada saat dilakukan kajian antara tahun 2007 – 2009.

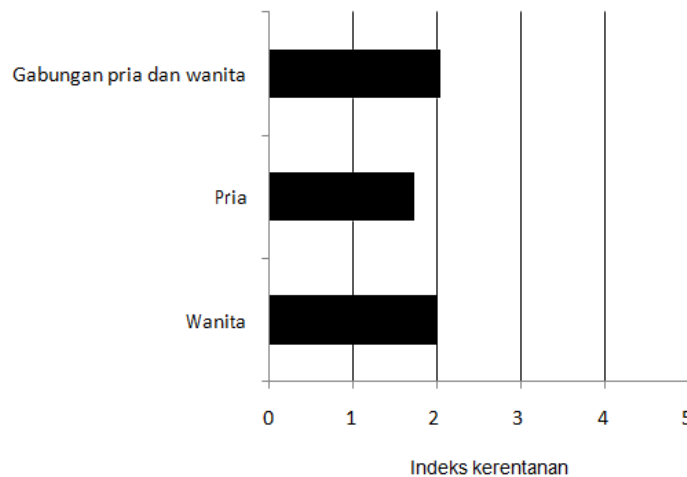


Gambar 6. Klasifikasi Respon masyarakat terhadap peringatan dini bahaya tsunami di Kota Padang tahun 2006 – 2009.





Gambar 7. Klasifikasi kerentanan masyarakat terhadap peringatan dini bahaya tsunami di Kota Padang tahun 2006 – 2009.



Gambar 8. Kerentanan masyarakat terhadap peringatan dini bahaya tsunami di Kota Padang tahun 2006 – 2009.

Tabel 2. Indeks dan klasifikasi kapasitas respon dan kerentanan masyarakat Kota Padang terhadap bahaya tsunami tahun 2007 - 2009.

No.	Kriteria	Indeks	Klasifikasi
<b>A. KAPASITAS RESPON</b>			
1	AKSES INFORMASI	4.32	Tinggi sekali
2	AKSES PERINGATAN DINI	2.06	Sedang-rendah
3	PENGETAHUAN-PENGALAMAN	2.45	Sedang
4	KESADARAN-KEWASPADAAN	3.27	Tinggi
5	KESIAPAN EVAKUASI	2.05	Sedang-rendah
<b>B. KERENTANAN</b>			
1	KERENTANAN SOSIAL	1.35	Rendah
2	KERENTANAN EKONOMI	0.73	Rendah sekali
3	KERENTANAN FISIK	3.44	Tinggi

## DISKUSI

Bencana tsunami katastrofik yang terjadi pada tahun 2004 lalu telah merenggut lebih dari 250 juta jiwa manusia baik yang berada di Provinsi Aceh Darussalam maupun di wilayah pesisir negara-negara yang berada di seputar Lautan Hindia. Penyebab besarnya jumlah korban bencana tersebut diantaranya adalah belum adanya kesiapan dan kewaspadaan masyarakat terhadap bahaya tsunami. Hal ini antara lain disebabkan masih sangat minimnya pembelajaran dari bencana-bencana alam termasuk tsunami yang pernah terjadi sebelumnya di wilayah Indonesia. Disamping itu pada saat kejadian tersebut belum tersedia media peringatan dini yang dapat memberitahukan adanya ancaman bahaya tsunami (Anwar, 2006). Pembangunan sistem peringatan dini bahaya tsunami di Lautan Hindia (Ina TEWS) merupakan salah satu agenda PBB yang telah diresmikan pemakaiannya pada tahun 2008 yang lalu. Penyebab lainnya masih tingginya kerentanan masyarakat dan rendahnya kapasitas masyarakat terutama terhadap bahaya tsunami.

Indeks kerentanan masyarakat pesisir Kota Padang memperlihatkan angka yang bervariasi antara kerentanan sosial, ekonomi dan fisik. Kerentanan sosial masyarakat terbilang rendah berdasarkan demografi masyarakat yang terpapar, yaitu faktor kepadatan penduduk, usia dan gender. Kerentanan berhubungan secara linier dengan tingkat risiko yang akan diterima. Oleh karena itu kerentanan yang rendah mencerminkan pula tingkat risiko yang juga rendah.

Begitu pula dengan kerentanan ekonomi yang secara keseluruhan juga rendah berdasarkan faktor jenis rumah yang dimiliki, pendapatan dan masyarakat penerima bantuan yang juga cukup rendah. Kondisi ini menggambarkan bahwa risiko bencana tsunami secara sosial dan ekonomi yang akan dialami masyarakat terbilang rendah. Hasil FGD menunjukkan budaya kekerabatan masyarakat Minang juga mempengaruhi rendahnya kerentanan sosial. Namun demikian hasil kajian memperlihatkan adanya perbedaan dengan kerentanan fisik, banyaknya warga masyarakat yang bermukim dekat dengan pantai dan sungai, terutama nelayan atau pemukiman masyarakat lainnya, mengakibatkan kerentanan

fisik menjadi tinggi. Disamping itu banyaknya konstruksi rumah yang rentan terhadap gempa dan tsunami yang tersebar dipesisir pantai juga mengakibatkan kerentanan fisik yang tinggi. Dalam hal ini kerentanan lingkungan wilayah pesisir juga tinggi berdasarkan topografi yang rendah dan banyaknya wilayah yang sudah terbuka. Sebaliknya kondisi ini menggambarkan bahwa risiko secara fisik atau lingkungan yang dapat dialami oleh masyarakat terhadap bahaya tsunami sangat tinggi.

Dengan telah diresmikan pemakaian media peringatan dini tsunami berikut perangkat komunikasinya berupa sirine yang telah terpasang di sejumlah tempat daerah rawan tsunami di wilayah Nusantara, diharapkan peralatan tersebut dapat berlaku efektif untuk mengurangi risiko tsunami. Namun disamping itu tentu kontribusi faktor kerentanan dan respon masyarakat menjadi sangat penting agar peringatan dini ini dapat efektif untuk mengurangi risiko bencana tsunami.

Pengalaman merupakan guru yang terbaik. Agaknya pepatah ini berlaku juga dalam bidang kebencanaan. Untuk wilayah-wilayah yang pernah terkena dampak tsunami tahun 2004 yang lalu atau daerah lainnya di wilayah Indonesia yang pernah terkena dampak tsunami, bencana yang terjadi tentu merupakan pembelajaran yang sangat berharga untuk kelak dapat mengurangi atau mereduksi dampaknya bila terjadi kembali dimasa depan. Pembelajaran tersebut dapat berlangsung turun temurun. Namun untuk masyarakat yang berada wilayah-wilayah lainnya yang hanya mengetahui atau menyaksikan kejadian tersebut melalui media masa (elektronik atau cetak) pembelajaran yang diperoleh tentu akan berbeda kadarnya. Oleh karena itu untuk Kota Padang yang diperkirakan akan terkena dampak bahaya tsunami di masa depan tentu sangat diharapkan masyarakatnya memiliki kesiapan yang baik melalui pembelajaran yang diperoleh dari sosialisasi- sosialisasi bencana tsunami yang dilakukan secara berkesinambungan. Media peringatan dini yang telah terpasang tentu harus diikuti dengan respon yang tepat oleh masyarakat dan juga Pemerintah Daerah agar peringatan tersebut menjadi efektif selain tentu harus diiringi pula dengan mereduksi kerentanan warga masyarakat terhadap bahaya tsunami.

Hasil kajian respon masyarakat terhadap peringatan dini yang dilakukan antara tahun 2007 – 2009 di Kota Padang memperlihatkan faktor terpenting adalah suara sirine peringatan harus dapat diterima oleh seluruh masyarakat yang terpapar oleh bahaya tsunami dan ketepatan waktu saat sirine tersebut berbunyi. Respon masyarakat terhadap peringatan dini bahaya tsunami masih rendah yang hanya memiliki indeks 2 dari maksimal 5 (Tabel 1 dan 2). Hal ini mencerminkan bahwa sirine tersebut ketika survai ini dilakukan hanya dapat didengar oleh sekitar 40 % penduduk yang mendiami daerah survai. Sebagai ilustrasi, hingga saat ini baru terdapat sekitar 6 buah sirine peringatan dini untuk seluruh wilayah Provinsi Sumatra Barat. Menurut pemerintah setempat agar sirine ini berfungsi efektif keseluruhannya dibutuhkan sekitar 600 buah sirine untuk menjangkau seluruh wilayah Provinsi Sumatra Barat yang terpapar (Tempo, 2011). Jika diasumsikan cakupan efektif sirine tersebut berada pada radius sekitar 3 KM, maka setidaknya untuk wilayah yang “sangat terpapar” oleh bahaya tsunami di Kota Padang saja, berdasarkan peta bahaya tsunami, yang luasnya keseluruhan sekurang-kurangnya sekitar 280 KM<sup>2</sup> dibutuhkan paling tidak sekitar 11 sirine. Selain kuantitas tentu kualitas sirine tersebut harus pula mendapat perhatian dan penempatan sirine juga harus juga mempertimbangkan masyarakat yang terpapar agar dapat direspon dengan baik. Untuk selanjutnya peringatan tersebut harus diikuti dengan tindakan untuk melakukan evakuasi. Hasil kajian sebelumnya (Anwar, 2011) memperlihatkan bahwa indeks kesiapan masyarakat masih berada pada kategori rendah hingga sedang (2.05) terhadap tindakan evakuasi. Hal ini antara lain masih terbatasnya sirine yang telah terpasang pada waktu itu dan masih belum tersedianya lokasi (*shelter*) untuk evakuasi yang terjangkau. Selain kualitas suara sirine juga pesan-pesan yang disampaikan oleh peringatan tersebut harus dapat dipahami, artinya masyarakat yang mendengarkannya dapat membedakan dengan suara-suara sirine lainnya. Setelah dapat dipahami atau dimengerti tentu selanjutnya harus diikuti oleh tindakan yang harus dilakukan. Pemahaman lokasi evakuasi (*shelter*) dan jalur

tersingkat yang harus ditempuh menjadi hal yang terpenting. Morfologi wilayah pesisir Kota Padang yang datar dengan ketinggian kurang dari 5 meter, mengakibatkan tempat evakuasi atau shelter harus tersedia secara vertikal. Berdasarkan peta bahaya tsunami, jika ketinggian gelombang tsunami < 3 meter di pantai maka rendaman hanya mencakup wilayah terbatas disekitar pantai sehingga bangunan evakuasi vertikal harus berada disekitar wilayah tersebut. Jika ketinggian gelombang tsunami lebih dari 3 meter maka rendamannya akan mencakup daerah yang cukup luas sehingga bangunan evakuasi harus direncanakan berada disekitar konsentrasi masyarakat yang terpapar. Diperkirakan elevasi yang berbahaya di Kota Padang berada diantara ketinggian 2.5 – 5 hingga 9 meter untuk topografi tertentu (Latief 2006) oleh karena itu disumsikan bangunan yang memiliki lantai  $\geq 3$  diperkirakan cukup aman dari rendaman tsunami di Kota Padang. Permasalahan lainnya yang muncul adalah pembagian tugas dan tanggung jawab antara Pemerintah Pusat dalam hal ini BMKG dan daerah (BPBD) mulai dari diteksi dini adanya ancaman bahaya tsunami hingga ke penyebaran (diseminasi) informasi tersebut kepada masyarakat.

Pada tahun 2009 yang lalu LIPI telah melakukan kajian lokasi evakuasi vertikal (Yunarto, 2009) di Kota Padang dengan memanfaatkan bangunan bertingkat  $\geq 3$  lantai sebagai tempat evakuasi vertikal. Pada saat itu sekitar 60 buah bangunan diperkirakan dapat digunakan sebagai lokasi evakuasi vertikal dengan kapasitas yang bervariasi. Namun gempa yang bersekala 7.9 R yang terjadi di Kota Padang pada akhir tahun 2009 telah menghancurkan sekitar 60 % bangunan tersebut, sehingga tidak layak lagi untuk digunakan sebagai lokasi shelter vertikal. Oleh karena itu Pemerintah harus membangun bangunan khusus (*shelter*) sebagai tempat evakuasi vertikal. Sedangkan kapasitas ruangan *shelter* dapat disesuaikan dengan jumlah masyarakat yang harus diungsikan pada *shelter* tersebut. Gambar 9 memperlihatkan *shelter* yang sudah terbangun pada saat ini di Kota Padang, yang dikombinasikan dengan bangunan sekolah (SMAN I, Padang).



Gambar 9. Bangunan *shelter* di SMAN I Kota Padang (Anwar)

Ketika terjadi gempa yang memicu tsunami, murid dan masyarakat sekitar dapat mengungsi pada bangunan tersebut. Namun demikian bangunan *shelter* tersebut masih sangat terbatas jumlahnya, sehingga masih diperlukan lebih banyak lagi *shelter* yang harus dibangun pada lokasi tempat konsentrasi masyarakat.

Berdasarkan kajian sebelumnya (Anwar, 2011), singkatnya waktu tiba gelombang tsunami ke darat ( $< 30$  menit), hanya memberikan kesempatan bagi warga yang berada di daerah bahaya untuk menempuh jarak maksimal sekitar 750 meter agar dapat mencapai lokasi evakuasi. Perkiraan jarak tempuh tersebut berdasarkan asumsi bahwa kecepatan orang berjalan dalam kerumunan massa berkisar 3 KM per jam atau 0.9 meter/detik (Sugimoto, 2003; Klüpfel, H.L., 2003) dan jika pengungsian mulai dilakukan setelah adanya sirine peringatan dini dan dengan mempertimbangkan kecepatan arus tsunami di darat sebesar 8 m/det atau 27.8 km/jam Grilli (2007). Keseluruhan aspek tersebut sangat berkaitan dengan kesiapan masyarakat agar sirine peringatan dapat efektif. Hasil kajian ini memperlihatkan indeks akses peringatan peringatan dini masyarakat Kota Padang masih dikategorikan rendah hingga sedang yaitu 2.05 dalam skala 5. Hal ini disebabkan masih minimnya jumlah sirine peringatan dini yang tersedia, seperti yang telah diuraikan diatas.

Kriteria lainnya yang juga sangat berperan dalam menentukan respon terhadap peringatan dini adalah kesadaran-kewaspadaan masyarakat terhadap ancaman bahaya tsunami di Kota Padang. Masyarakat dituntut untuk memahami potensi bencana yang dapat terjadi di Kota Padang

dan dampak yang dapat diakibatkannya. Hal ini dapat dibangkitkan melalui sosialisasi atau diklat dll. Namun aspek ini akan menjadi kritis apabila kesadaran masyarakat menjadi rendah yang diakibatkan oleh karena dalam waktu sekian lama tidak pernah terjadi bencana.

Hasil kajian memperlihatkan nilai indeks aspek kesadaran dan kewaspadaan masyarakat 3.27 dalam skala 5, yang dikategorikan sebagai tinggi atau cukup baik. Sejumlah gempa yang tidak memicu tsunami yang terjadi belakangan ini di Kota Padang diduga menambah kewaspadaan dan kesadaran masyarakat. Namun demikian hal ini dapat pula memberikan efek negatif, yaitu kecenderungan seperti ini menjadi semacam kejadian-kejadian rutin sehingga dapat pula mengakibatkan berkurangnya kewaspadaan warga terhadap bahaya tsunami. Oleh karena itu diperlukan sosialisdasi yang harus dilakukan secara terus menerus atau berkelanjutan.

Aspek pengetahuan atau pengalaman memberikan kontribusi yang cukup besar dalam meningkatkan kapasitas respon masyarakat, sehingga kerentanannya menjadi kecil. Yang dimaksudkan dengan pengetahuan adalah pemahaman terhadap bahaya tsunami. Pengetahuan ini dapat diperoleh secara formal atau secara non-formal misalkan melalui keikutsertaannya dalam sosialisasi bahaya tsunami. Bahkan dapat diperoleh pula berdasarkan pengalaman sebelumnya yang menjadi pembelajaran bagi seseorang. Pembelajaran ini selain diperlukan bagi pengelolaan bencana dimasa datang juga bagi warga masyarakat dapat meningkatkan ketahanannya (*resilient*) pada saat bencana tersebut terjadi lagi. Seperti mempelajari tanda-tanda alam yang berhubungan dengan bencana tersebut. Pemahaman masyarakat terhadap bahaya tsunami dikaji dengan menggunakan indikator pemahaman terhadap tanda-tanda alam sebelum tsunami terjadi, yang dapat diperoleh melalui informasi-informasi yang diberikan oleh media elektronik maupun cetak dll. Jawaban responden dalam kuestioner memperlihatkan pada umumnya masyarakat sudah sangat faham betul tanda-tanda alam dan yang dimaksud dengan bahaya tsunami. Namun demikian hampir semua responden belum pernah mengalami bencana tsunami, dan hanya sekitar 12 persen responden yang pernah mengikuti sosialisasi bahaya tsunami. Jawaban responden ini

menggambarkan indeks pemahaman bahaya tsunami masih sedang yaitu 2.32 dalam skala 5. Hal ini mengindikasikan masih diperlukan sosialisasi-sosialisasi bencana tsunami yang berkelanjutan. Seperti uraian diatas kejadian-kejadian bencana yang periode ulangnya berlangsung dalam jangka panjang cenderung dapat juga mengakibatkan hilangnya pembelajaran-pembelajaran yang telah di berikan sebelumnya. Pembelajaran yang diberikan harus dapat merubah presepsi masyarakat tentang pengurangan risiko bencana yang kemudian menjadi budaya bagi masyarakat. Namun demikian merubah suatu budaya bukanlah hal yang mudah. Pembelajaran dapat kita lihat pada program pengurangan risiko bencana di India, Jepang, Venezuela dll. yang memperlihatkan bagaimana suatu pengurangan risiko bencana sudah menjadi semacam tradisi budaya bagi masyarakat.

## KESIMPULAN

Kerentanan sosial dan ekonomi masyarakat Kota Padang terhadap bahaya tsunami pada umumnya sudah cukup baik sedangkan kerentanan fisik masih tinggi. Tingginya kerentanan fisik ini disebabkan banyaknya warga masyarakat yang bermukim atau beraktivitas di daerah bahaya tsunami. Relokasi masyarakat keluar daerah bahaya tsunami dapat menurunkan tingkat kerentanan, namun hal ini bukan merupakan keputusan yang bijak. Alternatif lainnya adalah dengan meningkatkan kapasitas respon masyarakat terhadap sistem peringatan dini termasuk pula penyiapan sarana dan prasarana evakuasi. Secara umum respon masyarakat Kota Padang terhadap peringatan dini masih bervariasi. Sejumlah kriteria sudah dapat dikategorikan baik (tinggi) sedangkan kriteria lainnya masih rendah hingga sedang. Dua kriteria kapasitas respon masyarakat yang masih rendah yaitu berkaitan dengan media peringatan dini dan perencanaan evakuasi. Dengan memperbanyak media peringatan dini dan penyediaan sarana dan prasarana evakuasi diharapkan kapastias respon masyarakat dapat ditingkatkan sehingga risiko ancaman bahaya tsunami dapat diminimalisir. Kajian ini dilakukan antara tahun 2007 – 2009, sedangkan kerentanan dan respon masyarakat terhadap bahaya tsunami bersifat dinamis, oleh karena itu untuk memetakan hal tersebut pada waktu tertentu diperlukan “*up-dating*” dari data-

data yang sudah diperoleh.

## Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, khususnya Pusat Penelitian Oseanografi dan Pusat Penelitian Geoteknologi, yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan kajian risiko dan kerentanan masyarakat terhadap bahaya tsunami di Kota Padang. Penulis juga mengucapkan kepada GITEWS dan rekan-rekan peneliti Jerman dari DLR dan UN University – EHS atas kontribusinya dalam kerjasama penelitian dalam kerangka GITEWS. Juga kepada rekan-rekan peneliti di Puslit Oseanografi dan Puslit Geoteknologi yang telah memberikan saran dan masukan hingga dapat diselesaikannya tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adger, W. N., Hughes, T.P., Folke, C, Carpenter, S.R. and Rockstro`m., J., (2005), *Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters*, Science 309: 1036–1039.
- Adger, W.N, (2006), *Vulnerability*, Journal of Global Environmental Change 16 (2006) 268–281, Science Direct.
- Anwar, H.Z. dan Norio Okada (2006), *Lesson Learned from Indian Ocean Tsunami Catastrophic toward Sustaineble and Integrated Disaster Risk Management*, Proceedings of the International Disaster Reduction Conference (IDRC) Vol.2, Davos, Switzerland, 27 August – 1 September 2006.
- Anwar, H.Z., (2008), *Role of Community Vulnerability at Local Level and Its Contribution to Tsunami Risk in Indonesia : Study Case at Padang Municipality*, Proceedings of International Conference on Tsunami Warning (ICTW) Bali, Indonesia, November 12-14, 2008.
- Anwar, H.Z., (2011), *Fungsi Kesiapan Masyarakat terhadap Peringatan Dini Bahaya Tsunami : Studi Kasus di Kota Padang*, *Jurnal Riset - Geologi dan Pertambangan*, Vol. 21, No.2, 2011.
- Bankoff, G., Frerks, G., Hilhorst, D. (Eds.) (2004). “*Mapping Vulnerability. Disaster*,

- Development and People*”, 1 Edition, Earthscan. London, 2006
- Basher, R., (2006), *Global Early Warning Systems for Natural Hazards: Systematic and People Centered*, Phil. Trans. R. Soc. A 2006 364, 2167-2182 doi: 10.1098/rsta.2006.1819, <http://rsta.royalsocietypublishing.org/subscriptions> - December 21, 2011
- Birkmann, J., (2006), Measuring Vulnerability to Promote Disaster-resilient Societies: Conceptual Frameworks and Definitions, in *Measuring Vulnerability to Natural Hazards towards disaster resilience societies* Ed by Joern Birkmann, United Nations University Press.
- Birkmann, J., (2008), *Socio-Economic Vulnerability Assessment at the Local Level in Context of Tsunami Early Warning and Evacuation Planning in the City of Padang, West Sumatra*, Proceedings of International Conference on Tsunami Warning (ICTW) Bali, Indonesia, November 12-14, 2008
- Cardona, O. D. (2006), A System of Indicators for Disaster Risk Management in the Americas, in *Measuring Vulnerability to Natural Hazards in Measuring Vulnerability to Natural Hazards towards disaster resilience societies* Ed by Joern Birkmann, United Nations University Press, 189-209.
- Cutter, S.L., B.J. Boruff and W.L. Shirley (2003) *Social Vulnerability to Environmental Hazards*, Social Sciences Quarterly 84(2): 242–261.
- Dilley, M., Chen, R., Deichman, U., Lerner-Lam, Arther, L., Arnold, M., (2005), *Natural Disaster Hotspots : Global Risk Analysis - Synthesis Report* <http://sedac.ciesin.columbia.edu/hazards/hotspots/synthesisreport.pdf>
- GITEWS (2007 - 2009), Peta-peta Bahaya Tsunami di Kota Padang, LIPI, DLR, UN-EHS, Franzius Institute.
- Grilli, S.T., Loualalen, M., Asavanant, J., Fshi, F. Kirby, J.T., Watts, P., (2007), *Source Constraints and Model Simulation of the December 26, 2004, Indian Ocean Tsunami*, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering SCE/November/December.
- Klүpfel, H.L. (2003): *A Cellular Automation Model for Crowd Movement and Egress Simulation*.Dissertation an der Universität Duisburg-Essen.
- Latief, H., (2006), *Pemodelan & Pemetaan Rendaman Tsunami serta Kajian Resiko Bencana Tsunami di Kota Padang*, Laporan Program Penelitian dan Pengembangan Iptek 2006, Informasi/Peringatan dini kepada masyarakat Rawan bencana Sub- kegiatan No. 155i/IPK.1/OT/2006 : 4977.0582, Pusat penelitian Geoteknologi-LIPI.
- Little, R.G., Birkland, T.A., Wallace, W.A., Herabet, P., (2007), Socio-Technological Systems Integration to Support Tsunami Warning and Evacuation, Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System Sciences – 2007.
- McCloskey, J., Antonioli, A., Piatanesi, A., Sieh, K., Steacy, S., Nalbant, S., Cocco, M., Giunchi, C., Huang, J.D., Dunlop, P., (2008), *Tsunami threat in the Indian Ocean from a future megathrust earthquake west of Sumatra*, Earth and Planetary Science Letters 265 (2008) 61-81.
- Mileti, M., (2001), *Disaster by Design – A Reassessment of Natural Hazards in the United States*, Assessment of Research and Application on Natural Hazard, National Academic Press
- Natawijaya, 2006, *Penelitian Potensi Tsunami di Padang, Sumatra Barat*. Laporan Program Penelitian dan Pengembangan Iptek 2006, Informasi/Peringatan dini kepada masyarakat Rawan bencana Sub- kegiatan No. 155i/IPK.1/OT/2006 : 4977.0582, Pusat penelitian Geoteknologi-LIPI.
- Natawijaya, 2009, *Studi Gempa Bumi dan Tsunami di Sumatra : Analisis gerakan G30S (Gempa 30 September) di Padang dan potensi gempa di Megathrust di Mentawai di masa mendatang*. Laporan Penelitian Program

- Pengendalian Lingkungan Hidup Sub-Program Gejala Alam Tsunami dalam rangka Pembekalan Pengetahuan bagi Masyarakat : Informasi/Peringatan Dini Kepada Masyarakat Rawan Bencana Sub-kegiatan no. 863/IPK/OT2009 : 6864-0582. Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI.
- Satake, K., Okal, E.A., Borero, J.C., (2007), *Tsunami and Its Hazard in the Indian and Pacific Ocean*, Pure Applied Geophysics 164 (2007) 249 -259.
- Sorensen, J.H., (2000), Hazard Warning System : Review of 20 years of Progress, Natural hazard Review – May 2000.
- Sugimoto, T., et al. (2003) *A Human Damage Prediction Method for Tsunami Disasters Incorporating Evacuation Activities*, Natural Hazard, Vol. 29, S.585-600.
- Taubenböck, H., Goseberg, N., Setiadi, N., Lämmel, G. L., Moder, F., Oczipka, M., Klupfel H., Wahl, R., Schlurmann T., Strunz, G., Birkmann J., Nagel K., Siebert, F., Lehmann, F., Dech, S., Gress, A., and Klein, R., (2009) *“Last-Mile” preparation for a potential disaster – Interdisciplinary approach towards tsunami early warning and an evacuation information system for the coastal city of Padang, Indonesia*, Natural Hazards Earth System Sciences 9,1509–1528, 2009. Tempo, co. id., (2011), *Padang-Kekurangan-Sistem-Peringatan-Dini-Tsunami*, <http://www.tempo.co/read/news/2012/04/12/058396542/>.
- Twigg, J., (2001), *Sustainable Livelihood and Vulnerability to Disaster*, Benfield Greig Hazard Research Centre for Disaster Risk Mitigation (DMI), Working Paper 2/2001.
- United Nations – International Strategy for Disaster Reduction (2004), *“Living with Risk. A global Review of Disaster Reduction Initiatives”*, UN/ISDR.
- United Nations – International Strategy for Disaster Reduction (2006), *Developing Early Warning System : Check list*, EWC III Third International Conference on Early Warning, from concept to action, UN-ISDR.
- Villagran de Leon, J. C, dan Bogardi, J., (2006), *Early Warning System in the Context of Disaster Risk Management*, entwicklung & ländlicher raum 2/2006, UNU-EHS, UN ISDR.
- Wisner, B, P. Blaikie, T. Cannon and I. Davis (2004) *At Risk: Natural hazards, People’s Vulnerability, and Disasters*, 2nd edn, London: Routledge.
- Yunarto, Anwar, H.Z., Wibowo, S., Ruslan, M., Wahyudin A., (2009), *Kajian System Evakuasi Vertikal Secara Detail di Kota Padang sebagai Alternatif Pengurangan Kerentanan dan Risiko Bahay Tsunami*, Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi– LIPI, tahun 2009, p. 193 -203.