

# HAZARD POTENTIAL DISTRIBUTION OF AFFECTED BY THE TSUNAMI IN THE ALONG SOUTH COAST REGION OF MALANG, EAST JAVA

Ajeng Mei Sheila, Sujito, Daeng Achmad Suaidi

Jurusan FMIPA Universitas Negeri Malang

Email : Ajeng.Sheila@gmail.com

## ABSTRACT

Malang in East Java has some beautiful beach, on the other hand the beauty of the coast south of Malang, there are potential disasters because it is located directly opposite the Indian Ocean which is the meeting place of two tectonic plates. The Eurasian Plate and the Indo-Australian plate is tectonically very active and can be the source of the Tsunami disaster. Under these conditions, the coastal region of Malang Regency is an interesting area to study the potential tsunami hazard and early efforts to mitigate. The object of research along the south coast of the eastern part of Malang (Beach Sipelot) to the west (Beach Ngliyep). This study uses modeling the run-up values and the value of the slope with a magnitude determination method of Iida Immamura the three scenarios. Scenario 1 Banyuwangi earthquake epicenter from 5,117216 to 4,846115 m. Scenario 2 Bali earthquake epicenter from 9,362834 to 7,624308 m, and Scenario 3 with the Yogyakarta earthquake epicenter 6,71867 to 5,654428 m. 16 point spread map beach with *Arc GIS program 10.0* to 3 scenario earthquakes south coast of Malang Regency, Tsunami level of the highest to the lowest for the whole coast is Malang 1) Balekambang Beach, 2) Nganteb Beach, 3) Ungapan Beach, 4) Lenggoksono Beach, 5) Sipelot Beach, 6) Bajul Mati Beach, 7) Leter Beach, 8) Ngliyep Beach, 9) Kondang Merak Beach, 10) Wonogoro Beach, 11) Ngudel Beach, 12) Gua Cina Beach, 13) Tamban Beach, 14) Gandol Alas Beach, 15) Clungup Beach and 16) Sendang Biru Beach.

**Keywords:** Malang, Tsunami, scenarios, *run up*, *slope*, *magnitude*, Iida Immamura, *Arc GIS 10.0*, the level of Tsunami

## PENDAHULUAN

Kabupaten Malang di Jawa Timur memiliki beberapa tujuan wisata pantai yang indah. Disisi lain keindahan pantai selatan Malang ini terdapat potensi bencana karena letaknya yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia yang merupakan tempat pertemuan dua lempeng tektonik, yaitu Lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia yang secara tektonik sangat aktif dan dapat menjadi sumber bencana Tsunami. Pantai Banyuwangi yang pernah mengalami landaan tsunami dan bersumber dari samudera Hindia, yaitu tahun 1994<sup>[1]</sup>. Dampak terbesar terjadinya tsunami yang pernah melanda Banyuwangi 3 Juni 1994<sup>[2]</sup>. Kemungkinan terjadi perulangan gempa pembangkit Tsunami di wilayah Kabupaten Malang.

Pantai di wilayah Kabupaten Malang memiliki morfologi landai ataupun terjal dengan bentuk pantai berteluk dan lurus. Hal ini memperbesar dampak gelombang Tsunami yang mungkin melanda di kawasan Kabupaten Malang. Bentuk pantai yang berteluk mengakibatkan pengumpulan energi gelombang Tsunami tinggi dan berlangsung dalam waktu yang cukup lama (Latief, 2005).

Berdasarkan kondisi tersebut, wilayah pesisir Kabupaten Malang merupakan wilayah yang menarik untuk dikaji potensi bahaya Tsunami sebagai upaya awal untuk mitigasi sebelum terjadi Tsunami. Hasil penelitian bertujuan agar dapat memahami karakteristik gelombang Tsunami salah satunya magnitude Tsunami, diharapkan dapat dipergunakan sebagai dasar dan informasi dalam perencanaan dan

pengembangan kawasan pantai, meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap kemungkinan terjadinya Tsunami yang dapat terjadi setiap saat, upaya awal untuk mitigasi sebelum terjadi Tsunami dan mengantisipasi langkah-langkah penyelamatan diri dengan memanfaatkan potensi alami yang dimiliki kawasan pantai.

### METODE EKSPERIMEN

Tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Pengumpulan data sekunder sumber Tsunami dipilih dari kejadian gempabumi Tsunami Banyuwangi 2 Juni 1994 sebagai acuan model. Kemudian penulis membuat tiga skenario gempabumi sebagai sumber Tsunami yang berada di zona subduksi selatan Jawa yang berpotensi menciptakan gempa yang dapat menyebabkan Tsunami. Skenario 1 koordinat  $10^{\circ} 28' 37,2''$  LS  $112^{\circ} 50' 6''$  BT pada 7,8 SR kedalaman 18 km di Banyuwangi<sup>[3]</sup>, skenario 2 koordinat  $9^{\circ} 14' 42''$  LS  $114^{\circ} 11' 6''$  BT di Bali 13 April 1985<sup>[4]</sup> pada 7,0 SR kedalaman 28 km dan  $9^{\circ} 5' 24''$  LS  $110^{\circ} 23' 24''$  BT pada 7,0 SR kedalaman 25 km di Yogyakarta<sup>[5]</sup>. Pemilihan lokasi skenario 1 dan 3 merupakan kejadian gempabumi Tsunami. Sehingga ada kemungkinan suatu saat terjadi perulangan gempa pembangkit Tsunami di sekitar lokasi tersebut. Dilakukan di Stasiun Geofisika Karangates Malang.
2. Skenario menggunakan gempa berkekuatan diatas 6,0 SR seperti kejadian gempabumi Tsunami Banyuwangi dan Yogyakarta.
3. Lokasi pantai observasi yang dipilih sepanjang pantai selatan Kabupaten Malang sebanyak 16 titik pengamatan pantai.
4. Pengamatan karakteristik pantai dilakukan sepanjang daerah penelitian dengan mengamati antara lain morfometri pantai, kekasaran pantai, pulau penghalang, ekosistem pesisir, serta jarak tata lahan pantai di daerah selatan Kabupaten Malang.
5. Daerah simulasi Tsunami pantai Kabupaten Malang seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Luas Daerah Pengamatan

Lokasi	Koordinat (X*Y)	Luas Daerah
Sepanjang pantai Kabupaten Malang	-8.35 S 67,71 km x 112.35 E 12,21 km	826,739 km <sup>2</sup>



Gambar 4.1 Peta Persebaran Titik Pengamatan Pantai Kabupaten Malang Terhadap Tiga Skenario Gempabumi

6. Kontur wilayah landaan hasil *overlay* dengan peta dasar Kabupaten Malang menggunakan *software Arc GIS 10.0*<sup>[6]</sup> menunjukkan peta resiko Tsunami yang komprehensif
7. Nilai magnitudo dari perhitungan lapangan NOAA, *run up*, slope, delta dan menggunakan rumus empiris Iida Imamura sebagai berikut<sup>[7]</sup>.

$$m = a + b \log S; b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X \sum Y)}{(n \sum X^2) - (\sum X)^2};$$

$$a = \frac{(\sum X^2 \sum Y) - (\sum X Y \sum X)}{(n \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

m : Magnitude tsunami S : Slope dasar laut ( H/Δ) a,b : Konstanta, n : banyak titik *run up* lapangan

- Hasil perhitungan *run up* Tsunami, Iida-Imamura(1956)mengestimasi tingkat skala Tsunami berdasarkan tinggi maksimum *run-up* tsunami, sebagai berikut.

Tabel 3.2 Skala Tsunami Terhadap Nilai Run Up

Skala <i>Magnitude</i>	Run Up (m)
1	< 0,75
2	0,75 - 2
3	2 - 6
4	6 - 16
5	> 16

- Nilai kerentanan pantai sesuai dengan faktor mendapatkan skala nilai 1 yaitu pantai teluk, landai, dan terjal ; pasir halus hingga sedang; tidak pulau penghalang; tidak mangrove; tata lahan dekat; tidak bernukit tidak vegetasi dan 0 jika karakteristik pantai tidak sesuai.
- Penjumlahan hasil tingkat kerawanan dan kerentanan dengan perhitungan statistik nilai kuartil atas (Q<sub>3</sub>) sebagai tingkat Tsunami tinggi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Nilai *run up* Tsunami di sepanjang pantai selatan Kabupaten Malang, skenario 1 dengan episenter gempa bumi Banyuwangi 5,117216 - 4,846115 m. Skenario 2 dengan episenter gempa bumi Bali 9,362834 – 7,624308 m, dan Skenario 3 dengan episenter gempa bumi Yogyakarta 6,71867 – 5,654428 m.

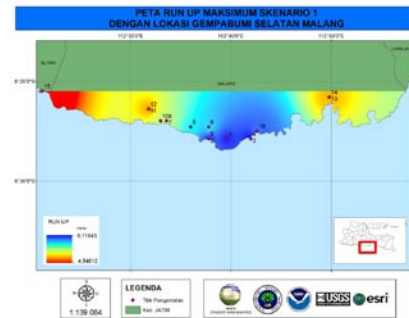
## Pembahasan

Penentuan nilai magnitudo Tsunami dalam penelitian ini menggunakan hasil perhitungan dengan rumus empiris Iida Imamura dari data *run up* lapangan. Kondisi yang terukur nilai *run up* saat itu adalah wilayah Jawa bagian selatan. Kesimpulan persamaan yang didapatkan bisa memberikan definisi tentang magnitudo Tsunami pantai selatan Jawa berdasarkan perbandingan jarak dari titik observasi ke episenter dengan kedalaman air laut.

$$m = 5,613153 + 2,955958 \log S$$

Berikut hasil *overlay* tingkat kerawanan pantai kabupaten Malang dengan menggunakan *Arc Gis 10.0* terhadap masing-masing skenario.

- Skenario episenter gempa bumi Banyuwangi  
Koordinat 10° 28' 37,2" LS 112° 50' 6" BT pada 7,8 SR kedalaman 18 km di Banyuwangi

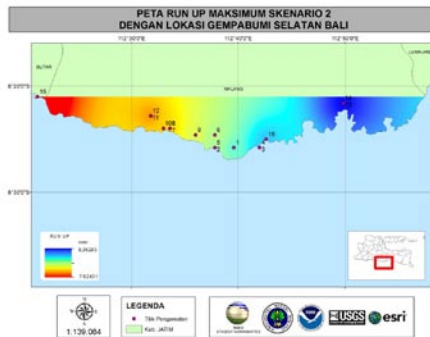


Gambar 4.1 Peta Run Up Maksimum Skenario 1 dengan Lokasi Gempabumi Selatan Malang

Menunjukkan bahwa daerah yang paling besar terkena dampak terjadinya bencana Tsunami dengan episenter gempa dengan magnitudo 7.8 SR adalah pantai Gua Cina dengan landaan *run up* 5,104393 m, pantai Ungapan dengan landaan *run up* 5,1043 m, pantai Clungup dengan landaan *run up* 5,110522 m, pantai Leter dan Tamban dengan landaan *run up* 5,117216, pantai Sendang Biru dengan landaan *run up* 5,089297 m.

- Skenario episenter gempa bumi Bali

Koordinat 9° 14' 42" LS 114° 11' 6" BT di Bali 13 April 1985 pada 7,0 SR kedalaman 28 km

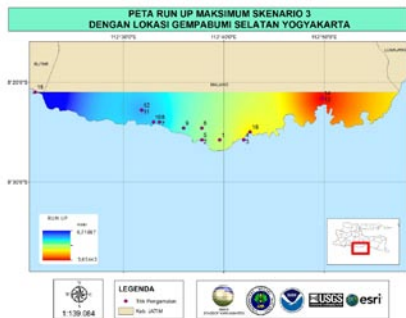


**Gambar 4.19 Peta Run Up Maksimum Skenario 2 dengan Lokasi Gempabumi Selatan Bali**

Menunjukkan bahwa daerah yang paling besar terkena dampak terjadinya bencana Tsunami dengan episenter gempa Bali dengan magnitudo 7 SR adalah Pantai Lenggoksono dan Sipelot dengan landaan *run up* 9,362834 m.

3. Skenario episenter gempabumi Yogyakarta

Koordinat 9° 5' 24" LS 110° 23' 24" BT pada 7,0 SR kedalaman 25 km di Yogyakarta



**Gambar 4.20 Peta Run Up Maksimum Skenario 3 dengan Lokasi Gempabumi Selatan Yogyakarta**

Analisis data di atas menyimpulkan bahwa daerah yang paling besar terkena dampak terjadinya bencana Tsunami dengan episenter gempa Yogyakarta dengan magnitudo 7 SR adalah pantai Ngliyep dengan landaan *run up* 6,71867 m dan pantai Balekambang dan Kondang Merak dengan landaan *run up* 6,270214 m.

Tingkat Tsunami paling tinggi hingga paling rendah untuk pantai sepanjang Kabupaten Malang adalah 1) Pantai Balekambang, 2) Pantai Nganteb, 3) Pantai Ungapan, 4) Pantai Lenggoksono, 5) Pantai Sipelot, 6) Pantai Bajul Mati, 7) Pantai Leter, 8) Pantai Ngliyep, 9) Pantai Kondang Merak, 10) Pantai Wonogoro, 11) Pantai Ngudel, 12) Pantai Gua Cina, 13) pantai Tamban, 14) Pantai Gandol Alas, 15) Pantai Clungup dan 16) Pantai Sendang Biru.

Upaya mitigasi yang bisa dilaksanakan sebelum Tsunami terjadi sebagai berikut.

a. Pembuatan Jalur Hijau

Sepanjang pantai di daerah Kabupaten Malang belum dijumpai penanaman pohon keras seperti pohon waru atau cemara pantai. Keberadaan jalur hijau tersebut dapat berfungsi sebagai pelindung pantai. Selain dapat mengurangi abrasi pantai dapat pula menjadi penahan terhadap energi gelombang Tsunami serta mengurangi laju benda-benda pantai yang terbawa oleh gelombang Tsunami, sehingga mengurangi resiko kerusakan yang dapat terjadi akibat Tsunami.

b. Pelindung Pantai Buatan

Dinding pantai dan pemecah gelombang dibangun bertujuan untuk mengamankan wilayah pantai, pemukiman dan bangunan lainnya dari abrasi akibat hempasan ombak dan arus sepanjang pantai. Saat penelitian sepanjang pantai Kabupaten Malang belum ada sama sekali pantai yang memiliki pelindung pantai buatan tersebut. Akan lebih baik apabila berupa bongkahan batuan terikat secara kuat, misalnya dengan konstruksi beton yang kokoh, sehingga apabila dilanda Tsunami, selain dapat meredam gelombang, keberadaannya tidak akan menimbulkan bencana baru. Bongkah-bongkah batuan yang lepas akan dengan mudah terbawa oleh gelombang Tsunami yang kuat dan menjadi alat penghancur yang sangat mematikan apabila menimpa rumah-rumah penduduk dan sangat berbahaya

menimpa manusia. Dinding pantai akan lebih efektif apabila dibuat lebih tinggi dari 2 meter untuk mengantisipasi gelombang, dan sedikitnya akan membelokkan gelombang sehingga akan memperkecil dampak kerusakan yang ditimbulkannya.

#### c. Papan Peringatan

Di kawasan pantai sebaiknya dipasang papan peringatan yang bertujuan menginformasikan sejak dini jika pantai tersebut berpotensi Tsunami. Selain itu juga, supaya pengunjung (wisatawan) waspada terhadap surut laut secara tiba-tiba dan gelombang besar sewaktu-waktu dapat terjadi. Penelitian sepanjang pesisir pantai wilayah Kabupaten Malang hanya Pantai Ngliyep yang sudah memperhatikan pentingnya papan peringatan waspada Tsunami.

#### Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

Tingkat Tsunami paling tinggi hingga paling rendah untuk pantai sepanjang Kabupaten Malang adalah 1) Pantai Balekambang, 2) Pantai Nganteb, 3) Pantai Ungapan, 4) Pantai Lenggoksono, 5) Pantai Sipelot, 6) Pantai Bajul Mati, 7) Pantai Leter, 8) Pantai Ngliyep, 9) Pantai Kondang Merak, 10) Pantai Wonogoro, 11) Pantai Ngudel, 12) Pantai Gua Cina, 13) pantai Tamban, 14) Pantai Gandol Alas, 15) Pantai Clungup dan 16) Pantai Sendang Biru.

#### Saran

1. Perlu dilakukan upaya mitigasi bencana Tsunami terhadap daerah-daerah pantai yang berpotensi terkena bahaya landaan Tsunami yaitu penataan kawasan pantai dengan pembuatan jalur evakuasi, perlindungan lingkungan terhadap Tsunami baik perlindungan buatan (pemecah ombak) atau perlindungan alami (vegetasi mangrove) di pantai selatan Kabupaten Malang.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan data lebih lengkap (data patahan, *bathymetry* dan lain lain) sehingga diperoleh pemodelan Tsunami yang lebih lengkap.

#### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Stasiun Geofisika Karangates Malang. 2014. Geofisika Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. Malang: Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika
- [2] Supartoyo dan Surono. 2008. Katalog Gempabumi Merusak di Indonesia tahun 1629 – 2007 (Edisi Ketiga). Bandung: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi
- [3] United State Geological Survey (USGS) 1994. 2010. *USGS-NEIC Earthquake Catalogue*. [www.earthquake.usgs.gov](http://www.earthquake.usgs.gov)
- [4] National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 1985. *NOAA Catalogue*. [www.NOAA.gov](http://www.NOAA.gov)
- [5] Badan Meteorologi Geofisika. *Katalog Gempabumi di Indonesia tahun 1970-2006*. Jakarta: BMKG
- [6] Stasiun Geofisika. 2014. *Penentuan Episenter Gempabumi dengan Menggunakan Program Arc GIS 10.0*. Malang: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Karangates
- [7] Supriyadi. 2009. Laporan Kerja Penentuan Magnitude Tsunami Dengan Metode Iida Immamura (Studi Kasus Tsunami Pangandaran 17 Juli 2006). Jakarta : Akademi Meteorologi Dan Geofisika