

**PETA KERAWANAN TSUNAMI SERTA RANCANGAN JALUR
EVAKUASI DI PANTAI DESA PARANGTRITIS KECAMATAN KRETEK
KABUPATEN BANTUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Ichwan Dwi Saputra, Petrus Subardjo, Gentur Handoyo

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698

Email : petrussubardjo@yahoo.co.id ; genturhandoyo@yahoo.com

Abstrak

Tsunami sering melanda pantai selatan Jawa, dimana Parangtritis terletak di daerah tersebut, hal ini dikarenakan pertemuan lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia di selatan Jawa yang menghasilkan gempa tektonik sumber utama tsunami. Gelombang tsunami dari daerah ini memerlukan waktu 50 sampai 100 menit untuk mencapai pantai. Karena pendeknya rentang waktu untuk proses penyelamatan diri maka penelitian ini diperlukan untuk menyusun peta kerawanan wilayah terhadap tsunami guna rancangan jalur evakuasi dan tempat evakuasi sementara (TES) tsunami di pantai Desa Parangtritis. Materi yang dijadikan objek studi dalam penelitian ini adalah kerawanan tsunami, limpasan tsunami berdasarkan ketinggian *runup*, usulan jalur evakuasi dan tempat evakuasi sementara (TES) tsunami. Hasilnya Desa Parangtritis adalah daerah rawan tsunami dengan presentase luas daerah yang rawan tsunami sebesar 66,45%. Saat *runup* tsunami setinggi 16m luas daerah yang terlompas adalah 788,07 Ha. Terdapat tiga usulan jalur evakuasi yang melalui jalan Parangtritis, jalan Depok dan jalan Depok-Parangtritis. Ada 12 tempat evakuasi sementara yang diusulkan yang tersebar di Desa Parangtritis.

Kata Kunci : Limpasan, Lempeng, Runup

Abstract

The tsunami often hit the southern coast of Java several times, where Parangtritis located in that area. This is due to the meeting of Indo-Australian plate with the Eurasian plate in the south of Java that results in a major tectonic tsunami source. Tsunami waves from this region takes 50 to 100 minutes to reach the beach. Considering the short span of time to self-rescue, than its necessary to concieve a map of vulnerability to the tsunami region to plan evacuation routes and tsunami temporary evacuation place (TES) tsunami in coastal village of Parangtritis. The material used as an object to study in this research is the vulnerability of the tsunami, tsunami runoff based on the runup height, the proposed evacuation routes and tsunami temporary evacuation place (TES) as. The result, village in Parangtritis is a tsunami prone areas with vast percentage of the tsunami-prone areas at 66.45%. When the tsunami run up reach 16m the affected area was 788.07 Ha. There are three proposed evacuation route through the Parangtritis roads, Depok roads and Depok-Parangtritis roads. There are 12 proposed temporary evacuation place which spread in the village Parangtritis.

Keywords: *Inundation, Plate, Runup*

1. Pendahuluan

Kejadian tsunami sering melanda Pantai Selatan Jawa, di mana Parangtritis terletak di daerah tersebut, hal ini dikarenakan adanya pertemuan antar Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia di Selatan Jawa yang memiliki aktivitas gempa tinggi. Pertemuan lempeng tersebut menghasilkan zona penunjaman yang merupakan sumber utama gempa bumi yang mengakibatkan tsunami yang dapat melanda Parangtritis. Diperkirakan gelombang tsunami yang terjadi dari daerah ini memerlukan waktu 50 sampai 100 menit untuk mencapai pantai (DLR, 2010).

Parangtritis merupakan tempat tujuan wisata pantai yang paling ramai dikunjungi turis di Yogyakarta, sehingga membangkitkan perekonomian di daerah tersebut. Parangtritis berhadapan langsung dengan zona penunjaman di Selatan Jawa, berisiko tinggi terhadap bahaya gempa bumi dan tsunami dimanan daerah tersebut telah mengalami kejadian tsunami di masa lalu pada tahun 1840 dan tahun 1859. Karena dekatnya jarak ke zona penunjaman dan sejarah gempa, kalangan ilmuwan memperkirakan tsunami bisa terjadi lagi di masa yang akan datang dengan selang waktu terulangnya antara 30 sampai 50 tahun atau bahkan 200 sampai 300 tahun yang dapat mempengaruhi Parangtritis, meskipun prediksi yang tepat belum mungkin ditetapkan. Langkah – langkah persiapan adalah kunci untuk mengurangi bahaya tsunami, dan pengembangan strategi kesiapsiagaan lokal sangat penting dilakukan. Hal ini memerlukan pemahaman yang baik tentang bahaya tersebut. Peta kerawanan tsunami menyediakan referensi penting bagi pengembangan strategi kesiapsiagaan (DLR, 2010).

Adanya peta kerawanan tsunami diperlukan sebagai acuan dasar dan alat perencanaan yang paling penting untuk mengembangkan startegi evakuasi. Peran kerawanan juga diperlukan untuk perencanaan penggunaan lahan dan pengembangan langkah-langkah jangka menengah untuk mengurangi kemungkinan dampak tsunami (BNPB, 2012).

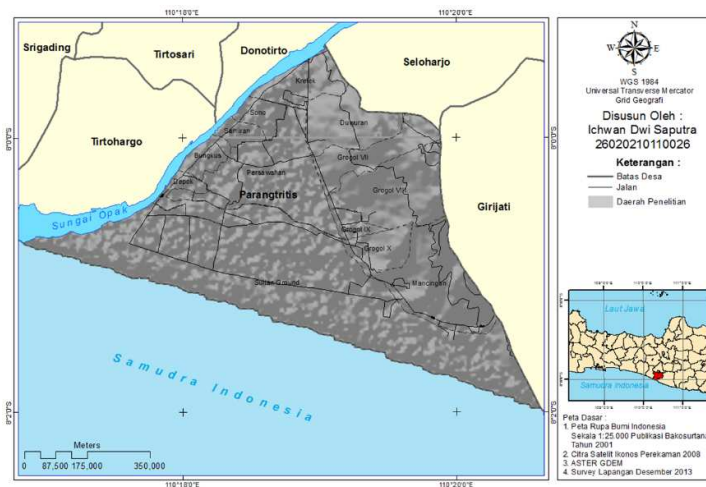
2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan berupa data primer dan sekunder. Data primer berupa data utama atau pokok yang digunakan sebagai inputan suatu model atau perhitungan, sedangkan data sekunder yaitu data tambahan yang digunakan sebagai pendukung dari penelitian yaitu sebagai bahan verifikasi. Data primer dalam penelitian ini adalah: Citra satelit IKONOS wilayah Desa Parangtritis, data ASTER GDEM Kabupaten Bantul, Desa Parangtritis. Selain itu juga digunakan data batimetri dan topografi perairan selatan jawa dari GEBCO, Peta Rupabumi Kabupaten Bantul, Desa Parangtritis skala 1:25.000 publikasi Bakosurtanal tahun 2001, data posisi gempa di Samudera Hindia tanggal 17 Juli 2006 yang bersumber dari *U. S. Geological Survey (USGS)* dan sedimen gumuk pasir Parangtritis.

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 17-20 Desember 2013. Wilayah penelitian berada di Desa Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, D. I. Yogyakarta. Secara geografis wilayah tersebut terletak pada koordinat 7° 59' 15"- 8° 1' 58" Lintang Selatan dan 110° 16' 52" - 110° 20' 37" Bujur Timur (gambar 1).

Penentuan daerah rawan bencana tsunami dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut: Penelitian ini dititik beratkan pada tingkat kerawanan wilayah pesisir secara spasial terhadap bahaya bencana tsunami, sekenario limpasan *runup* gelombang tsunami dengan pemodelan spasial. Parameter-parameter yang digunakan adalah ketinggian topografi, jarak dari sungai, jarak dari garis pantai, kelerengan topografi, penggunaan lahan, limpasan tsunami, jaringan jalan, keberadaan bukit dan bangunan tinggi. Dengan asumsi parameter-parameter tersebut memberikan kontribusi besar dalam penentuan daerah yang rawan terjadi bencana tsunami. Pemodelan jarak dari garis pantai dan jarak dari sungai diasumsikan arah datang gelombang tsunami tegak lurus pantai, topografi Parangtritis seragam dan gelombang tsunami merambat masuk sepanjang sungai. Serta kondisi fisik Parangtritis dan ketersediaan data.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

B. Metode Penelitian

Metode Analisa

Analisis deskriptif dalam penelitian ini yaitu data ASTER GDEM di lakukan analisis spasial dengan *ekstarction* untuk mendapatkan informasi tentang ketinggian daerah penelitian, dilanjutkan dengan menganalisa kelereng daerah penelitian untuk mendapatkan informasi lokasi dengan lereng terjal yang dapat menahan gelombang tsunami dengan bantuan *slope* di tools analisis spasial. Citra satelit IKONOS dianalisa untuk mendapatkan informasi tutupan lahan di lokasi penelitian. Terakhir dilakukan analisa jarak daerah penelitian dari pantai, sungai untuk mendapatkan informasi daerah yang berbahaya terkena gelombang tsunami, dimana tsunami masuk melalui pantai dan sungai dan jarak dari pusat tsunami di analisa untuk mendapatkan informasi jarak pantai ke pusat gempa untuk menentukan seberapa jauh jaraknya dan dapat dianalisis waktu tiba gelombang tsunami ke pantai. Setelah dilakukan analisis deskriptif mengenai faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tsunami, peta tematik yang dihasilkan berupa peta ketinggian daerah penelitian, peta kelereng daerah penelitian, peta jarak dari sungai, peta jarak dari garis pantai. Kesemua peta tematik tersebut dioverlay untuk menghasilkan informasi baru berupa peta kerawanan tsunami dengan bantuan *spatial calculator* pada *software* ArcGIS. Metode analisis kuantitatif ini digunakan untuk menganalisis data-data yang tersaji dalam bentuk angka-angka yang bersifat sistematis dengan menggunakan sistem skoring. Sistem *skoring* yaitu sistem yang berfungsi untuk menganalisis beberapa faktor yang sangat berpengaruh dalam penentuan potensi dan kendala dalam suatu wilayah. Sebelum dilakukan analisis overlay, faktor-faktor yang mempengaruhi kerawanan tsunami di klasifikasi. Dimana setiap kelasnya diberi skor, kelas yang mempunyai pengaruh tinggi terhadap tsunami diberi skor yang besar dan kelas yang kurang terpengaruh tsunami diberi skor yang kecil.

Metode Pengambilan Sampel

Dalam penentuan titik sampel untuk uji lapangan perlu memperhatikan sistem atau cara pelaksanaan uji lapangan agar setiap kelas dapat terwakili. Dalam ground check digunakan teknik *stratified random sampling* yaitu penentuan sampel berdasarkan kelas dari hasil penafsiran citra satelit, setiap kelas diambil sampel secara acak. *Ground check* lapangan ini digunakan sebagai uji ketelitian dari penafsiran citra satelit. Dengan metode *stratified random sampling* maka uji ketelitian dilakukan dengan: Pengecekan lapangan pada beberapa titik sampel yang dipilih dari setiap kelas. Setiap kelas diambil beberapa sampel *homogenitas* kenampakannya dan diuji kebenarannya di lapangan. Pengecekan ketinggian, kelereng, jarak dari sungai dan jarak dari pantai dilakukan dengan memilih lokasi secara random dan di lakukan pengukuran *manual* dengan *waterpass*, tongkat ukur, roll meter dan GPS. Menilai kecocokan hasil penafsiran citra satelit dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Hasil pengecekan lapangan di beberapa titik lokasi penelitian selanjutnya di cocokkan dengan hasil olah secara spasial, dimana lokasi yang di cek sama dengan hasil analisis spasial.

Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan komputer dan perangkat lunak (*software*) ArcGIS 10.0. Pengolahan data (Citra Ikonos, ASTER GDEM dan peta rupa bumi Indonesia) untuk menyusun daerah rawan bencana tsunami terdiri dari beberapa tahap. Secara garis besar, langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tahap-tahap sebagai berikut:

Ekstraksi data spasial dari citra satelit, peta rupa bumi, DEM dan data pendukung lainnya, Jarak dari sumber gempa data posisi gempa di Samudera Hindia tanggal 17 Juli 2006 yang diperoleh dari *U. S. Geological Survey (USGS)* diolah dengan bantuan *software* Global Mapper 10.0 dan Arc Gis 10.0 untuk mendapatkan informasi berupa jarak dari pusat gempa, jarak dari garis pantai, jarak dari sungai, ketinggian dan kelerengan. Limpasan tsunami dengan scenario tinggi run-up gelombang tsunami, Proses pembuatan model spasial limpasan tsunami diawali dengan memasukan nilai run-up gelombang tsunami ke dalam *DEM (Digital Elevation Model)* dengan *software* Arc GIS 10.0, nilai ketinggian yang berada di bawah tinggi run-up merupakan wilayah terlimpas. Limpasan yang dihasilkan dalam format raster di simpan dalam bentuk vektor untuk dapat dihitung perkiraan luas genangan yang terbentuk. Proses menghitung luas lahan yang hilang dan memodelkan limpasan dikerjakan tiap interval langkah model (*Runup* 1m, 4m, 8m dan 16m) yang mengacu pada klasifikasi Sokolove.

Penentuan daerah rawan tsunami, Dalam penentuan daerah kerawanan bencana tsunami, dilakukan dengan melaksanakan metode tumpang susun (*overlay method*) dan permodelan data. Metode tumpang susun (*overlay method*) dilakukan dengan menggabungkan data grafis parameter-parameter yang mempengaruhi tsunami untuk menghasilkan daerah rawan tsunami. Permodelan data dilakukan dengan tujuan sebagai perencanaan prosedur dan analisis. Penentuan jalur evakuasi dan tempat evakuasi sementara, usulan jalur evakuasi dan tempat evakuasi sementara ditentukan berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh BNPB tahun 2012 tentang syarat jalur dan tempat evakuasi sementara tsunami.

3. Hasil dan Pembahasan

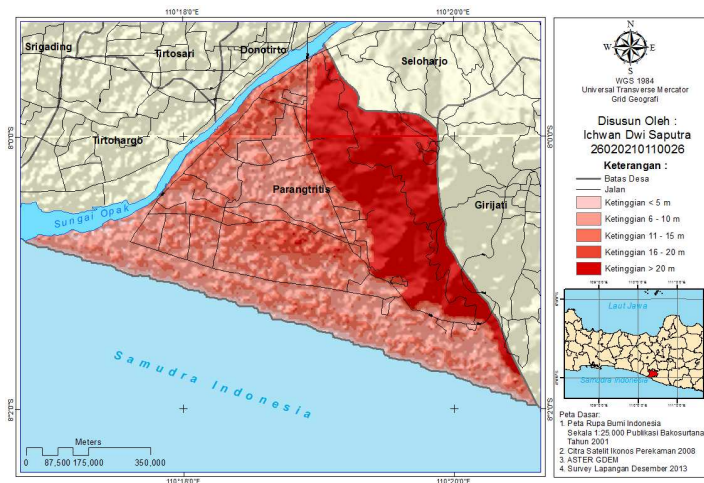
Parameter Kerawanan Tsunami

Peta klasifikasi ketinggian yang disajikan pada gambar 2 menunjukkan masing – masing kelas akan menentukan wilayah pesisir yang akan terlimpas tsunami. Gambar 3 menunjukkan klasifikasi jarak dari garis pantai, dimana gelombang tsunami masuk melalui pantai dan berdasarkan hasil klasifikasi ini dapat diketahui jangkauan tsunami untuk masing-masing tinggi *runup* tsunami. Semakin jauh suatu daerah dengan sumber penyebab tsunami akan menyebabkan daerah tersebut mempunyai tingkat kerawanan yang semakin kecil dan waktu tempuh tsunami yang menjalar kearahnya semakin lama, untuk daerah parangtritis memiliki jarak sejauh 366,23 km dari sumber tsunami Pangandaran 17 Juli 2006 serta kondisi morfologi dasar laut di wilayah Parangtritis terjal dengan kondisi dasar yang curam, bergelombang dan berbukit mempengaruhi penjalaran gelombang tsunami yang tersaji pada gambar 4. Gambar 5 menyajikan wilayah pesisir di Desa Parangtritis mempunyai kelerengan kurang dari 2% atau datar dan antara 3 – 6 % atau landau dan kelerengan curam >20% berada di timur Desa Parangtritis. Adanya Sungai Opak di Desa Parangtritis mengakibatkan daerah dengan jarak kurang dari 250 meter menjadi daerah yang terancam limpasan tsunami seperti yang ditunjukkan gambar 6.

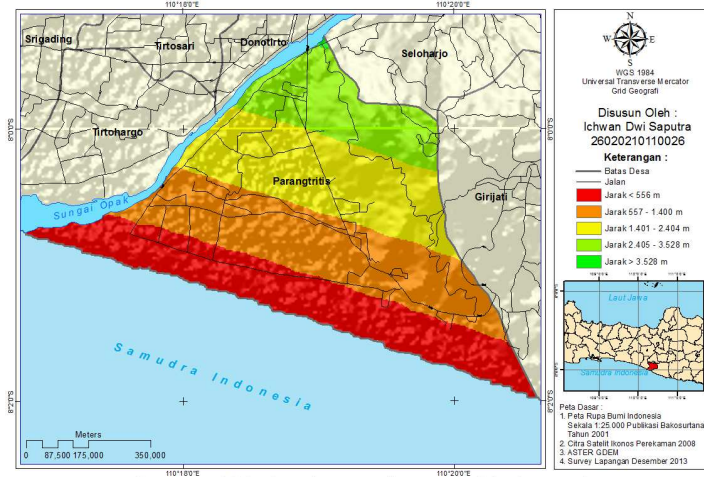
Berdasarkan hasil analisis dan pemodelan SIG, diperoleh peta kerawanan bencana tsunami di Desa Parangtritis yang terdiri dari lima kelas. Luas dan persentase luas daerah dalam tingkat kerawanan bencana tsunami dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada peta kerawanan bencana tsunami pada Gambar 7.

Tabel 1. Luas Wilayah dalam Kerawanan Bencana Tsunami di Desa Parangtritis

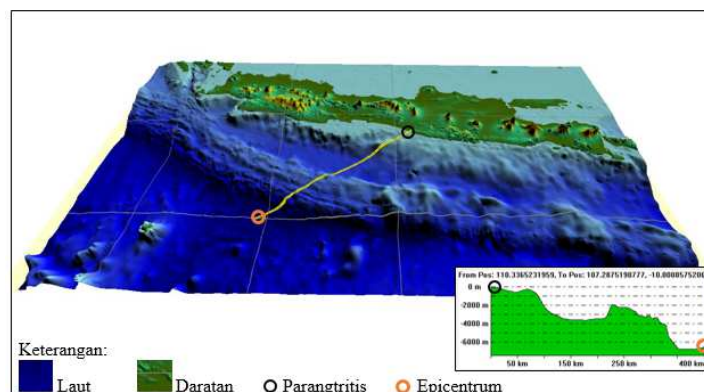
No.	Klasifikasi Kelas	Luas (Ha)	Persentase Luas (%)
1	Sangat Rawan	139,96	10,09
2	Rawan	380,14	27,39
3	Agak Rawan	401,93	28,97
4	Aman	198,18	14,27
5	Sangat Aman	267,65	19,28



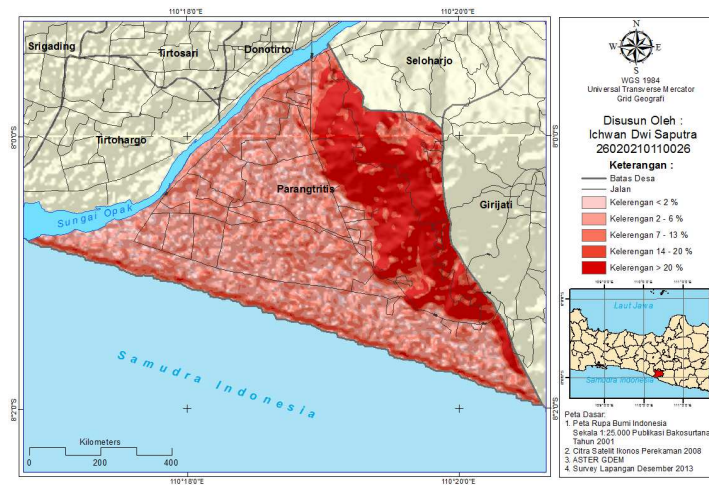
Gambar 2. Peta Ketinggian Daratan Desa Prangtritis Kec. Kretek Kab. Bantul D.I. Yogyakarta



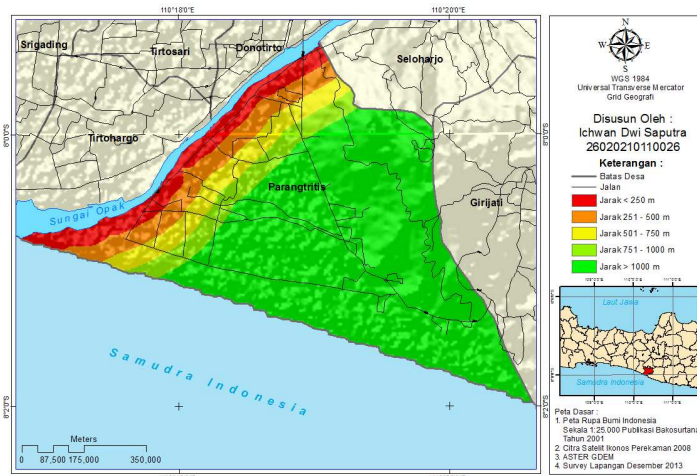
Gambar 3. Peta Jarak dari Garis Pantai Desa Prangtritis Kec. Kretek Kab. Bantul D.I. Yogyakarta



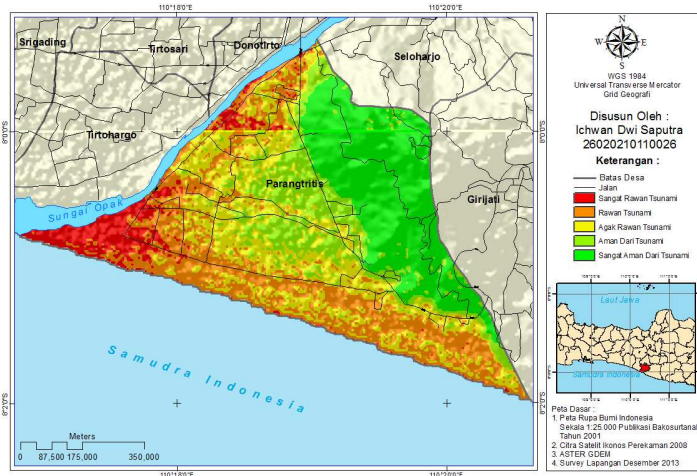
Gambar 4. Morfologi Dasar Laut Daerah Istimewa Yogyakarta



Gambar 5. Peta Kelerengn Daratan Desa Prangtritis Kec. Kretek Kab. Bantul D.I. Yogyakarta



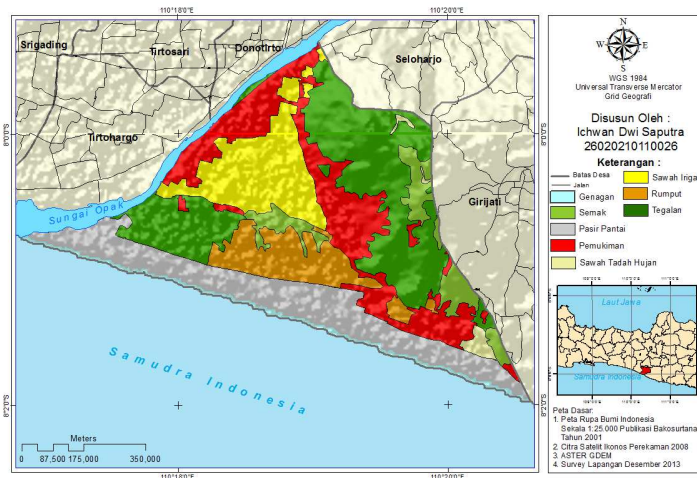
Gambar 6. Peta Jarak Dari Sungai Desa Prangtritis Kec. Kretek Kab. Bantul D.I. Yogyakarta



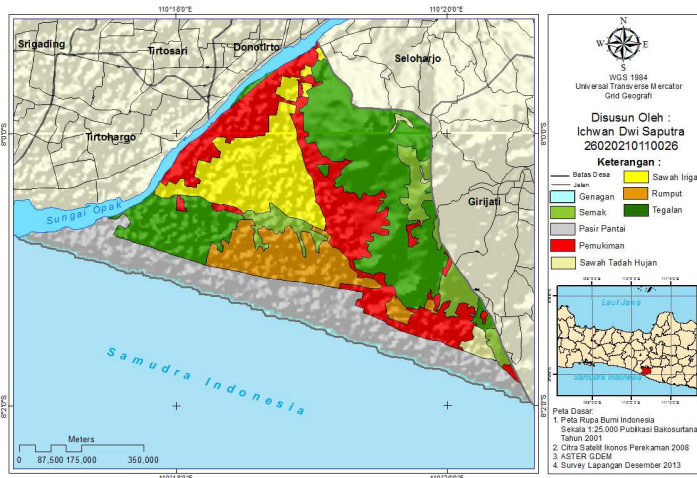
Gambar 7. Peta Kerawanan Tsunami Desa Prangtritis Kec. Kretek Kab. Bantul D.I. Yogyakarta

Analisa Limpasan Tsunami

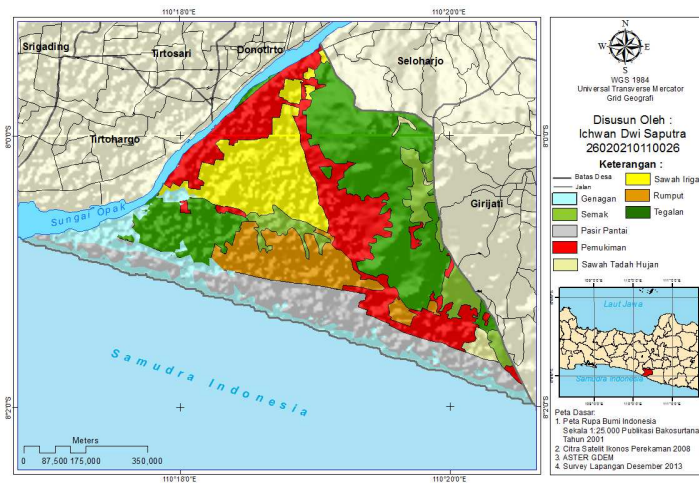
Gelombang tsunami akibat gempa bumi dasar laut akan menjalar keseluruh arah. Akibat adanya perbedaan kedalaman perairan, maka akan terjadi perubahan arah dan tinggi gelombang tsunami. Topografi daratan merupakan faktor penting dalam menunjukkan limpasan berdasarkan *runup* gelombang tsunami. Dibawah ini digunakan empat skenario *runup* gelombang tsunami yaitu *runup* 1m, 4m, 8m, dan 16m. Tataguna lahan merupakan faktor yang penting diperhatikan dalam analisa limpasan tsunami. Hal ini disebabkan kelas-kelas tataguna lahan yang sangat penting dan sangat rawan bila terlampaui tsunami yang dapat berakibat tergenangnya daerah tersebut. Untuk lebih jelasnya mengenai limpasan tsunami dengan *runup* gelombang tsunami 1m terhadap topografi daratan dan tataguna lahan dapat dilihat pada Gambar 8 *runup* 1m, Gambar 9 *runup* 4m, Gambar 10 *runup* 8m dan Gambar 11 *runup* 16m. Luas limpasan tsunami dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.



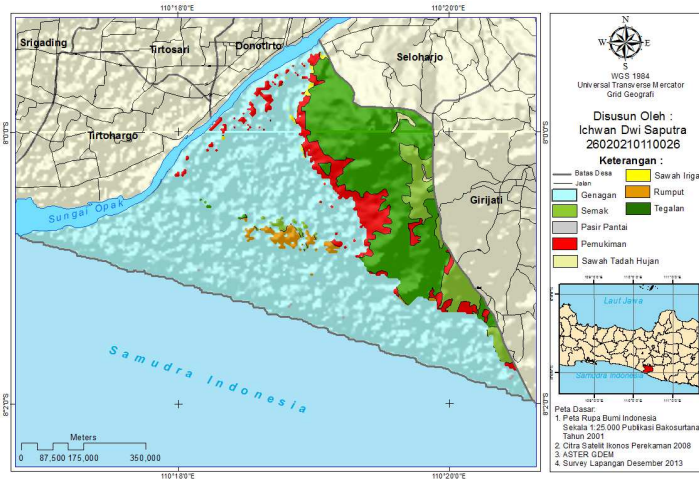
Gambar 8. Peta Limpasan Tsunami Runup 1m Desa Prangtritis Kec. Kretek Kab. Bantul D.I. Yogyakarta



Gambar 9. Peta Limpasan Tsunami Runup 4m Desa Prangtritis Kec. Kretek Kab. Bantul D.I. Yogyakarta



Gambar 10. Peta Limpasan Tsunami Runup 8m Desa Prangtritis Kec. Kretek Kab. Bantul D.I. Yogyakarta



Gambar 11. Peta Limpasan Tsunami Runup 16m Desa Prangtritis Kec. Kretek Kab. Bantul D.I. Yogyakarta

Tabel 2. Luas Limpasan Tsunami *Runup* 1m dan 4m di Desa Parangtritis

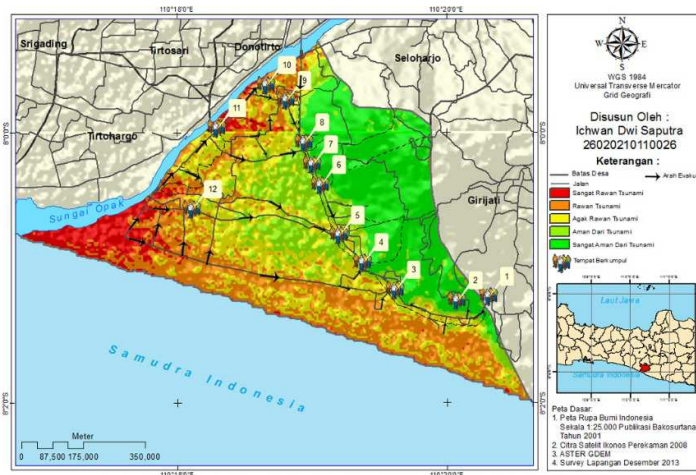
No.	Penggunaan Lahan	<i>Runup</i> 1 m (Ha)		<i>Runup</i> 4 m (Ha)	
		Terlimpas	Tidak Tergenag	Terlimpas	Tidak Tergenag
1	Tegalan	0	393,37	0	393,37
2	Semak	0	87,28	0	87,28
3	Rumput	0	124,35	0	124,35
4	Pasir Pantai	33,52	256,55	39,03	251,04
5	Sawah Tadah Hujan	0	14, 76	0	14, 76
6	Pemukiman	0	264,46	0	264,46
7	Sawah Irigasi	0	182,84	0	182,84

Tabel 3. Luas Limpasan Tsunami *Runup* 8m dan 16m di Desa Parangtritis

No.	Penggunaan Lahan	Runup 8 m (Ha)		Runup 16 m (Ha)	
		Terlimpas	Tidak Tergenag	Terlimpas	Tidak Tergenag
1	Tegalan	14,24	379,13	105,34	288,03
2	Semak	0	87,28	22,83	64,45
3	Rumput	0	124,35	107,36	16,99
4	Pasir Pantai	110,03	180,04	289,25	0,82
5	Sawah Tadah Hujan	0	14,76	11,27	3,49
6	Pemukiman	0,35	264,11	72,87	191,59
7	Sawah Irigasi	4,39	178,45	179,15	3,69

Jalur Evakuasi dan Tempat Evakuasi Sementara (TES) Tsunami

Jalur utama untuk evakuasi Desa Parangtritis adalah Jalan Parangtritis-Depok dan Jalan Depok. Pada beberapa lokasi juga ada pengontrolan arus lalu lintas menuju pantai dan jembatan saat keadaan darurat tsunami. Jalur evakuasi ini didasarkan pada peta kerawanan tsunami Desa Parangtritis dan dilengkapi dengan rambu evakuasi ke zona aman atau TES tsunami. TES tsunami yang diusulkan mengikuti aturan yang ditetapkan oleh BNPB (2012). Sehingga terpilihlah 12 TES tsunami yang cocok untuk evakuasi saat keadaan darurat. TES yang diusulkan memiliki dua tipe yaitu, TES horizontal yang berada di zona aman terletak di perbukitan Desa Parangtritis dan TES vertikal yang berada di zona rawan tsunami berupa gedung berlantai yang luas (gambar 12). Berdasarkan peta kerawanan tsunami, peta skenario limpasan runup tsunami Desa Parangtritis dan syarat TES, maka TES tsunami yang diusulkan dapat diprioritaskan untuk dijadikan rujukan utama warga dalam menyelamatkan diri. Adapun syarat dari BNPB (2012) tentang syarat TES tsunami adalah bangunan yang diusulkan tahan gempa bumi memiliki jumlah lantai yang cukup aman, dan dalam kondisi normal (tidak terjadi bencana tsunami) bangunan tersebut dapat berfungsi sebagai bangunan umum, sehingga memenuhi aspek keberlanjutan (*sustainability*). Untuk lebih jelasnya mengenai TES tsunami dan lokasinya dapat dilihat pada table 4.



Gambar 12. Peta Jalur dan Tempat Evakuasi Desa Parangtritis Kec. Kretek Kab. Bantul D.I. Yogyakarta

Tabel 4. Lokasi Usulan Tempat Evakuasi Sementara (TES) Tsunami Desa Parangtritis

No	Lokasi TES	Prioritas
1	Desa Girijati	1

2	Bulak Mabul	1
3	Makam Syeakh Maulana Magribi	1
4	Makam Syeakh Bela Belu	1
5	Masjid Maulana Magribi	2
6	Klinik Rusi Husada	2
7	Kelurahan Parangtritis	1
8	Masjid Al A'laa	1
9	SMP 2 Kretek	3
10	Masjid Al Ma'un	3
11	Masjid Al Mukhlisin	3
12	Labaratorium Geospasial Parangtritis	3

4. Kesimpulan

Jalur evakuasi utama yang dapat digunakan oleh masyarakat adalah Jalan Parangtritis, Jalan Depok dan Jalan Parangtritis-Depok yang melalui dukuhan di Desa Parangtritis. Jalur evakuasi tersebut juga langsung menuju ke 12 TES tsunami yang diusulkan yaitu Laboratorium Geospasial Parangtritis, Masjid Al Mukhlisin, Masjid al ma'un, SMP 2 Kretek, Kelurahan Parangtritis, Masjid Al A'Laa, Makan Syeakh Bela Belu, Masjid Maulana Magribi, Klinik Rusi Husada, Makam Syeakh Maulana Mahribi, Gerdu Pandang Bulak Mabul, dan Desa Girijati Gunung Kidul. Tempat-tempat tersebut tersebar di semua dukuhan di Desa Parangtritis sehingga masyarakat dapat cepat sampai di TES tsunami sebelum tsunami sampai di darat. Lokasi yang mudah diakses, bangunan yang tinggi, luas, dan dekat dengan lokasi aktivitas warga Desa Parangtritis merupakan tempat yang aman untuk penyelamatan diri saat tsunami datang dengan cepat, sehingga kerugian akibat tsunami dapat diminimalisir.

Daftar Pustaka

- BMKG. 2013. Tsunami. Deputi Bidang Geofisika. [www.bmg.go.id//Deputi Bidang Geofisika](http://www.bmg.go.id//Deputi%20Bidang%20Geofisika) Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika// (16 Oktober 2013).
- BNPB. 2012. Masterplan Pengurangan Risiko Bencana Tsunami. Badan Nasional Pengulanagan Bencana. Jakarta.
- Diposaptono, S. dan Budiman. 2006. Tsunami. Buku Ilmiah Populer. Jakarta.
- _____. 2008. Hidup Akrab dengan Gempa dan Tsunami. Buku Ilmiah Populer. Jakarta.
- DLR. 2010. Peta Bahaya Tsunami untuk Kabupaten Cilacap. GITWS. Cilacap
- GITEWS. 2008. Disaster Awareness in Primary School Modul Tsunami. Depdiknas. Jakarta.
- Mutaqin, B Wahyu. 2009. Pemetaan Tingkat Kerawanan Bencana Tsunami Di Pantai Selatan Kabupaten Cilacap Jawa Tengah. Undip Semarang