

PENDEKATAN MODEL PENGENDALIAN UNTUK MENGURANGI RISIKO AKIBAT GELOMBANG TSUNAMI

Sriyana¹

ABSTRACT

Impact happened waving tsunami result very big loss of soul good and material and damage of nature and by psycology very harming for hit by society is accident. As does which have experienced of State of specially at Provinsi of Nangroe Darusalam, Sumatra North, Banyuwangi Ciity which have experienced of earthquake disaster and wave of tsunami. With existence of mentioned of hence needing the existence of effort which must be done to lessen risk of effect of earthquake disaster and wave of tsunami. Intention of this article is to give input of in the form of operation model alternatively to lessen risk of effect of wave of tsunami. Approach of operation model cover Early Information System warning, House Podium, Infill Escape Hill, Green Belt, Sea Wall or Dam, with approach of the model if executed hence risk faced will decrease.

Key Word : *approach of operation model, tsunami*

PENDAHULUAN

Latar belakang.

Istilah Tsunami berasal dari bahasa Jepang diambil dari istilah Tsu artinya pelabuhan, dan istilah nami artinya gelombang besar atau gelombang, panjang, maka Tsunami berarti pasang laut besar terjadi di pelabuhan.

Mengingat kepulauan Indonesia terletak di tiga titik pertemuan kerak bumi (lempeng bumi) yang bergerak saling menumpu yakni lempeng samudra pasifik bergerak ke barat, lempeng Eurasia bergerak ke selatan tenggara dan lempeng Indo – australia ke utara maka mengakibatkan wilayah Indonesia memiliki daerah tektonik yang sangat labil dan merupakan salah satu daerah pinggir benua yang paling aktif dimana sebagian besar terjadi gempa berpusat di dasar laut.

Terjadinya gempa di laut akan menimbulkan gangguan impulsif pada permukaan laut, hal tersebut karena gempa dapat menggerakkan dasar laut secara vertikal yang akan langsung diikuti perubahan kolom massa air yang ada di atasnya.

Kejadian terjadinya tsunami misalnya pada tahun 1994, tepatnya pada tanggal 3 Juni 1994, telah terjadi bencana alam tsunami di sepanjang pantai selatan Banyuwangi yang dibangkitkan oleh gempa di dasar samudra Indonesia dengan magnitudo gempa 5.9 skala Richter (BMG 1997), dengan hiposenter lebih kurang 39 km. Gelombang tsunami tersebut mengakibatkan gelombang besar sepanjang pantai Banyuwangi terutama di Teluk Pancer, Rajecwesi, Lampon dan Teluk Grajagan (M. Choirul Hadi 1998). Dengan waktu penjalaran hingga tiba di lokasi bencana diperkirakan 45 menit setelah terjadi gempa. Jumlah korban

¹ Mahasiswa Program Doktor Teknik Sipil,
Universitas Diponegoro, Semarang

jiwa diperkirakan tercatat 223 orang meninggal, 15 orang dinyatakan hilang dan 789 orang luka-luka. Harta benda khususnya rumah hancur sebanyak 804 buah, 325 perahu rusak (Sarosa, dkk, 1994).

Menurut Posko Bantuan Bencana Alam Depsos hingga Rabu tanggal 12 Januari 2005, jumlah korban yang meninggal mencapai 106.523 orang tersebar di 27 tempat, sedangkan yang hilang 12.047 orang. Bencana juga menyebabkan 694.760 orang kini hidup di pengungsian. Korban meninggal terbanyak di Meulaboh (28.251 orang), kemudian Banda Aceh (21.141), Aceh Besar (17.564), Aceh Java (15.200), dan Aceh Barat (7.737).

Dengan melihat kondisi seperti tersebut di atas maka perlu diadakan pendekatan model pengendalian agar risiko yang terjadi akibat bencana dapat dikurangi.

Maksud dan Tujuan

Tujuan penulisan ini adalah Untuk memberikan informasi tentang cara apa yang harus dilakukan baik secara teknik maupun non teknik apabila terjadi bencana gelombang tsunami. Sedangkan maksudnya adalah dapat dipakai acuan sehingga dapat mengurangi tingkat resiko apabila terjadi tsunami.

TINJAUAN PUSTAKA

Iida (1970), Afianto (1997), berdasarkan data tsunami di Jepang menunjukkan bahwa gempa yang menimbulkan tsunami sebagian besar disebabkan gempa yang mempunyai mekanisme fokus dengan komponen *dip-slip*, terbanyak adalah *tipe thrust* (misalnya tsunami Japan Sea 1983, Flores 1992), dan sebagian kecil tipe normal. (misalnya tsunami Sanriku Jepang 1933, dan Sumba 1977), sedang kan gempa dengan mekanisme fokus tipe *striking-slip* kemungkinan kecil sekali tidak akan menimbulkan tsunami.

Perilaku penjalaran gelombang tsunami dari lepas pantai menuju garis pantai

gelombang tsunami (M. Choirul Hadi 1998) adalah sebagai berikut :

- a. Gelombang tsunami bersifat transien dan impulsif artinya tsunami semakin melemah dengan bertambahnya waktu dan hanya berumur sesaat.
- b. Pergerakan partikel air melibatkan seluruh volume air dari dasar laut hingga permukaan.
- c. Merupakan gelombang periode panjang, yaitu periode $9T_0$ antara 10 sampai 60 menit dan digolongkan sebagai gelombang panjang (L) antara 100 sampai 200 km.
- d. Kecepatan dan tinggi gelombang tsunami akan bertambah bila melalui geometri pantai berbentuk teluk karena adanya penyempitan penampang basah aliran gelombang tsunami.
- e. Energi gelombang tsunami dipantulkan secara efektif oleh bangunan pantai dan pelabuhan.
- f. Gelombang tsunami akan mengalami proses seperti pembiasan, pendangkalan, ketika memasuki perairan pantai, sehingga seperti gelombang perairan dangkal.

Gelombang tsunami mempunyai panjang gelombang yang besar (long wave), sampai mencapai 100 km, lintasan partikel berbentuk elips dengan amplitudo lebih kurang 5 m (pada sumbernya). Kecepatan rambat gelombang tsunami di perairan dalam mencapai antara 500 km/jam sampai 1000 km/jam. Sedang kecepatan gelombang tsunami sangat tergantung pada kedalaman laut dan penjalarnya dapat berlangsung mencapai ribuan kilometer.

Gelombang tsunami yang masih dekat daerah sumber mempunyai kecepatan fase lebih kecil dibandingkan dengan gelombang tsunami yang telah menjalar jauh dari sumber, sedang periode gelombang tsunami berkisar antara 10 sampai 60 menit (e.g. Barber 1969).

Pendekatan Model Pengendalian
untuk Mengurangi Risiko Akibat Gelombang Tsunami

Afianto (1997), ada beberapa faktor yang menyebabkan kerentanan suatu daerah akibat adanya tsunami adalah :

- a. Besaran korban jiwa
- b. Besaran kerugian materi
- c. Kondisi alam (kemampuan tanah dan geologi pantai, morfologi pantai)
- d. penataan permukiman bangunan dan sarana utilitas bangunan lainnya,
- e. upaya mitigasi bencana tsunami di wilayah tersebut,
- f. jenis dan pola aktivitas penduduk,
- g. Nilai fungsi strategis tata guna lahan pantai,
- h. jaringan infra struktur dan fasilitas utilitas penduduk).

Kerusakan yang diakibatkan oleh tsunami (Puspito 2005), biasanya disebabkan oleh dua penyebab utama yaitu terjangan gelombang tsunami dan kombinasi akibat guncangan gempa dan terjangan gelombang tsunami.

Sesuai KEPPRES No. 111, tahun 2001 dan koordinasi dengan Bakornas PBP (Badan Koordinasi Nasional penanggulangan Bencana dan Penanggulangan Pengungsi) bahwa siklus manajemen penanggulangan bencana tsunami terdiri dari enam tahapan kegiatan yang saling terkait, yaitu pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, tanggap darurat, pemulihan dan rehabilitasi, berikut rekonstruksi harus dilakukan. Biasanya ketiga kegiatan yang meliputi pencegahan, mitigasi dan kesiapsiagaan sering kali disebut mitigasi saja.

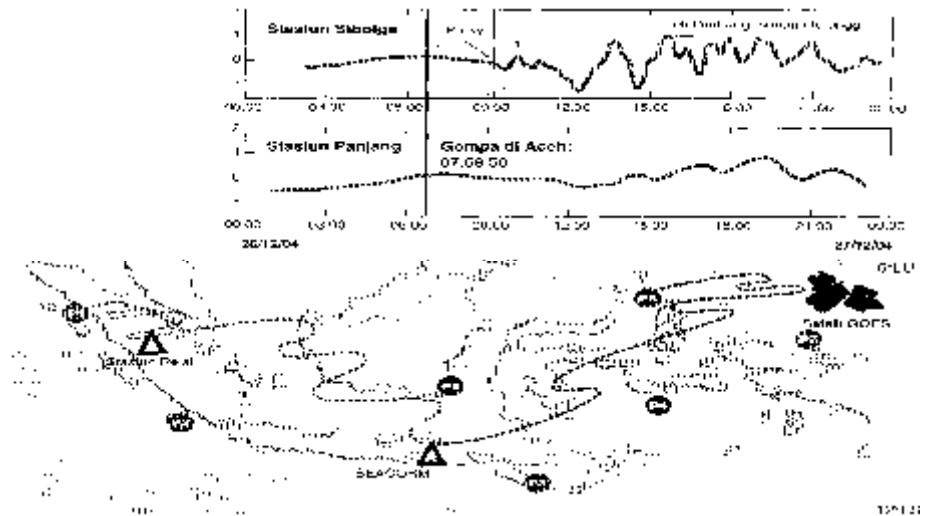
Salah satu cara sebagai model pendekatan untuk mengurangi resiko akibat gelombang tsunami adalah dengan peringatan dini yaitu dengan pemasangan sensor pasang surut (*tide gauge*) untuk melacak tsunami di perairan Indonesia sebagai sistem peringatan dini. Sistem peringatan

dini dengan memadukan kemampuan seismograf mendeteksi gempa dan sensor pasang surut melacak tsunami sudah lama digunakan banyak orang. Namun, posisi stasiun pasang surut di pantai tidak cukup efektif menangkap sinyal gelombang tsunami sedini mungkin dibandingkan apabila sensor itu diletakkan pada lokasi rawan gempa di laut dalam. Di samping itu, secara teknis rekaman sensor pasang surut tidak representatif lagi karena medan tekanan atmosfer lebih dominan daripada pengaruh muka laut itu sendiri.

Demikian juga apabila stasiun pasang surut tersebut berada pada pinggir laut setengah tertutup (*semi-enclosed marginal seas*), misalnya di stasiun Kupang yang menghadap Selat Ombai. Perubahan muka laut tidak memberikan respons pada perubahan tekanan atmosfer yang diharapkan karena posisi selat membatasi pertukaran massa berfrekuensi tinggi, seperti halnya tsunami (Candela. 1991).

Oleh karena itu, posisi stasiun pasang surut sebaiknya mendekati lokasi rawan gempa di laut lepas. Posisi ini dilakukan agar terdapat rentang waktu yang cukup untuk upaya peringatan dini, maka sensor pasang surut harus diletakkan pada sebuah pulau kecil dengan kedalaman laut di sekitarnya tidak kurang dari 1.000 meter agar rekaman perubahan muka laut tidak dipengaruhi perubahan tekanan atmosfer secara signifikan (Kim dkk, 2002).

BAKOSURTANAL (2004), telah mengadakan rekaman tentang perubahan tinggi gelombang tsunami (dalam meter) di stasiun Sibolga dan Panjang setelah gempa di Aceh, 26 Desember 2004. dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Perubahan tinggi gelombang tsunami (Sumber Bakosurtanal 2004).

Disamping itu penggunaan jaringan komunikasi telepon seluler juga baik dan harga sangat terjangkau dari berbagai jenis atau sistem komunikasi yang ada, mengingat fasilitas infrastruktur jaringan cukup tersebar di Indonesia baik yang dimiliki *provider* swasta (Telkomsel0 atau lain-lainnya).

MODEL CARA PENGENDALIAN BENCANA TSUNAMI

Early warning Information System

Sistem informasi ini, dimanfaatkan untuk memberikan peringatan dini kepada seluruh lapisan masyarakat yang melakukan aktivitas di daerah rawan gempa tsunami. Sistem ini harus dilakukan yaitu dengan membuat titik pusat stasiun yang telah dipasang tersebar di lokasi yang rawan bencana, untuk mendeteksi akan terjadinya gelombang Tsunami. Ada beberapa pilihan yang dapat dilakukan, di antaranya menggunakan teknologi telemetri melalui jaringan komunikasi telepon seluler: satelit inmarsat dan GOES (Fadli), dengan

demikian apabila terjadi bencana atau terjadi perubahan muka air laut segera diinformasikan seluruh lapisan masyarakat

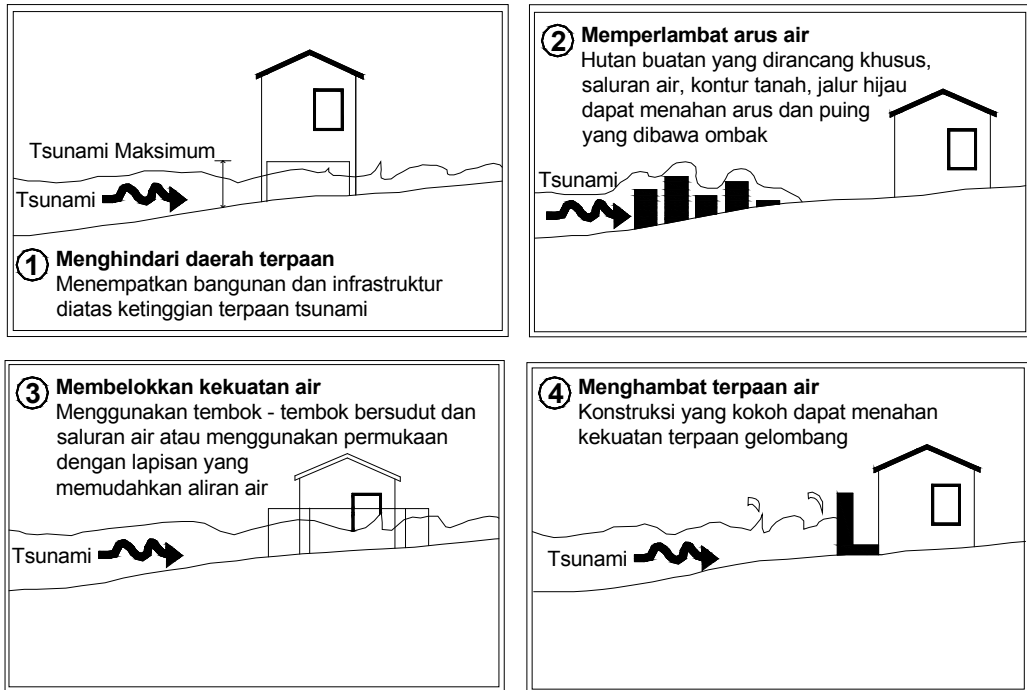
Rumah Panggung

Rumah panggung, yang dimaksud secara teknis harus aman, kuat terhadap gempuran benturan Ombak atau gelombang tsunami, material atau bahan untuk struktur utama dari beton. Pondasi yang digunakan tidak diperbolehkan menggunakan pondasi dangkal, tetapi pondasi dalam, misalnya menggunakan strauspal. Untuk peil bangunan khususnya ketinggian lantai direncanakan harus lebih tinggi terhadap peil yang pernah terjadi gelombang tsunami.

Jarak suatu tempat dari permukiman terhadap jarak dari pantai akan mempengaruhi tingkat kerusakan dan korban jiwa, maka makin jauh lokasi permukiman dari pantai maka tinggi dan jangkauan run up tsunami juga makin kurang, maka Lokasi permukiman, perumahan tersebut harus jauh terhadap zona paling rawan terkena gelombang tsunami, dengan radius lebih besar 500m.

Pendekatan Model Pengendalian
untuk Mengurangi Risiko Akibat Gelombang Tsunami

Empat teknik perencanaan wilayah dasar untuk mengurangi risiko tsunami



Sumber : Menghadapi Tsunami Tuhuh Prinsip Perencanaan dan Perancangan

Gambar 2. Rumah Panggung

Infill Escape Hill

Membangun perbukitan/Escape Hill, yang dapat menampung masyarakat pada kawasan yang dapat melayani, menampung saat terjadinya tsunami. Lokasi perbukitan tersebut harus dapat dilalu dengan mudah dan dilengkapi sarana jalan, dan ketinggian perbukitan tersebut harus lebih tinggi dari tinggi tsunami yang pernah terjadi. Sedang

luasan dari perbukitan tersebut harus dapat menampung dari masyarakat disekitarnya. Disamping itu harus mempertimbangkan lokasi terhadap jarak tempuh misalnya 10 sampai 20 menit, masyarakat sudah dapat mencapai perbukitan tersebut, sehingga masyarakat dapat menyelamatkan diri dari gelombang tsunami.

A. Escape Hill
 20 menit
 10 menit

- KETERANGAN**
-  Jalan Arteri
 -  Jalan Lingkungan
 -  Escape Roads
 -  Permukiman
 -  Escape Hill
 -  Escape Hill



Gambar 3. Escape Hill

2. Evacuation/ Escape Route
3. Green Buffer/ Sabuk Hijau (City Belt)
4. Tanggul/ Dike

- KETERANGAN**
-  Jalan Arteri (Eksisting)
 -  Jalan Lingkungan (Eksisting)
 -  Escape Routes
 -  Permukiman
 -  Escape Hill
 -  Pintu Air



Gambar 4. Evacuation / Escape Routes

Sabuk Hijau / green belt.

Sabuk hijau dibangun sejajar pantai, dalam memilih jenis tanaman harus hati-hati artinya harus mengenai sasaran salah satu contoh bahwa jenis tanaman kelapa berdasarkan pengalaman di lapangan tidak direkomendasi, hal tersebut disebabkan bahwa pada saat terjadi

bencana tsunami tidak berfungsi menahan, air tetap lolos dan sering timbul bahaya ikutan. Jenis vegetasi yang direkomendasi adalah yang punya kanopi lebar misalnya cemara laut, dan waru laut yang dibangun pada lokasi yang berjenjang yaitu pada City belt, District belt dan Neighbourhood belt.

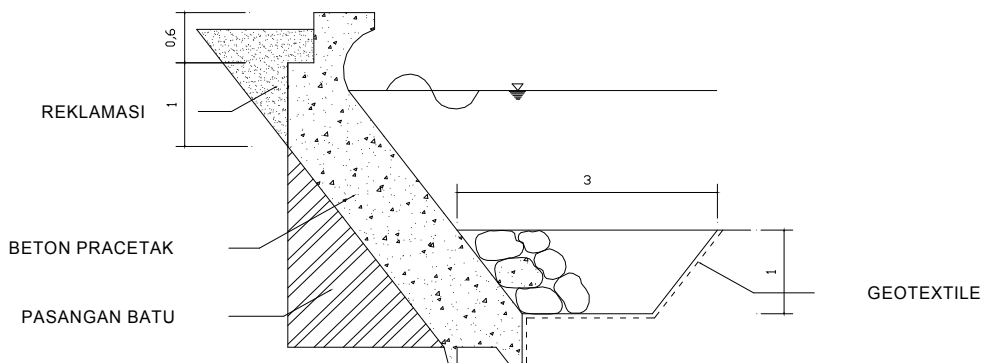
Dinding penahan tanggul laut /Dike

Pembuatan dinding penahan sangat penting untuk mengurangi resiko akibat adanya bencana tsunami. Lokasi pembuatan dinding penahan usahakan sepanjang pantai atau pada lokasi yang padat penduduk, atau dibangun diantara main drain (sungai, afour). Material untuk pembuatan dinding penahan dapat dibuat dari batukali, beton, dan dalam perencanaan harus dikaji lebih detail, dimana secara strutur harus kuat dan ekonomis. Menurut Pilarcrik 1990, Yuwana 2004, bahwa sering terjadi kegagalan bangunan tersebut diantaranya melimpasnya air diatas tanggul laut, melimpasnya gelombang diatas tanggul, lereng tanggul longsor, tanggul menggeser, bocor dan membentuk pipa, penurunan, likuifaksi, erosi dan kecelakaan (tertabrak kapal). Dalam perencanaan tembok laut, dinding laut harus aman terhadap kerusakan struktur tanggul akibat gaya gelombang, erosi terhadap arus dan gaya gelombang, limpasan akibat muka air tinggi dan

gelombang run up. Disamping itu dari sisi geoteknik harus aman terhadap kelongsoran tebing, kersajkan struktur terhadap konsolidasi dan kerusakan struktur akibat setlemen.

Mengingat bangunan tersebut kecenderungan dibagun di pantai, dimana kondsis tanah kecenderungan tidak bagus, maka perlu dikaji lebih teliti misalnya perlu adanya perbaikan tanah dasar, dengan memasang terucuk bambu, atau dengan cara perbaikan tanah dan lain lain.

Disamping itu dalam perencanaan harus diperhitungkan tinggi tanggul atau tembok laut dimana gelombang pada saat menghantam tembok atau tanggul laut akan menimbulkan luncuran air permukaan dinding laut tersebut yang disebut rayapan gelombang atau run up. Sebagai salah satu jenis tanggul laut yang terbuat dari material beton dapat dilihat pada potongan gambar dibawah ini.



Gambar 5. Tipikal Penampang Melintang
Tanggul Laut / Tembok Laut

Pendidikan dan Pelatihan Masyarakat.

Model tersebut sangat perlu dan harus disosialisasikan, mengingat masyarakat tidak tahu tentang karakteristik bencana tsunami. Masyarakat harus dilatih, dididik bagaimana cara penyelamatan, menghindari apabila terjadi bencana tsunami.

KESIMPULAN DAN SARAN

Untuk mengurangi resiko bencana Tsunami dapat dilakukan dengan model sebagai berikut :

- Memberikan Sistem Informasi sebagai Peringatan Dini (Early warning Information System)
- Penduduk disarankan membangun Rumah Panggung
- Membangun Perbukitan/Escape Hill
- Ditanami Sabuk Hijau / Green belt disepanjang pantai.
- Membangun Dinding Penahan Tanggul Laut /Dike
- Melaksanakan Pendidikan dan Pelatihan pada Masyarakat yang diperkirakan kena dampak.

Perlu pelaksanaan sosialisasi kepada masyarakat dengan bagaimana cara menghindari, mengurangi resiko bencana tsunami.

Perlu Posko Posko, dibangun dilokasi tertentu dimana Pemerintah dan Masyarakat harus saling bahu membahu.

DAFTAR PUSTAKA

Ahrens, J. P., and McCartney, B. L., "Wave Period Effect on the Stability of Riprap," Proceedings of Civil Engineering in the Ocean / III, ASCE, Vol. 2, 1975, pp. 1019 - 1034.

Afianto yanuar, 1997, *Model Numerik Penjalaran Gelombang Tsunami Biak 1996*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung.

Chourul Hadi, 1998, *Analisis Resiko Bencana Tsunami Banyuwangi 1994, dengan Pemodelan Sistem Informasi Geografi*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung.

Carter, Nw, Disaster management : *A Disaster Manager's Handbook*. Asian Development Bank, Manila 1991. pp. 417-430

Direktorat jendral Sumber daya Air, 2004., *Pedoman Umum Pengamanan dan Penanganan Kerusakan pantai*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.

G.D. Crapper, *Introduction Water Wave*, John Wiley & Sons, 1984.

John A. Knauss., *Introduction Oceanography*, Prentical - Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.

N.T. Puspito, 2004, *Tsunami Potensi dan Mitigasinya*, Prosidings Seminar Nasional Sistem Manajemen Air Untuk Menata Kehidupann, Aula Barat ITB, Bandung.

Pilarczyk,K,W.(ed),1990, Coastal protection,A,A, Balkema, Rotterdam.

Widi A. Pratikto, 2004, *Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau Pulau Kecil Berbasis Mitigasi Bencana*, Prosidings Seminar Nasional Sistem Manajemen Air Untuk menata Kehidupann, Aula Barat ITB,Bandung.

Yuwono, N .2001, *Perlindungan Pantai dan Tanggul Laut*, Prosidings Seminar dan Workshop , Polder System in Waterfront Ciities, Unversitas Parahyangan, Jakarta.