

**PEMETAAN RISIKO BENCANA TSUNAMI BERBASIS SISTEM INFORMASI  
GEOGRAFIS (SIG) DI DESA TANGKAS KLUNGKUNG**

Ariany Frederika<sup>1</sup>, Made Adi Supariarta<sup>2</sup>, Yosia Oscar<sup>2</sup>, I Wayan Ary K Gayana<sup>2</sup>, Desiderius I Putu Rinaldy<sup>2</sup>, Kevin Giustozzi<sup>2</sup>, Putu Bagus Raditya Sakti Rucika<sup>2</sup>, Zico Paskah Vianney<sup>2</sup>, Jimmy Immanuel Ambarita<sup>2</sup>, Edwardo Krisna Sembiring<sup>2</sup>, Putu Adina Candra Nugrahani<sup>2</sup>, Anak Agung Putri Budiartini<sup>2</sup>,

<sup>1,2</sup>*Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Udayana, Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali 80361, Indonesia*

Email: <sup>1</sup>[arianyfrederika@unud.ac.id](mailto:arianyfrederika@unud.ac.id)

**ABSTRAK:** Desa Tangkas adalah sebuah area seluas 2,47 km<sup>2</sup> yang terletak di Kabupaten Klungkung, Bali sekaligus menjadi Kawasan Rawan Bencana Erupsi (KRB I) Gunung Agung. Lokasinya yang dilintasi Sungai Unda dan dekat dengan pesisir pantai menjadikan daerah ini memiliki nilai tambah dalam kerentanan Tsunami. Selain itu, keterpaparan tsunami juga dapat diamati berdasarkan ketinggian dan kelandaian lereng yang dimiliki. Dengan demikian, tujuan penelitian ini melakukan pemetaan tingkat bahaya bencana tsunami yang diperlukan sebagai salah satu sarana dalam pengurangan risiko bencana di tingkat desa sesuai dengan Peraturan Kepala BNPB No.1 Tahun 2012 tentang Desa Tangguh Bencana. Proses pemetaan dilakukan menggunakan peta model elevasi digital dan peta wilayah yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial. Metode yang dipergunakan adalah *overlay* dan skoring. Analisis pemetaan tiap parameter risiko bencana secara digital yang dilakukan menghasilkan peta zona dan indeks keterpaparan bencana tsunami di Desa Tangkas sebagai rekomendasi pemetaan jalur evakuasi dan pembangunan infrastruktur desa.

**Kata Kunci:** *Desa Tangkas, Keterpaparan, SIG, Tsunami*

***TSUNAMI RISK MAPPING BASED ON GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) IN  
TANGKAS VILLAGE***

**ABSTRACT:** *Tangkas Village is an area of 2.78 km<sup>2</sup> located in Klungkung Regency, Bali which is also a Mount Agung Eruption Hazard Area (KRB I). Its location which is crossed by the Unda River and close to the coast makes this area an added value in terms of Tsunami vulnerability. In addition, tsunami exposure can also be observed based on the height and slope of the slope. Thus, tsunami disaster risk mapping is needed as a tool for disaster risk reduction at the village level in accordance with BNPB Head Regulation No. 1 of 2012 concerning Disaster Resilient Villages. The mapping process is carried out using a digital elevation model map and an area map obtained from the Geospatial Information Agency. The method used is overlay and scoring. The digital mapping analysis for each parameter of disaster risk that was carried out produced a zone map and tsunami exposure index in Tangkas Village as a recommendation for mapping evacuation routes and developing village infrastructure.*

**Kerywords:** *Tangkas Village, Exposure, GIS, Tsunami*

## PENDAHULUAN

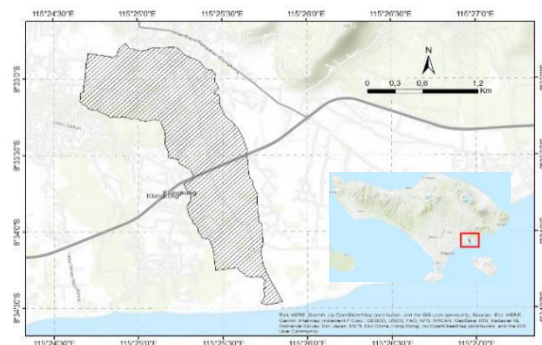
Indonesia berada pada posisi yang terapat tiga lempeng dunia, yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik yang rawan mengalami pergeseran (Nurjanah et al., 2012). Akibatnya, 80% dari wilayah Indonesia berada pada daerah rentan aktivitas seismik yaitu gempa bumi. Dalam hal ini, energi yang dilepaskan dari gempa bumi menimbulkan gangguan di dasar laut yang selanjutnya menyebabkan ancaman bahaya sekunder berupa tsunami (Wibowo et al., 2017). Bencana ini terbentuk dari sebaran pergerakan ombak ke berbagai arah (atas, bawah, samping) akibat gerakan vertikal gelombang air.

Tsunami menjadi sebuah risiko besar bagi keselamatan dan harta benda masyarakat sesuai dengan skala yang terjadi. Selain dampak langsung, terdapat berbagai aspek yang berisiko mengalami hambatan, salah satunya perekonomian yang erat kaitannya dengan pembangunan nasional. Hal ini diperparah dengan lokasi geografis Indonesia yang memiliki garis pantai yang panjang. Akibatnya, bencana yang terjadi pada daerah pesisir ini menjadi bencana alam yang paling banyak dikaji (Sambah et al., 2019).

Salah satu daerah rentan tsunami di Indonesia adalah Provinsi Bali (Pratama, 2017). Hal ini dikarenakan Bali memiliki tingkat kegempaan yang cukup tinggi terkait subduksi lempeng di bawah Paparan Sunda dan aktivitas tepian lempeng benua Australia serta kelanjutan garis Busur Sunda ke arah timur yang bertemu dengan Busur Banda. Efek dari pergerakan lempeng tersebut adalah adanya tipe tektonik yang menjadi ciri sistem subduksi. Akibatnya, hampir seluruh wilayah pesisir Bali menjadi daerah yang rawan akan adanya aktivitas tektonik. Pantai utara Bali mengalami struktur sesar aktif yang selanjutnya merupakan *Flores Back Arc Thrust* sedangkan pantai selatan Bali mengalami zona subduksi lempeng (BNPB, 2012). Di bawah Pulau Bali terdapat zona gempa bumi berupa slab dengan kedalaman 100 km dan kemiringannya mencapai  $65^\circ$  dengan jangkauan sampai kedalaman 650 km di bawah bagian utara Pulau Bali (BMKG, 2017).

Terletak di daerah pantai selatan Bali, Desa Tangkas yang menjadi Kawasan Rawan Bencana Erupsi (KRB I) Gunung Agung juga rentan terhadap tsunami (Kertawidana, 2019). Hal ini dikarenakan wilayahnya yang dilewati oleh Sungai Unda dan di sekitarnya terdapat permukiman penduduk serta posisinya yang dekat dengan pesisir pantai. Maka dari itu diperlukan sebuah upaya mitigasi dengan membuat peta keterpaparan terhadap tsunami sebagai instrumen pendukung mitigasi bencana sesuai Peraturan Kepala BNPB No. 1 Tahun 2012 tentang Desa Tangguh Bencana. Pemetaan paparan tsunami terhadap permukiman juga dapat dijadikan acuan kesiapsiagaan bencana dan meminimalisir efek kerugian dari tsunami. Inisiatif ini dapat dilaksanakan dengan memusatkan proses mitigasi pada daerah permukiman yang sangat rentan mengalami tsunami (Hadi & Astrid, 2017).

Pemetaan keterpaparan dilakukan menggunakan peta model elevasi digital (DEM) dan peta wilayah yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial. Parameter yang akan diamati untuk mendukung pemetaan peta keterpaparan bencana tsunami yaitu jarak dari garis pantai, ketinggian, kelandaian lereng dan jarak dari sungai. Faktor yang mempengaruhi paparan tsunami adalah permukiman penduduk yang merupakan unsur paling berbahaya. Tujuan penelitian ini melakukan pemetaan bahaya tsunami terhadap tingkat ancaman bencana tsunami dan tingkat keterpaparan permukiman desa Tangkas menggunakan teknik *overlay* dan skoring.



Gambar 1. Peta Daerah Penelitian yang menunjukkan Wilayah Desa Tangkas

**METODE**

**Lokasi Penelitian**

Wilayah penelitian ini adalah desa tangkas yang berada di Kabupaten Klungkung, Bali, dengan koordinat 8.557186°LS 115.420883°BT dan luas area sebesar 2,47 km<sup>2</sup>. Peta desa dapat dilihat pada Gambar 1.

**Pengambilan Data**

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) berupa peta model elevasi digital (DEM) dan peta per wilayah.

**Skoring**

Skoring dan pembobotan dilakukan pada tiap parameter yang dapat meningkatkan risiko tsunami (Subardjo & Ario, 2016). Nilai-nilai yang digunakan menentukan pengaruh tiap parameter ketika melakukan *overlay* (Adininggar et al., 2016). Skor tinggi yang memiliki bobot lebih besar akan memberikan pengaruh kuat terhadap hasil peta risiko. Skoring yang digunakan mengacu pada hasil modifikasi skor (Faiqoh et al., 2013) oleh (Akbar et al., 2020), dimana penggunaan lahan tidak diperhitungkan sebagai parameter.

Tabel 1. Skor dan bobot dan tiap parameter

Parameter	Kelas	Skor (s)	Bobot (b)	Kerentanan
Jarak dari pantai	0-500 m	5	30	Sangat Tinggi
	501-1000 m	4		Tinggi
	1001-1500 m	3		Sedang
	1501-3000 m	2		Rendah
	>3000 m	1		Sangat Rendah
Ketinggian	<10 m	5	30	Sangat Tinggi
	11-25 m	4		Tinggi
	26-50 m	3		Sedang
	51-100 m	2		Rendah
	>100 m	1		Sangat Rendah
Wilayah lereng	0-2 %	5	25	Sangat Tinggi
	3-5 %	4		Tinggi
	6-15 %	3		Sedang
	16-40 %	2		Rendah
	>40 %	1		Sangat Rendah
Jarak dari sungai	0-100 m	5	15	Sangat Tinggi
	101-200 m	4		Tinggi
	201-300 m	3		Sedang
	301-500 m	2		Rendah
	>500 m	1		Sangat Rendah

Sumber: (Akbar et al., 2020)

**Overlay**

Peta zona bahaya dihasilkan dari kombinasi beberapa *layer* yang terdiri dari parameter-parameter kerentanan tsunami. Penggabungan bertujuan untuk menggambarkan pengaruh dari tiap parameter terhadap kerentanan wilayah yang dikaji. Adapun proporsi tiap parameter dijelaskan dengan hubungan sebagai berikut.

$$\sum s \times b = \text{skor tingkat bahaya bencana} \quad (1)$$

Skor dibagi dalam 3 kelas ancaman yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Tiap kelas tersebut dihitung persentase luasnya terhadap keseluruhan wilayah sebagai indeks bahaya.

$$\text{indeks bahaya\%} = \frac{\text{luas kelas ancaman}}{\text{luas wilayah}} \quad (2)$$

Peta hasil analisis dipotong dengan peta permukiman sebagai *element at risk* dalam penelitian ini. Hasil pengolahan data diinterpretasikan dengan deskripsi analisis spasial agar zona dapat digambarkan dengan jelas (Santius, 2015). Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

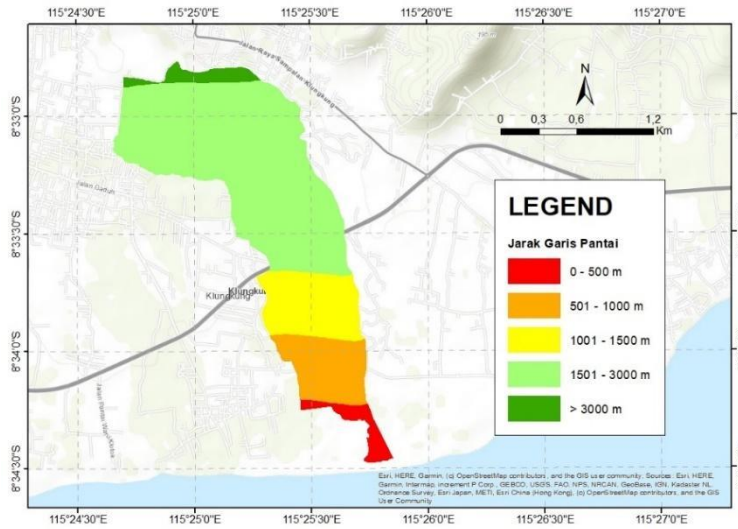


Gambar 2. Alur proses penentuan zona keterpaparan permukiman terhadap tsunami di Desa Tangkas

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Parameter Bahaya Tsunami**

Kerentanan/risiko tsunami dapat dinilai dengan beberapa parameter yaitu ketinggian, jarak dari garis pantai, wilayah lereng (kemiringan), serta jarak dari sungai.



Gambar 3. Peta Jarak Garis Pantai

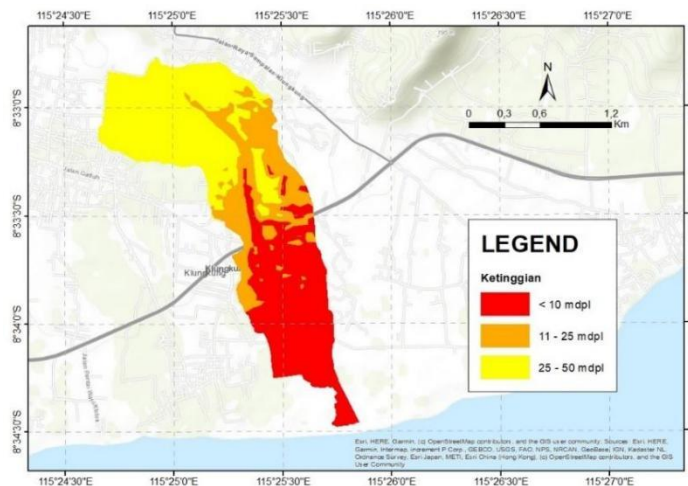
**Jarak dari Garis Pantai**

Pemetaan jarak daerah dari garis pantai sesuai Gambar 3 dibagi ke dalam lima kelas, dengan batas-batas sejauh 500m, 1000m, 1500m, 3000m, dan lebih dari 3000m. Kerentanan paling tinggi ada pada jarak terdekat yaitu 0-500m dan terendah pada jarak 3000m ke atas (Oktaviana et al., 2020). Hasil pemetaan yang dijabarkan dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa wilayah di Desa Tangkas didominasi oleh jarak 1500-3000meter, sebesar 65,11% dengan luas 1,608085 km<sup>2</sup>.

Tabel 2. Hasil klasifikasi pada parameter jarak garis pantai di Desa Tangkas

Kelas	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentas e
0-500 m	0,089833	3,64%
501-1000 m	0,306407	12,41%
1001-1500 m	0,375423	15,20%
1501-3000 m	1,608085	65,11%
>3000 m	0,090118	3,65%

Sumber: Hasil Analisis (2022)



Gambar 4. Wilayah Ketinggian

**Wilayah Ketinggian**

Daerah yang paling rendah memiliki risiko paling tinggi untuk tergenang dan

terdampak sapuan tsunami (Akbar et al., 2020). Sesuai dengan hasil pemetaan pada Gambar 4, wilayah Desa Tangkas seluruhnya berada pada

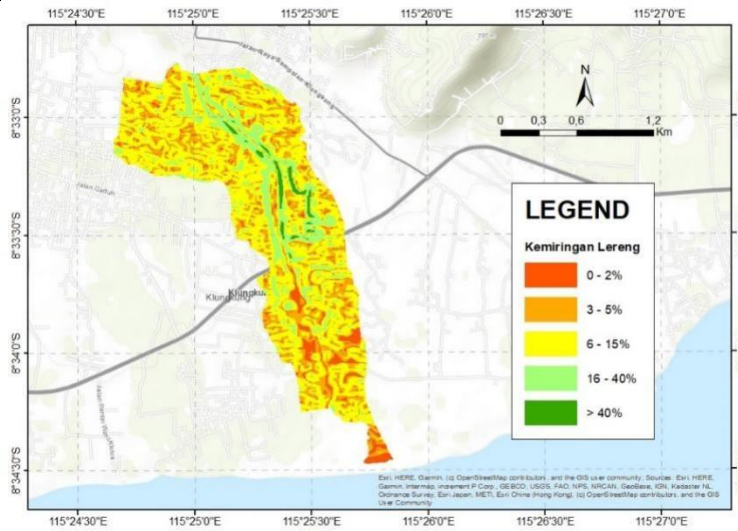
ketinggian di bawah atau sama dengan 50 mdpl. Dengan demikian, Desa Tangkas dapat dibagi ke dalam tiga kelas sesuai Tabel 3. Dominasi kelas ada pada ketinggian 25-50 mdpl dengan cakupan 42% area Desa Tangkas

11-25 mdpl	0,562774	22,79%
25-50 mdpl	1,0383	42,04%

Sumber: Hasil Analisis (2022)

Tabel 3. Hasil klasifikasi pada parameter wilayah ketinggian di Desa Tangkas

Kelas	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase
0-10 mdpl	0,86875	35,17%



Gambar 5. Kemiringan Lereng

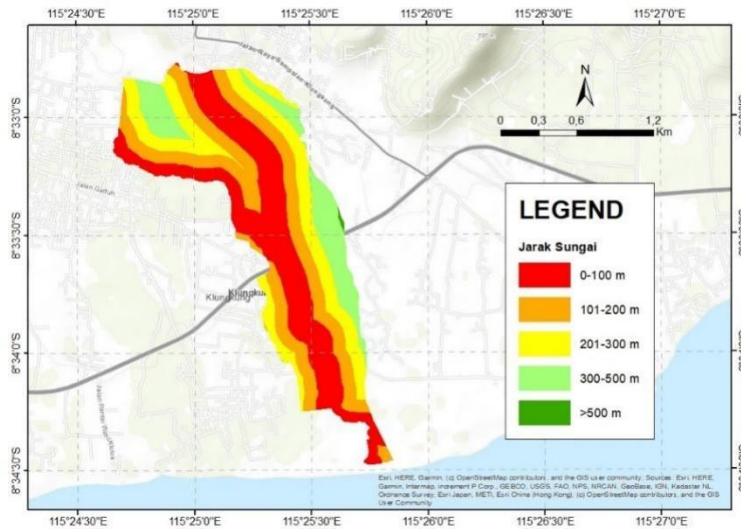
**Kemiringan Lereng**

Kemiringan lereng memiliki hubungan negatif terhadap ketinggian (*run up*) dari gelombang tsunami. Dalam hal ini kemiringan yang landai seperti dataran pesisir akan menghasilkan ketinggian tsunami yang lebih besar (Fachri et al., 2022). Kemiringan lereng dibagi menjadi lima kelas yaitu kemiringan 0%-2%, 3%-5%, 6%-15%, 15%-40%, dan >40%, sehingga diperoleh peta pada Gambar 5. Berdasarkan jабaran hasil pemetaan pada Tabel 4, kemiringan lereng di Desa Tangkas didominasi kelas 6-15% yang berarti kemiringan lerengnya tidak begitu landai dan tidak begitu curam dengan persentase 55.14% yaitu seluas 0,339553 km<sup>2</sup>.

Tabel 4. Hasil klasifikasi pada parameter kemiringan lereng di Desa Tangkas

Kelas	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase
0-2%	0,179438	7,27%
3-5%	0,551409	22,34%
6-15%	1,361001	55,14%
16-40%	0,339553	13,76%
>40%	0,037077	1,50%

Sumber: Hasil Analisis (2022)



Gambar 6. Jarak dari Sungai

### Jarak dari Sungai

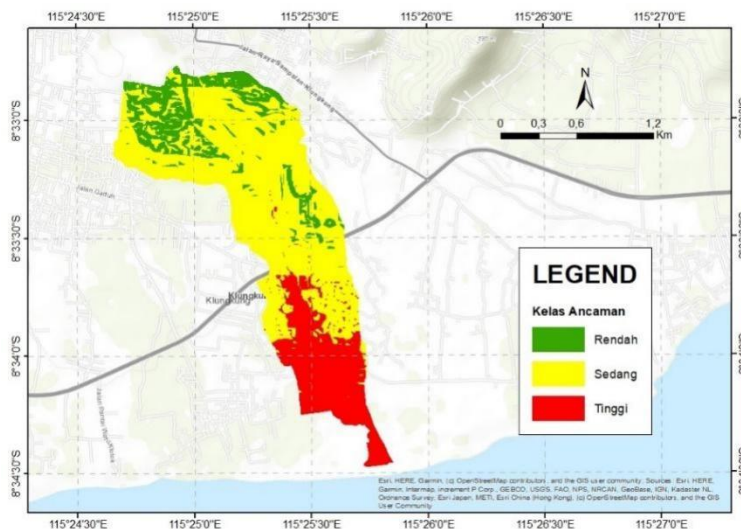
Daerah sungai cenderung lebih rendah dibanding dataran di sekitarnya. Selain itu, daerah sungai yang bermuara di pesisir menjadi faktor risiko yang tinggi sebab dapat menjadi jalur untuk mencapai daratan yang lebih jauh (Oktaviana et al., 2020). Dalam pemetaan Desa Tangkas, dilakukan dengan membuat 5 kelas, dengan batas 100 m, 200 m, 300 m, dan 500 m. Dominasi warna merah pada Gambar 6 adalah aliran Sungai Unda dan anak sungai yang melintasi Desa Tangkas. Hasil penjabaran Tabel 5 menunjukkan daerah desa yang didominasi

kelas 0-100 m, sekaligus berarti parameter ini memiliki kerentanan tinggi.

Tabel 5. Hasil klasifikasi pada parameter jarak dari sungai di Desa Tangkas

Kelas	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase
0-100 m	0,83403	33,77%
101-200 m	0,725357	29,37%
201-300 m	0,550845	22,30%
301-500 m	0,355506	14,39%
>500 m	0,004127	0,17%

Sumber: Hasil Analisis (2022)



Gambar 7. Peta Zona Bahaya Tsunami

### Tingkat Bahaya Tsunami

Berdasarkan hasil seluruh peta untuk tiap parameter, zona bahaya tsunami Desa Tangkas

dijelaskan dalam 3 kelas yaitu ancaman rendah, sedang, dan tinggi sesuai Gambar 7. Dominasi zona yang ada di Desa Tangkas adalah kelas

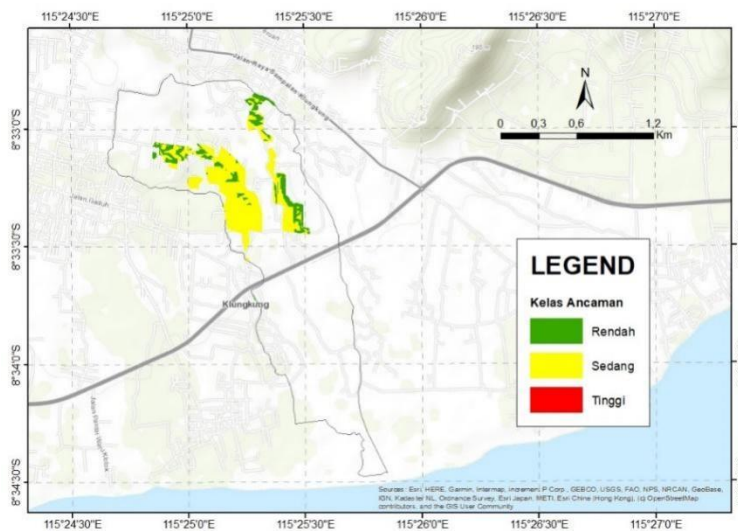
ancaman sedang dengan luas area (indeks) bahaya tsunami sebesar 62,86% atau 1,551681 km<sup>2</sup>. Diikuti dengan kelas ancaman tinggi pada bagian selatan desa yang dekat dengan pesisir sebesar 21,29%, sedangkan kelas rendah ada pada bagian utara desa dengan indeks sebesar 15,85% dengan luasan yang dapat diamati pada Tabel 6. Dengan kata lain, Desa Tangkas adalah daerah yang memiliki kerawanan sedang akibat pengaruh dari jarak dengan garis pantai jumpai, dataran rendah di bawah 50 mdpl dengan

kelerengan yang tidak terlalu curam atau landai, dan aliran Sungai Unda yang melintas membagi Desa Tangkas.

Tabel 6. Tingkat Bahaya Tsunami

Kelas	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase
Rendah	0,391235	15,85%
Sedang	1,551681	62,86%
Tinggi	0,525567	21,29%

Sumber: Hasil Analisis (2022)



Gambar 8. Peta Keterpaparan Permukiman terhadap Tsunami

**Zona Keterpaparan Bahaya Tsunami pada Permukiman Desa**

Hasil kombinasi peta zona bahaya tsunami desa dengan permukiman desa yang dihasilkan adalah sesuai Gambar 8 dan Tabel 7. Terlihat bahwa permukiman didominasi dengan kelas ancaman sedang dengan luas 0,254546 km<sup>2</sup> atau 76,42% dari seluruh area permukiman. Dominasi zona bahaya tersebut ada pada permukiman yang dibangun dekat Sungai Unda

ancaman bencana tsunami tingkat sedang dengan indeks 62,86%. Dominasi ini mengarah pada kesimpulan bahwa risiko bencana tsunami Desa Tangkas masuk dalam kategori sedang. Adapun parameter utama yang meningkatkan risiko bencana adalah ketinggian yang hampir secara merata memenuhi tiap kelas yang lebih rendah dari 50 mdpl dan jarak sungai yang didominasi kelas ancaman tinggi yaitu 0-100 m. Selain itu diketahui bahwa zona keterpaparan permukiman terhadap bencana ada pada kelas ancaman sedang dengan indeks 76,42% sebab risiko tsunami terbesar ada di area pesisir pantai yang sekaligus menjadi hilir Sungai Unda terletak cukup jauh.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini adalah salah satu bagian dalam pelaksanaan Proyek Kemanusiaan Mitigasi Bencana Desa Tangkas tahun 2022 yang didanai melalui program Merdeka Belajar-

Tabel 7. Tingkat Bahaya Tsunami

Kelas	Luas (km <sup>2</sup> )	Persentase
Rendah	0,078543	23,58%
Sedang	0,254546	76,42%

Sumber: Hasil Analisis (2022)

**SIMPULAN**

Berdasarkan hasil pemetaan bahaya tsunami, wilayah Desa Tangkas memiliki zona

Kampus Merdeka (MBKM) Universitas Udayana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adininggar, F. W., Suprayogi, A., dan Wijaya, A. P. 2016. Pembuatan Peta Potensi Lahan Berdasarkan Kondisi Fisik Lahan menggunakan Metode Weighted Overlay. *Jurnal Geodesi Undip* 5, 2. p.136-146.
- Akbar, F. S., Vira, B. A., Doni, L. R., Putra, H. E., dan Efriyanti, A. 2020. Aplikasi Metode Weighted Overlay untuk Pemetaan Zona Keterpaparan Permukiman Akibat Tsunami (Studi Kasus: Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah). *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing* 1, 1. p.43-51. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i1.17>
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2017. *Gempabumi*. Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika Wilayah III.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2012. *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*.
- Fachri, H. T., Malik, Y., dan Murtianto, H. 2022. Pemetaan Tingkat Bahaya Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Pesisir Kota Bengkulu. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha* 10, 2. p.166-178. <https://doi.org/10.23887/jjjpg.v10i2.43541>
- Faiqoh, I., Lumban-Gaol, J., dan Ling, M. M. 2013. Vulnerability Level Map of Tsunami Disaster in Pangandaran Beach, West Java. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences* 10, 2. p.90-103.
- Hadi, F. dan Astrid, D. 2017. Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Zona Keterpaparan Permukiman Terhadap Tsunami Studi Kasus: Kota Pariaman, Sumatera Barat. *Seminar Nasional Geomatika 2017*. p.317-324.
- Kertawidana, I. D. K. 2019. Kesiapsiagaan Pemerintah Daerah Provinsi Bali dalam Penanggulangan Bencana Erupsi Gunung Agung dan Menghadapi Potensi Ancaman Tsunami. *Universitas Pertahanan*. Bogor.
- Nurjanah, Sugiharto, R., Kuswanda, D., dan Adikoesoemo, S. B. P. 2012. *Manajemen Bencana*. Alfabeta. Bandung.
- Oktaviana, Dewi, P. U., Wahdini, M., Prasiarnatri, N., Alghifarry, M. B., dan Utami, N. A. 2020. Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Zona Tingkat Bahaya Dan Keterpaparan Permukiman Terhadap Tsunami Kota Denpasar. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing* 1, 2. p.80-88. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i2.28>
- Pratama, W. P. 2017. Pemetaan Bahaya Tsunami dan Dampaknya Terhadap Infrastruktur di Daerah Teluk Benoa Provinsi Bali. *Universitas Brawijaya*. Malang.
- Sambah, A. B., Miura, F., Guntur, Sunardi, dan Febriana, A. F. 2019. Geospatial model of physical and social vulnerability for tsunami risk analysis. *International Journal of GEOMATE* 17,63. p.29-34. <https://doi.org/10.21660/2019.63.4684>
- Santius, S. H. 2015. Pemodelan Tingkat Risiko Bencana Tsunami pada Permukiman di Kota Bengkulu Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Permukiman* 10, 2. p.92-105.
- Subardjo, P. dan Ario, R. 2016. Uji Kerawanan Terhadap Tsunami Dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) Di Pesisir Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis* 18, 2. p.82-97. <https://doi.org/10.14710/jkt.v18i2.519>
- Wibowo, T. W., Mardiatno, D., dan Sunarto, S. 2017. Pemetaan Risiko Tsunami terhadap Bangunan secara Kuantitatif. *Majalah Geografi Indonesia* 31, 2. p.68-78. <https://doi.org/10.22146/mgi.28044>