

PENERAPAN METODE *WEIGHTED OVERLAY* DALAM ANALISIS TINGKAT KERENTANAN BENCANA TSUNAMI DI KECAMATAN UJUNG BULU KABUPATEN BULUKUMBA

Andi Tenri Khalik Jabbar^{1*}, Ilham Alimuddin², Nurul Istiqamah Ulil Albab¹

¹Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
Jl. Sultan Alauddin No. 63, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia. 92113

²Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino KM. 6, Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia. 92171

*E-mail: anditenrikjabbar@gmail.com

Abstrak: Sempadan pantai merupakan wilayah daratan yang paling dekat dengan laut sehingga sangat rentan dengan bencana seperti tsunami. Menurut sejarah, Kecamatan Ujung Bulu sebagai bagian dari Kabupaten Bulukumba pernah mengalami bencana Tsunami pada tahun 1820. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu sebagai salah satu upaya mitigasi yang dapat dilakukan. Metode analisis yang digunakan adalah *weighted overlay* dengan memanfaatkan teknik tumpang susun (*overlay*), *scoring*, dan pembobotan pada peta jarak dari garis pantai, jarak dari sungai, ketinggian, dan kemiringan lereng dengan menggunakan teknologi GIS. Hasil penelitian ini mengelompokkan kerentanan terhadap bencana tsunami di Kecamatan Ujung Bulu dalam 3 tingkatan kerentanan tsunami yaitu kerentanan tinggi 49,43%, kerentanan sedang 35,14%, dan kerentanan rendah 15,43%.

Kata Kunci: bencana tsunami; mitigasi; sempadan pantai; *weighted overlay*

Abstract: The coastline is the land area that closest to the sea, so it is very vulnerable to disasters such as tsunami. Historically, Ujung Bulu sub-district as part of Bulukumba Regency experienced a Tsunami disaster in 1820. This study aims to predict the level of tsunami vulnerability in Ujung Bulu District as one of the mitigation efforts that can be done. The analytical method used is a weighted overlay by utilizing overlay, scoring, and weighting on maps of distance from shoreline, distance from river, elevation, and slope using GIS technology. The results of this study classify the vulnerability to tsunami disaster in Ujung Bulu District into 3 levels of tsunami vulnerability, namely high vulnerability 49.43%, medium vulnerability 35.14%, and low vulnerability 15.43%.

Keywords: coastal border; mitigation; tsunami disaster; weighted overlay

PENDAHULUAN

Kabupaten Bulukumba terletak di sebelah selatan Provinsi Sulawesi Selatan yang dikenal dengan berbagai keindahan pantainya. Kabupaten Bulukumba berbatasan dengan Laut Flores dimana laut ini dikenal dengan sesar aktifnya

yaitu *Back Arc Thrust* atau sesar naik belakang busur kepulauan yang membentang dari timur laut Bali hingga pantai utara Lombok. Aktivitas dari sesar naik ini menyebabkan banyak gempa bumi yang terjadi di sebelah utara Kepulauan Sumbawa sampai Flores. Berdasarkan catatan sejarah 29 Desember tahun 1820, gempa dengan kekuatan 7,5 Skala Richter (SR) mengguncang Sumbawa sampai Pulau Sulawesi sebelah selatan, pusat gempa yang berada di Laut Flores koordinat 7°LS – 119°BT menyebabkan bencana tsunami dengan ketinggian 25 m di Kabupaten Bulukumba, karena hal tersebut sekitar 500 orang tenggelam (Pertiwi et al., 2018).

Salah satu yang dapat menjadi penyebab tsunami yang merupakan serangkaian gelombang air laut yang menyebabkan perpindahan air laut kesegala arah hingga mencapai daratan (Rompas et al., 2019) adalah gempa yang disebabkan oleh kondisi geologi wilayah. Batuan yang menyusun geomorfologi Kabupaten Bulukumba berbeda-beda, dimana batuan tertua berumur miosen tengah berada pada pemekaran dasar laut Teluk Bone yang berada di sebelah timur Kabupaten Bulukumba sedangkan batuan muda berumur plistosen terletak pada sesar walanae di daratan Kabupaten Bulukumba. Hal tersebut menyebabkan kondisi yang tidak stabil karena sistem tektonik yang bekerja tidak sama (Massinai et al., 2017). Sesar walanae terletak di sebelah selatan Sulawesi Selatan yang membentang dari Selat Makassar, Mamuju, Majene, Pinrang, Sidrap, Bone, Sinjai, sebelah timur Pulau Selayar, dan Bulukumba (Lorna et al., 2019). Karena kondisi geologi tersebut menjadikan Kabupaten Bulukumba tergolong rentan terhadap ancaman bencana gempa yang berpotensi tsunami.

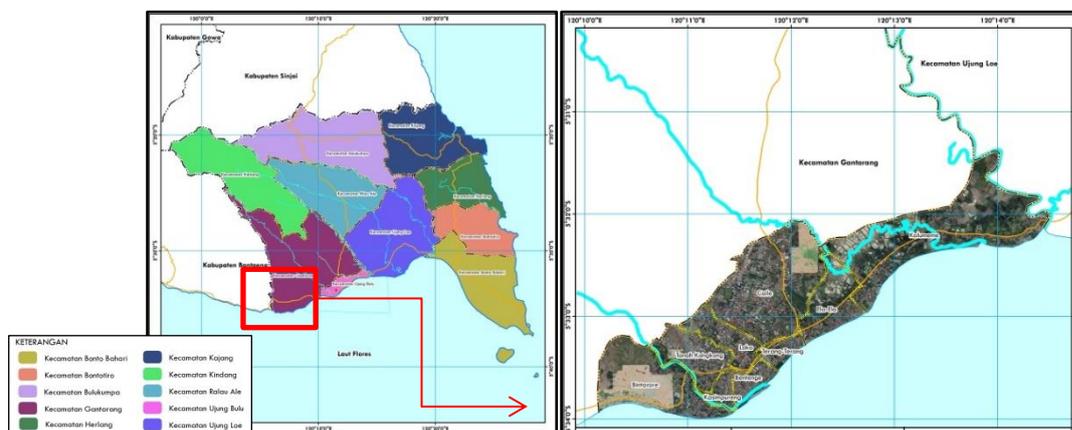
Kabupaten Bulukumba memiliki luas wilayah 1.154,58 km² dengan panjang garis pantai ±128 km dari 10 kecamatan terdapat 7 kecamatan yang memiliki wilayah pesisir, salah satunya yaitu Kecamatan Ujung Bulu sebagai Ibukota Kabupaten ini, dengan luas wilayah 14,44 km² dan panjang garis pantai 11,5 km. Kecamatan Ujung Bulu memiliki 9 kelurahan yaitu Kelurahan Bentenge, Kelurahan Terang-Terang, Kelurahan Bintarore, Kelurahan Ela-Ela, Kelurahan Caile, Kelurahan Kalumeme, Kelurahan Loka, Kelurahan Kasimpureng, dan Kelurahan Tanah Kongkong (Naimu, 2017).

Sekarang ini telah banyak pembangunan yang dilakukan di sekitar kawasan pesisir pantai Kabupaten Bulukumba, salah satunya di Kecamatan Ujung Bulu sebagai Ibukota kabupaten, yang dilakukan dengan upaya menarik pengunjung untuk datang berwisata ke lokasi tersebut. Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bulukumba Tahun 2012-2032, Kecamatan Ujung Bulu masuk ke dalam kawasan strategis ekonomi yang di dalamnya termasuk kawasan pariwisata, kawasan perdagangan, dan kawasan strategis pesisir dengan pengembangan perkotaan konsep *waterfront city* sehingga banyak pembangunan di sekitar pantai yang dilakukan. Perkembangan pembangunan di sekitar pesisir pantai tidak dapat dihindari karena memiliki daya tarik tersendiri terutama untuk kegiatan berwisata.

Dengan perkembangan pembangunan di sekitar kawasan pesisir Kecamatan Ujung Bulu seharusnya memperhatikan konsep mitigasi bencana tsunami, mengingat akan sejarah yang pernah terjadi, kemungkinan dapat berulang kembali dan struktur geologi Kabupaten Bulukumba. Berdasarkan uraian latar belakang maka penelitian ini bertujuan untuk membuat prediksi zona tingkat kerentanan terhadap ancaman tsunami di Kecamatan Ujung Bulu, Kabupaten Bulukumba sehingga dapat diketahui wilayah yang dianggap aman dan wilayah yang dianggap rawan/rentan terhadap bencana tsunami dengan menggunakan metode *Weighted Overlay* yang berfungsi dalam pemilihan lokasi optimal atau pemodelan kesesuaian (Ukhti et al., 2021).

METODE PENELITIAN

Wilayah penelitian ini adalah Kecamatan Ujung Bulu sebagai Ibukota Kabupaten Bulukumba yang memiliki luas wilayah 14,44 km² yang secara administratif terdiri dari 9 kelurahan, yaitu Kelurahan Bintarore, Kelurahan Kasimpureng, Kelurahan Tanah Kongkong, Kelurahan Loka, Kelurahan Bentenge, Kelurahan Terang-Terang, Kelurahan Caile, Kelurahan Kalumeme, dan Kelurahan Ela-Ela (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Kecamatan Ujung Bulu

Berdasarkan penelitian Akbar et al. (2020), mengidentifikasi terdapat 4 (empat) parameter dalam menentukan kerentanan tsunami pada suatu wilayah, yaitu jarak dari garis pantai, jarak dari sungai, ketinggian wilayah, dan kelerengan wilayah tersebut. Keempat parameter tersebut yang akan dilakukan *overlay* untuk mengetahui tingkat kerentanan tsunami di suatu daerah. *Overlay* dilakukan dengan menggunakan metode *scoring* dan pembobotan. Berdasarkan hal tersebut penentuan *scoring* dan pembobotan dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter kerentanan tsunami berdasarkan jarak dari garis pantai

Kelas	Skor	Bobot	Kerentanan
0-500m	5	30	Sangat tinggi
501-1000m	4		Tinggi
1001-1500m	3		Sedang
1501-3000m	2		Rendah
>3000m	1		Sangat Rendah

Sumber: Akbar et al. (2020)

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa kerentanan tertinggi berada pada kelas dengan jarak suatu wilayah 0-500 m, dimana kelas ini merupakan jarak terdekat yang dapat di jangkau oleh tsunami. Sedangkan jarak >3000 m memiliki kerentanan yang sangat rendah karena semakin jauh jaraknya semakin rendah tingkat kerentanan tsunami yang dapat dijangkau.

Tabel 2. Parameter kerentanan tsunami berdasarkan jarak dari sungai

Kelas	Skor	Bobot	Kerentanan
0 – 100m	5	15	Sangat tinggi
101 – 200m	4		Tinggi
201-300m	3		Sedang
301-500m	2		Rendah
>500m	1		Sangat Rendah

Sumber: Akbar et al. (2020)

Berdasarkan Tabel 2, kerentanan tertinggi berada pada wilayah atau kelas yang terdekat dengan sungai, yaitu dengan jarak 0-100 m, dimana jarak ini akan memudahkan tsunami untuk merambat karena tidak ada penghalang. Kemudian pada jarak wilayah yang jauh dari sungai >500 m memiliki kerentanan yang sangat rendah dikarenakan jarak yang jauh dari sungai sehingga rambatan tsunami tidak dengan mudah mencapai suatu wilayah.

Tabel 3. Parameter kerentanan tsunami berdasarkan ketinggian wilayah

Kelas	Skor	Bobot	Kerentanan
<10m	5	30	Sangat tinggi
11-25m	4		Tinggi
26-50m	3		Sedang
51-100m	2		Rendah
>100m	1		Sangat Rendah

Sumber: Akbar et al. (2020)

Semakin rendah wilayah maka akan semakin mudah untuk gelombang tsunami merambat. Wilayah ketinggian juga terdiri dari lima kelas dimana kelas paling berpotensi untuk terkena tsunami adalah kelas di bawah 10 m di atas permukaan laut (mdpl) karena semakin rendah wilayah maka akan semakin mudah untuk gelombang tsunami merambat.

Tabel 4. Parameter kerentanan tsunami berdasarkan jarak dari sungai

Kelas	Skor	Bobot	Kerentanan
0-2%	5	25	Sangat tinggi
3-5%	4		Tinggi
6-15%	3		Sedang
16-40%	2		Rendah
>40%	1		Sangat Rendah

Sumber: Akbar et al. (2020)

Nilai-nilai tiap parameter merupakan hasil perhitungan dengan rumus perhitungan total nilai bobot pada penelitian Muzaki et al. (2009) dengan formula sebagai berikut:

$$N = \sum B_i x S_i$$

dimana:

N = Total bobot nilai

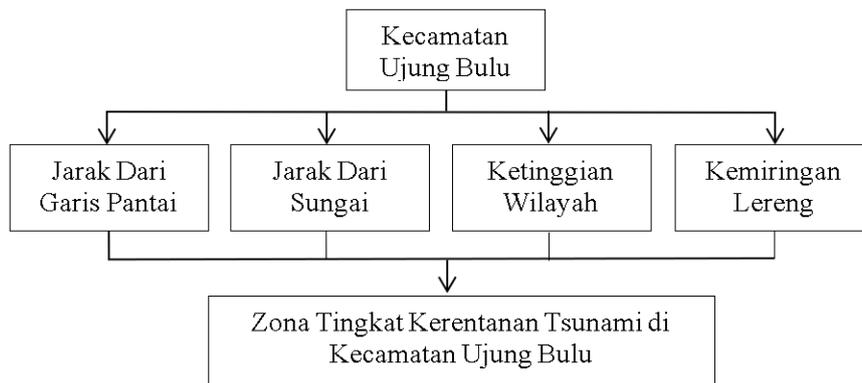
B_i = Bobot tiap parameter

S_i = Skor tiap kriteria

Perhitungan teknik tumpang susun pada penelitian ini secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$[(\text{jarak dari garis pantai} \times 0,30) + (\text{ketinggian} \times 0,30) + (\text{kemiringan lereng} \times 0,25) + (\text{jarak dari sungai} \times 0,15)]$$

Kalkulasi dari analisis teknik tumpang susun merupakan jumlah dari perkalian bobot dan skor pada keempat parameter. Nilai N digunakan untuk menentukan interval kelas tingkat kerentanan. Secara garis besar alur pembuatan peta kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur pembuatan peta tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu

HASIL DAN PEMBAHASAN

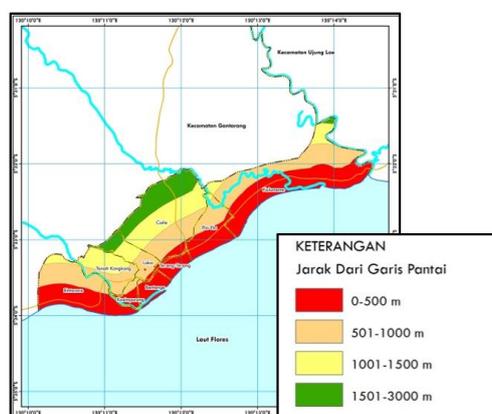
A. Parameter Jarak Dari Garis Pantai

Semakin dekat suatu wilayah dengan garis pantai maka semakin tinggi tingkat keterpaparan tsunami, sebaliknya semakin jauh jarak suatu daerah dari garis pantai maka akan semakin rendah tingkat kerentanan tsunami yang memungkinkan terjadi pada wilayah tersebut (Dewi et al., 2020). Data jarak kerentanan dari garis pantai di Kecamatan Ujung Bulu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu berdasarkan jarak dari garis pantai

No	Jarak dari Garis Pantai	Luas (km ²)	Persentase (%)	Skor	Bobot	Kerentanan
1	0-500m	5,21	36,06	5	30	Sangat tinggi
2	501-1000m	4,63	32,05	4		Tinggi
3	1001-1500m	2,82	19,5	3		Sedang
4	1501-3000	1,79	12,39	2		Rendah
5	>3000m	0	0	1		Sangat Rendah
Jumlah		14,44	100			

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan kerentanan sangat tinggi dengan jarak dari garis pantai 0-500 m yang paling luas dalam terpapar bencana tsunami, yaitu 5,21 km² dengan persentase 36,06%. Sedangkan dengan tingkat kerentanan sangat rendah tidak ada wilayah yang terdampak.



Gambar 3. Peta jarak dari garis pantai

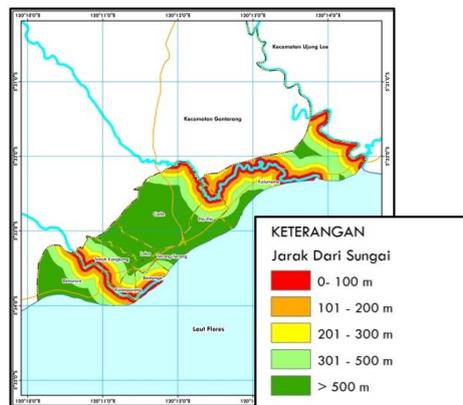
B. Parameter Jarak Dari Sungai

Keberadaan sungai akan memudahkan tsunami untuk menerjang daratan dimana air laut dapat naik melalui air sungai tanpa terhalangi. Sehingga semakin dekat jarak suatu wilayah dengan sungai maka semakin tinggi tingkat kerentanannya. Sebaliknya semakin jauh jarak dari sungai maka semakin rendah tingkat kerentanan tsunami. Data tingkat kerentanan tsunami berdasarkan jarak dari sungai di Kecamatan Ujung Bulu ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu berdasarkan jarak dari sungai

No	Jarak dari Sungai	Luas (km ²)	Persentase (%)	Skor	Bobot	Kerentanan
1	0 - 100 m	2,26	15,67	5	15	Sangat tinggi
2	101 -200 m	1,95	13,49	4		Tinggi
3	201 - 300 m	1,72	11,89	3		Sedang
4	301 -500 m	2,78	19,25	2		Rendah
5	> 500 m	5,73	39,70	1		Sangat Rendah
Jumlah		14,44	100,00			

Berdasarkan data hasil olahan, kerentanan sangat tinggi dengan jarak dari sungai 1-100 m berpotensi untuk menerpa wilayah dengan luas 2,26 km² dengan persentase 15,67%. Sedangkan tingkat kerentanan tsunami sangat rendah dengan jarak > 500 m berpotensi menerpa wilayah Kecamatan Ujung Bulu dengan luas 5,73 km² dan persentase 39,70%.



Gambar 4. Peta jarak dari sungai

C. Parameter Ketinggian Wilayah

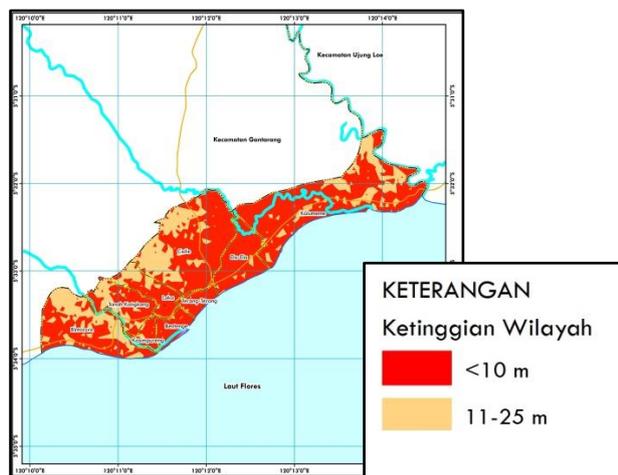
Ketinggian wilayah merupakan parameter kerentanan tsunami yang dipengaruhi oleh tinggi suatu wilayah. Semakin tinggi wilayah maka semakin rendah tingkat kerentanan tsunami, sedangkan semakin rendah ketinggian wilayah maka semakin tinggi tingkat kerentanan tsunami yang memungkinkan untuk terjadi di wilayah tersebut. Data tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu berdasarkan ketinggian wilayah

No	Ketinggian Wilayah	Luas (km ²)	Persentase (%)	Skor	Bobot	Kerentanan
1	<10m	10,04	69,52	5	30	Sangat tinggi
2	11-25m	4,40	30,48	4		Tinggi
3	26-50m	0,00	0,00	3		Sedang

4	51-100m	0,00	0,00	2	Rendah
5	>100m	0,00	0,00	1	Sangat Rendah
Jumlah		14,44	100,00		

Berdasarkan tabel tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu, kecamatan ini terbagi atas 2 ketinggian wilayah yaitu <10 m dengan tingkat kerentanan sangat tinggi dan ketinggian wilayah 11-25 m dengan tingkat kerentanan tergolong tinggi.



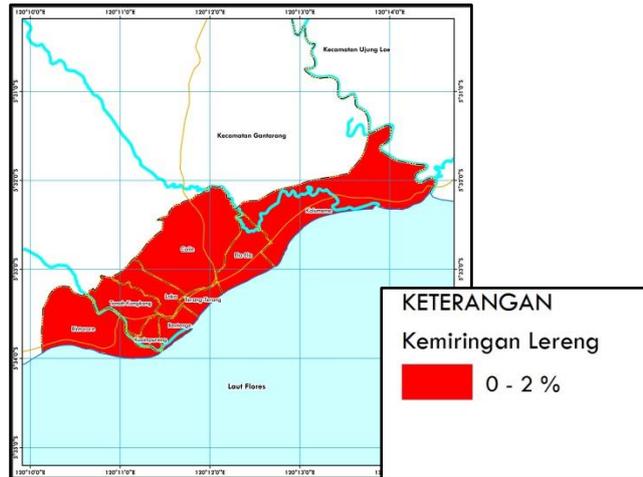
Gambar 5. Peta ketinggian wilayah

D. Parameter Kemiringan Lereng

Pada parameter kemiringan lereng berpengaruh pada kerentanan tsunami, dimana semakin curam permukaan suatu wilayah maka semakin rendah pengaruh tinggi gelombang tsunami dan sebaliknya semakin landai permukaan tanah maka sangat tinggi kerentanan terhadap tsunami yang akan didapat. Kerentanan tsunami berdasarkan kemiringan lereng di Kecamatan Ujung Bulu dapat dilihat pada Tabel 8. Tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu tergolong sangat tinggi dengan kemiringan lereng yang merata di seluruh kecamatan 0-2% (Gambar 6).

Tabel 8. Tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu berdasarkan kemiringan lereng

No	Kemiringan Lereng Wilayah	Luas (km ²)	Persentase (%)	Skor	Bobot	Kerentanan
1	0-2%	14,44	100,00	5	25	Sangat tinggi
2	3-5%	0,00	0,00	4		Tinggi
3	6-15%	0,00	0,00	3		Sedang
4	16-40%	0,00	0,00	2		Rendah
5	>40%	0,00	0,00	1		Sangat Rendah
Jumlah		14,44	100,00			



Gambar 6. Peta kemiringan lereng

E. Klasifikasi Keterpaparan Tsunami

Berdasarkan hasil keempat parameter kerentanan tsunami kemudian dilakukan analisis *weighted overlay* untuk melihat tingkat kerentanan tsunami. Data tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil analisis *weighted overlay* parameter kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu

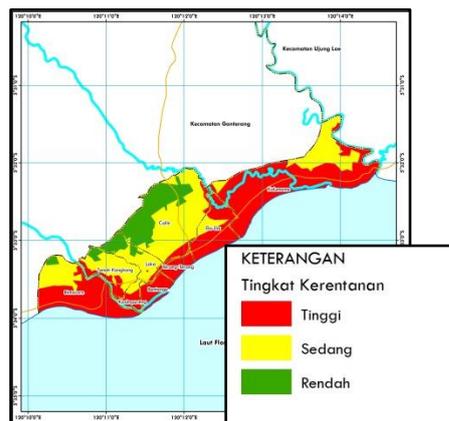
No	Tingkat Kerentanan	Luas (km ²)	Persentase (%)
1	Tinggi	7,13	49,43
2	Sedang	5,08	35,14
3	Rendah	2,23	15,43
	Jumlah	14,44	100

Berdasarkan hasil analisis *weighted overlay* parameter jarak dari garis pantai, jarak dari sungai, ketinggian wilayah dan kemiringan lereng, dihasilkan tiga tingkat kerentanan tsunami yang ada di Kecamatan Ujung Bulu. Tingkat kerentanan tinggi dengan luas 7,14 km² yang lokasinya dekat dengan laut serta sungai. Tingkat kerentanan sedang dengan luas 5,07 km² yang berada di tengah wilayah Kecamatan Ujung Bulu. Serta kerentanan rendah yang berada jauh dari laut, sungai dan memiliki ketinggian wilayah yang tinggi. Tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu berdasarkan batas administratif ditampilkan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Tingkat kerentanan tsunami masing-masing kelurahan di Kecamatan Ujung Bulu

No	Desa	Luas Tingkat Kerentanan Tsunami (km ²)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1	Bintarore	1,45	0,61	0,25
2	Tanah Kongkong	0,33	0,69	0,28
3	Kasimpureng	0,29	0,17	0,00
4	Bentenge	0,45	0,11	0,00
5	Loka	0,12	0,51	0,43
6	Terang-Terang	0,39	0,00	0,00
7	Caile	0,28	1,73	1,28
8	Ela-Ela	0,92	0,26	0,00
9	Kalumeme	2,90	1,00	0,00
	Jumlah	7,13	5,08	2,23

Kelurahan Kalumeme merupakan kelurahan dengan tingkat kerentanan tinggi yang tertinggi dengan luas 2,90 km², dan tingkat kerentanan sedang sekitar 1 km², hanya Kelurahan Terang-Terang yang tidak berada pada tingkat kerentanan sedang. Sedangkan untuk kerentanan rendah hanya terdapat sekitar 4 kelurahan, yaitu Kelurahan Bintarore, Kelurahan Tanah Kongkong, Kelurahan Loka, dan Kelurahan Terang-Terang. Berdasarkan tingkat kerentanan tsunami yang diperoleh kemudian dapat diberikan rekomendasi upaya mitigasi bencana tsunami seperti penanaman pohon mangrove daerah sempadan pantai dengan jalur hijau 300 m dari garis pantai sebagai penahan gelombang dan melestarikan keberadaan batu karang yang dapat berfungsi sebagai pemecah gelombang (Sarapang et al., 2019).



Gambar 7. Peta hasil tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis disimpulkan bahwa terdapat 3 tingkat kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu yaitu tingkat kerentanan tinggi dengan luas 7,13 km² (49,43% luas kecamatan), kerentanan sedang dengan luas 5,08 km² (35,14%), dan tingkat kerentanan rendah 2,23 km² (15,43%). Kemudian berdasarkan hasil analisis peta kerentanan tsunami di Kecamatan Ujung Bulu, semua kelurahan yang ada di Kecamatan Ujung Bulu memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap tsunami, sedangkan untuk kerentanan sedang hanya Kelurahan Terang-Terang yang wilayahnya tidak berada pada tingkat kerentanan sedang, lalu untuk kerentanan rendah hanya terdapat 4 kelurahan yang wilayahnya memiliki tingkat kerentanan rendah, yaitu Kelurahan Bintarore, Kelurahan Tanah Kongkong, Kelurahan Loka, dan Kelurahan Caile.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F. S., Vira, B. A., Doni, L. R., Putra, H. E., & 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): 43-51. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i1.17>.
- Dewi, P. U., Oktaviana., Wahdini, M., Prasiarnatri, N., Alghifarry, M. B., & Utami, N. A. (2020). Aplikasi SIG untuk pemetaan zona tingkat bahaya dan kerentanan permukiman terhadap tsunami Kota Denpasar. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS)*, 1(2), 80-88. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2020.v1i2.28>.
- Lorna, L., Rahmaniah, R., & Wahyuni, A. (2019). Identifikasi jenis dan arah sesar aktif di wilayah Sulawesi Selatan menggunakan metode hiposenter dan centroid (H-C). *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 6(1): 1-15. <https://doi.org/10.24252/jft.v6i1.10181>.

- Massinai, M. A., Saaduddin, S., & Massinai, M. F. I. (2017). Kajian gempa daerah rawan gempa di Bulukumba Sulawesi Selatan. *Jurnal Geoelebes*, 1(1), 30-37. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v1i1.1778>.
- Muzaki, A. A., Susilo, S. B., & Agus, S. B. (2009). Analisis spasial kondisi ekosistem terumbu karang sebagai dasar penentuan kawasan konservasi laut dengan metode *cell based modelling* di Karang Lebar dan Karang Congkak Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan VI ISOI*, 54-63.
- Naimu, M. A. M. (2017). Pengaruh Pengembangan Kawasan Pesisir Pantai Merpati terhadap Kondisi Sosial Budaya Masyarakat Di Kelurahan Terang-Terang Kabupaten Bulukumba. [Skripsi]. Makassar: UIN Alauddin Makassar.
- Pertiwi, I. I., Fattah, M. H., & Rauf, A. (2018). Estimation of tsunami inundation and disaster mitigation in Bulukumba, Indonesia. *Jurnal Geofisika*, 16(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.36435/jgf.v16i1.13>.
- Rompas, R. V., Poli, H. H., & Tarore, R. C. (2019). Pemanfaatan ruang pada kawasan rawan bencana tsunami di Kecamatan Kema Kabupaten Minahasa Utara. *Spasial: Perencanaan Wilayah dan Kota*, 6(3): 619-627.
- Sarapang, H.T., Rogi, O. H. A., & Hanny, P. (2019). Analisis kerentanan bencana tsunami di Kota Palu. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 6(2): 432-439.
- Ukhti, F., Manurug, Z. K., & Mahendra, M. D. (2021). Perbandingan teknik *boolean* dengan *weighted overlay* dalam analisis potensi longsor di Banjarmasin. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 2(1). 25-32. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2021.v2i1.53>.