



Pemetaan Tingkat Keterpaparan Wilayah Permukiman Terhadap Bencana Tsunami di Kabupaten Pangandaran

Mapping The Exposure Level of Settlements to Tsunami Disaster in Pangandaran Regency

Muhammad Syafri Awwaludin*¹, Indrianawati¹

¹Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Itenas, Jl. PKH. Hasan Mustapa No.23, Bandung, 40124

*Corresponding Author: afriapiw@gmail.com

Article Info:

Received : 17-03-2022

Accepted : 04-04-2022

Published: 30-04-2022

Kata kunci: tingkat keterpaparan, tsunami, Pangandaran

Keywords: exposure level, tsunami, Pangandaran

Abstrak: Kabupaten Pangandaran merupakan wilayah di Provinsi Jawa Barat yang terindikasi rawan terhadap bencana tsunami karena wilayahnya yang berada di pesisir pantai selatan Pulau Jawa dan berhadapan langsung dengan Samudra Hindia. Salah satu upaya mitigasi bencana tsunami yang dapat dilakukan adalah dengan memetakan tingkat kepekaan wilayah dan tingkat keterpaparan wilayah permukiman di Kabupaten Pangandaran terhadap bencana tsunami. Metode yang digunakan dalam pemetaan ini adalah metode skoring dan pembobotan dengan parameter berupa jarak dari garis pantai, ketinggian, wilayah lereng, dan jarak dari sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 7% dari luas wilayah Kabupaten Pangandaran memiliki tingkat kepekaan yang tinggi terhadap bencana tsunami, yaitu wilayah Kecamatan Cimerak (1.929,48 Ha); Kecamatan Parigi (1.844,4 Ha); Kecamatan Pangandaran (1.570,72 Ha); Kecamatan Cijulang (920,58 Ha); Kecamatan Sidamulih (914,76 Ha); dan Kecamatan Kalipucang (810,05 Ha). Wilayah permukiman di Kabupaten Pangandaran yang memiliki tingkat keterpaparan tinggi terhadap bencana tsunami mencapai 13% dari seluruh luas wilayah permukimannya. Wilayah tersebut meliputi Kecamatan Pangandaran (479 Ha); Kecamatan Parigi (394 Ha); Kecamatan Cimerak (152 Ha); Kecamatan Sidamulih (150 Ha); Kecamatan Cijulang (118 Ha); dan Kecamatan Kalipucang (52 Ha).

Abstract: Pangandaran Regency is an area in West Java Province which is indicated to be prone to tsunami disasters because it is located on the southern coast of Java Island and is directly opposite the Indian Ocean. One of the tsunami disaster mitigation efforts that can be done is to map the level of regional sensitivity and the exposure level of residential areas in Pangandaran Regency to the tsunami disaster. The method used in this mapping is a scoring and weighting method with parameters such as distance from the shoreline, elevation, slope area, and distance from the river. The results showed that 7% of the total area of Pangandaran Regency has a high level of sensitivity to tsunami disasters, namely Cimerak District (1,929.48 Ha); Parigi District (1,844.4 Ha); Pangandaran District (1,570.72 Ha); Cijulang District (920.58 Ha); Sidamulih District (914.76 Ha); and District Kalipucang (810.05 Ha). Residential areas in Pangandaran Regency, which have a high level of exposure to the tsunami disaster, reached 13% of the total area of their settlements. This area includes Pangandaran District (479 Ha); Parigi District (394 Ha); Cimerak District (152 Ha); Sidamulih District (150 Ha); Cijulang District (118 Ha); and Kalipucang District (52 Ha).

1. Pendahuluan

Menurut Republik Indonesia (2007), bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat baik yang disebabkan oleh faktor alam, faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Negara Indonesia disebut dengan negara maritim karena merupakan negara kepulauan yang memiliki laut yang luas yang melebihi daratan. Negara Indonesia terletak di cincin api pasifik (*Pacific Ring of Fire*) karena Negara Indonesia ini terletak pada pertemuan tiga lempeng yang memiliki aktivitas tektonik yang masih aktif hingga saat ini, tiga lempeng tersebut yaitu lempeng Indonesia-Australia pada bagian timur, serta lempeng Eurasia dan lempeng Hindia pada bagian barat (Zakaria, 2007). Pertemuan tiga lempeng tersebut menyebabkan Negara Indonesia selalu mengalami bencana gempa bumi yang dapat juga menyebabkan bencana tsunami pada daerah pesisir.

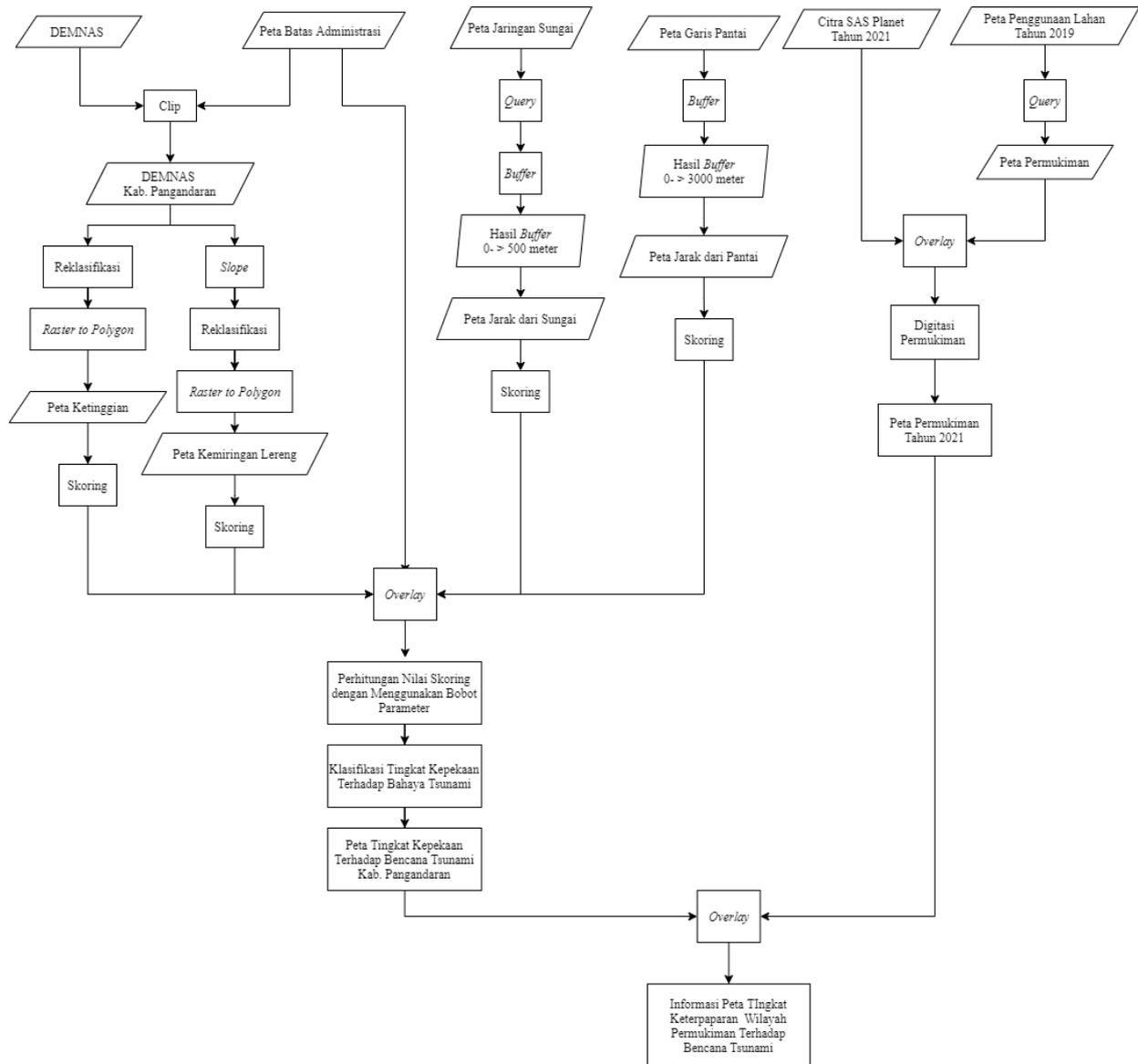
Tsunami adalah gelombang laut yang sangat besar yang dipicu oleh gempa bumi di dasar laut akibat penujaman atau subduksi lempeng, pergerakan patahan, letusan gunung api di dasar laut, maupun tumbukan benda luar angkasa (Santius, 2015). Hal-hal yang dapat memicu timbulnya bencana tsunami adalah gempa bumi dengan memiliki kekuatan di atas 6 Skala Richter (SR), letusan gunung berapi, hantaman meteor yang jatuh ke dalam permukaan laut. Rekaman sejarah bencana tsunami di Negara Indonesia diakibatkan oleh letusan gunung berapi, contohnya letusan Gunung Krakatau. Gerakan vertikal pada kerak bumi dapat mengakibatkan terjadinya aliran energi air laut, yang ketika sampai di pantai menjadi gelombang besar yang mengakibatkan terjadinya tsunami. Salah wilayah di Negara Indonesia yang terindikasi rawan bencana tsunami adalah Kabupaten Pangandaran. Kabupaten Pangandaran ini berada di pesisir selatan Pulau Jawa sehingga rentan terhadap bencana tsunami. Pada tahun 2006 wilayah Pangandaran mengalami bencana tsunami dahsyat yang menghabiskan seluruh daerah pesisir hingga tidak tersisa sedikitpun. Bencana tsunami yang melanda wilayah Pangandaran disebabkan oleh gempa bumi dengan kekuatan 7,7 SR pada kedalaman 10 km di bawah laut (Tejakusuma, 2008). Bencana tsunami Pangandaran termasuk dalam sejarah kebencanaan di Indonesia karena mengakibatkan kerugian serta korban jiwa yang besar. Bencana tsunami pada wilayah Pangandaran ini mengakibatkan banyak korban jatuh sekitar 10.000 korban jiwa di antaranya 668 korban jiwa, 65 hilang (diasumsikan meninggal dunia), dan 9.299 lainnya luka-luka (Muhari, 2016).

Bencana tsunami seperti ini merupakan bencana yang tidak dapat dihindari. Namun, akibat yang ditimbulkan oleh bencana tsunami masih dapat diminimalisir dengan melakukan upaya mitigasi. Salah satu upaya mitigasi yang dapat dilakukan adalah melalui pemetaan sebaran wilayah permukiman yang rentan terhadap bencana tsunami. Menurut Hadi & Damayanti (2017), permukiman merupakan salah satu elemen yang berisiko terhadap bencana tsunami. Permukiman-permukiman yang berada di pinggir pantai sangat besar kemungkinannya untuk terpapar bencana tsunami. Oleh karena itu, dalam upaya mitigasi diperlukan pemetaan tingkat keterpaparan wilayah permukiman terhadap bencana tsunami sehingga dapat meminimalisir jumlah korban jiwa, terutama masyarakat yang bertempat tinggal di permukiman dengan tingkat keterpaparan yang tinggi.

Pemetaan tingkat keterpaparan wilayah permukiman terhadap bencana tsunami di wilayah Kabupaten Pangandaran dilakukan dengan mengaplikasikan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan metode skoring dan pembobotan. Untuk mengetahui tingkat keterpaparan wilayah permukiman di Kabupaten Pangandaran terhadap bencana tsunami ini, terlebih dahulu ditentukan tingkat kepekaan wilayah Kabupaten Pangandaran terhadap bencana tsunami, selanjutnya informasi tingkat kepekaan wilayah ini di-*overlay*-kan dengan data permukiman. Adapun parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat kepekaan wilayah terhadap bencana tsunami meliputi jarak dari garis pantai, ketinggian wilayah, kemiringan lereng, dan jarak dari sungai. Parameter ini merupakan bagian parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat kerentanan wilayah terhadap bencana tsunami.

2. Metodologi Penelitian

Diagram alir dari penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini terbagi menjadi 4 (empat) kegiatan, yaitu persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis. Pada tahap persiapan dilakukan identifikasi masalah, penentuan rumusan masalah, tujuan penelitian, serta studi literatur penelitian yang sejenis dan teori penelitian yang berkaitan. Kegiatan berikutnya adalah pengumpulan data. Data yang diperlukan yaitu data batas administrasi, peta penggunaan lahan, data garis pantai, dan data jaringan sungai. Permohonan data ini dilakukan pada kantor pemerintahan/dinas yang terkait, yaitu Bappeda dan Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kabupaten Pangandaran. Dalam kegiatan pengolahan data terbagi menjadi beberapa tahapan. Tahap pertama adalah pengolahan data DEM hingga memperoleh data ketinggian dan kemiringan wilayah Kabupaten Pangandaran. Tahap kedua yaitu melakukan input data garis pantai, kemudian melakukan buffer pada garis pantai sesuai dengan parameter. Tahap ketiga yaitu melakukan input data sungai, setelah itu dilakukan query data sungai tersebut untuk mengambil data sungai yang berada di dekat daerah pesisir pantai Pangandaran, kemudian melakukan buffer pada hasil digitasi sesuai dengan parameter yang sudah ditentukan. Tahap keempat yaitu melakukan pembobotan dan skoring, setelah itu melakukan *overlay* dan

mendapatkan analisis tingkat kepekaan wilayah Kabupaten Pangandaran terhadap bencana tsunami. Tahap kelima yaitu melakukan input data citra SAS Planet, setelah itu melakukan clip pada data administrasi Kabupaten Pangandaran. Selanjutnya input data penggunaan lahan untuk di-*query* daerah permukimannya dan melakukan *update* data penggunaan lahan tersebut. Tahap keenam yaitu melakukan *overlay* dari tingkat kepekaan wilayah terhadap bencana tsunami dengan data permukiman, sehingga diperoleh informasi tingkat keterpaparan wilayah permukiman di wilayah Kabupaten Pangandaran. Terakhir, kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisis, yaitu menganalisis tingkat keterpaparan wilayah permukiman terhadap bencana tsunami di Kabupaten Pangandaran.

Parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat kepekaan wilayah Kabupaten Pangandaran terhadap bencana tsunami meliputi jarak dari garis pantai, ketinggian wilayah, kemiringan lereng, dan jarak dari sungai. Setiap parameter diberikan nilai skor dan bobot. Nilai skor dan bobot yang digunakan untuk pemetaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Skor dan Bobot Untuk Pemetaan Tingkat Kepekaan Wilayah Terhadap Bencana Tsunami

No	Parameter	Kelas	Skor	Bobot
1.	Jarak dari Garis Pantai (m)	0-500m	5	30
		501-1000m	4	
		1001-1500m	3	
		1501-3000m	2	
		>3000m	1	
2.	Ketinggian (m)	<10m	5	30
		11-25m	4	
		26-50m	3	
		51-100m	2	
		>100m	1	
3.	Wilayah Lereng (%)	0-2%	5	25
		3-5%	4	
		6-15%	3	
		16-40%	2	
		>40%	1	
4.	Jarak dari Sungai	0-100m	5	15
		101-200m	4	
		201-300m	3	
		301-500m	2	
		>500m	1	

Sumber: Hadi & Damayanti (2017)

Pemberian nilai skor dan bobot ini dilakukan untuk menghitung tingkat kepekaan suatu wilayah terhadap bencana tsunami. Untuk parameter 1 hingga n, perhitungannya menggunakan rumus (1).

$$K = \sum_{i=1}^n (W_i \times X_i) \tag{1}$$

Keterangan:

K = Nilai kepekaan wilayah terhadap bencana

W_i = Bobot untuk parameter ke – i

X_i = Skor kelas pada parameter ke – i

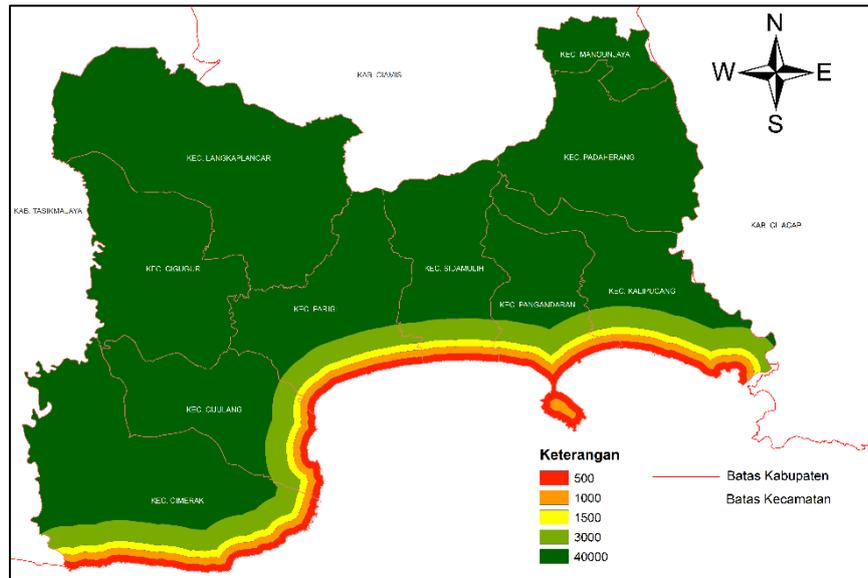
Sebelum perhitungan nilai kepekaan wilayah terhadap bencana tsunami, dilakukan proses *overlay* semua peta yang menjadi parameter, termasuk *overlay* dengan peta batas administrasi. Selanjutnya perhitungan yang dilakukan adalah mengalikan nilai bobot dengan nilai skor untuk empat parameter di setiap kelasnya. Hasil perkalian nilai bobot dan skor menghasilkan nilai total skor (K). Nilai K digunakan untuk menentukan tingkat interval kelas kepekaan suatu wilayah terhadap bencana tsunami. Perhitungan setiap interval kelas diperoleh dari nilai maksimum perkalian bobot dan skor dikurangi dengan nilai minimumnya, kemudian dibagi dengan jumlah kelas. Tingkat kelas kepekaan wilayah terhadap bencana tsunami dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga kelas, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Setelah peta tingkat kepekaan wilayah terhadap bencana tsunami diperoleh, selanjutnya peta tersebut di-*overlay*-kan dengan peta permukiman

untuk mengetahui seberapa terpapar wilayah permukiman di Kabupaten Pangandaran terhadap bencana tsunami.

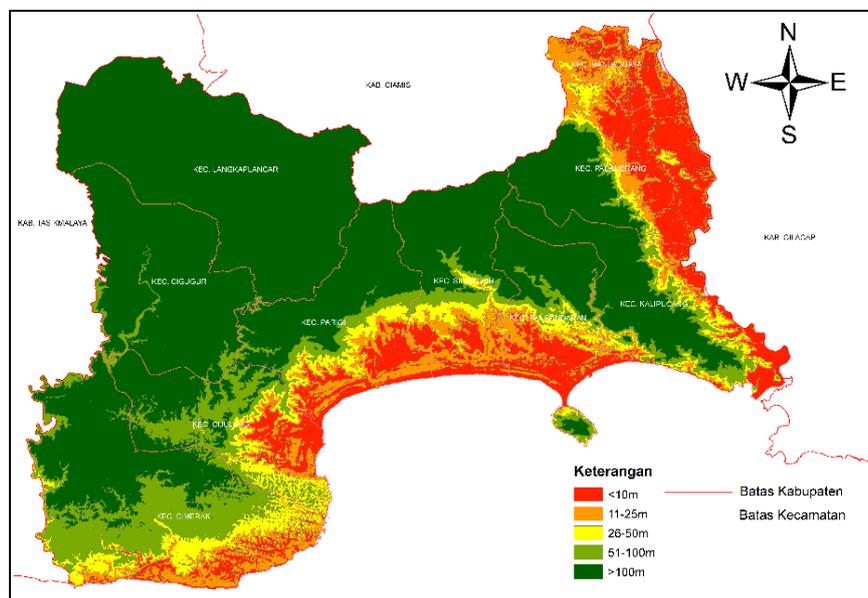
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tingkat Kepekaan Wilayah Kabupaten Pangandaran Terhadap Bencana Tsunami

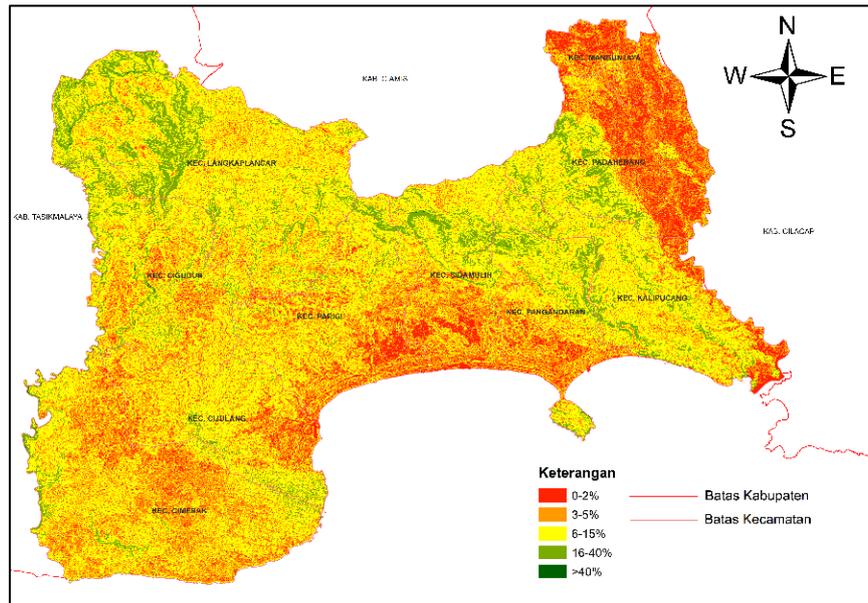
Tingkat kepekaan wilayah Kabupaten Pangandaran terhadap bencana tsunami ditentukan oleh beberapa meliputi jarak dari garis pantai, ketinggian wilayah, kemiringan lereng, dan jarak dari sungai. Visualisasi dari parameter penentu kepekaan wilayah terhadap bencana tsunami dapat dilihat pada Gambar 2.



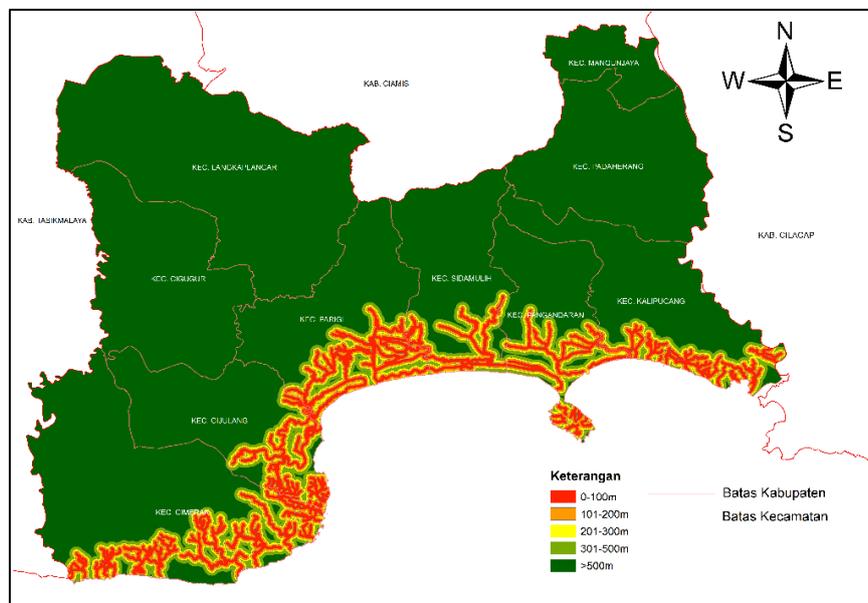
(a) Jarak dari Garis Pantai



(b) Ketinggian Wilayah



(c) Kemiringan Lereng



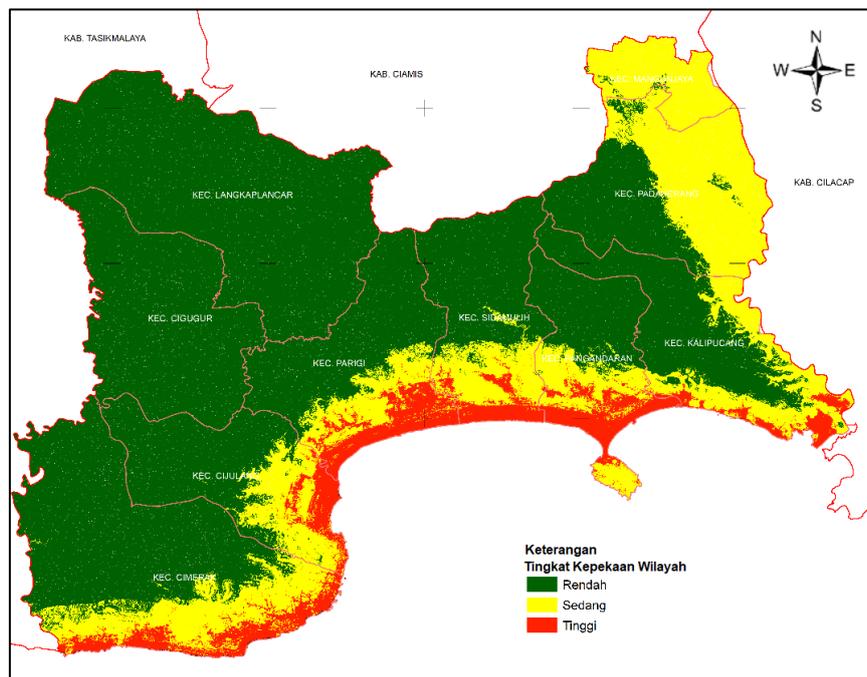
(d) Jarak dari Sungai

Gambar 2. Visualisasi Parameter Penentu Kepekaan Wilayah Terhadap Bencana Tsunami
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

Jarak suatu wilayah dari garis pantai dinilai sebagai salah satu parameter tingkat kepekaan suatu wilayah terhadap bencana tsunami. Hal ini didasarkan pada jangkauan rayapan gelombang tsunami, di mana ketinggian gelombang tsunami akan semakin berkurang seiring dengan bertambahnya jarak suatu wilayah pada saat gelombang tersebut berada pada garis pantai (Santius, 2015). Jarak dari garis pantai untuk wilayah Kabupaten Pangandaran diklasifikasikan menjadi 5 kelas, yaitu 0 – 500 m, 501 – 1.000 m, 1.001 – 1500 m, 1.501 – 3.000 m, dan > 3.000 m, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2(a). Ketinggian merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat kepekaan suatu wilayah terhadap bencana tsunami. Semakin tinggi suatu wilayah, maka tingkat kepekaan wilayah terhadap bencana tsunami akan semakin kecil. Ketinggian wilayah Kabupaten Pangandaran bervariasi, seperti yang terlihat pada Gambar 2(b), yang diklasifikasikan menjadi < 10 m, 11 – 25 m, 26 – 50 m, 51 – 100 m, dan > 100 m. Wilayah pesisir selatan Kabupaten Pangandaran didominasi oleh wilayah dengan ketinggian < 10 m. Wilayah ini merupakan wilayah yang berpotensi terkena bencana tsunami dikarenakan ketinggian wilayahnya yang rendah. Selain

jarak dari garis pantai dan ketinggian wilayah, kemiringan lereng juga berpengaruh pada tingkat kepekaan suatu wilayah terhadap bencana tsunami. Semakin curam suatu daratan, maka semakin rendah tinggi gelombang tsunami (Sengaji dan Nababan, 2009). Gambar 2(c) menunjukkan kemiringan lereng di Kabupaten Pangandaran yang didominasi dengan kemiringan lereng yang datar (0 – 5%) dan landai (6 – 15%), sehingga jika ditinjau dari kemiringan lerengnya, wilayah Kabupaten Pangandaran ini mempunyai tingkat kepekaan yang tinggi terhadap bencana tsunami. Untuk jarak dari sungai, dalam penelitian ini digunakan data sungai yang berada di pesisir selatan Kabupaten Pangandaran dan diklasifikasikan menjadi 5 kelas, yaitu 0 – 100 m, 101 – 200 m, 201 – 300 m, 301 – 500 m, dan > 500 m, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2(d). Pada umumnya, gelombang tsunami yang melewati sungai akan menyebabkan kerusakan besar. Ketika tsunami melewati daerah yang sempit seperti sungai, maka akan terjadi peningkatan kecepatan dan ketinggian muka air karena aliran massa air yang sama harus melalui celah sempit pada saat yang bersamaan (Pedersen & Glomsdal, 2010 dalam Faiqoh, dkk., 2013).

Tingkat kepekaan wilayah Kabupaten Pangandaran terhadap bencana tsunami yang ditentukan berdasarkan 4 (empat) parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.



Gambar 3. Tingkat Kepekaan Wilayah Terhadap Bencana Tsunami di Kabupaten Pangandaran (Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

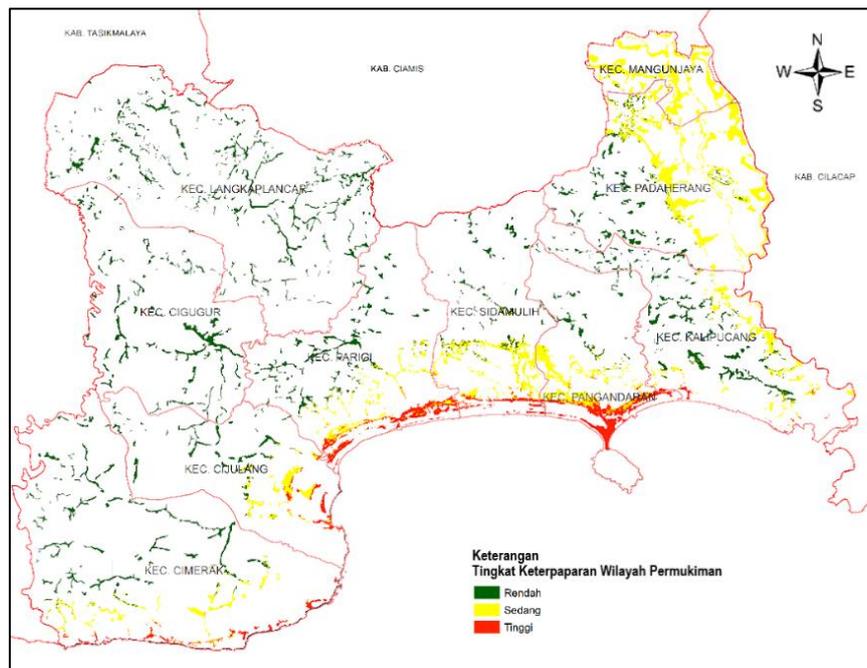
Tabel 2. Luasan Tingkat Kepekaan Wilayah Terhadap Bencana Tsunami di Kabupaten Pangandaran Berdasarkan Wilayah Kecamatan

No	Kecamatan	Luas Wilayah (Ha)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1.	Cigugur	-	-	11.778,88
2.	Cijulang	920,58	2.493,40	6.004,12
3.	Cimerak	1.929,48	4.425,51	12.579,86
4.	Langkaplancar	-	-	20.548,92
5.	Mangunjaya	-	3.146,34	49,25
6.	Padaherang	-	6.549,02	4.724,78
7.	Pangandaran	1.570,72	2.145,75	3.838,30
8.	Parigi	1.844,40	2.118,50	7.159,21
9.	Sidamulih	914,76	2.170,16	5.960,49
10.	Kalipucang	810,05	3.140,38	6.473,69
Total		7.989,99	26.189,06	79.117,50

Tingkat kepekaan wilayah terhadap bencana tsunami di Kabupaten Pangandaran dengan kelas tinggi sebagian besar berada di bagian selatan Kabupaten Pangandaran, yaitu wilayah yang didominasi dengan ketinggian rendah, kemiringan datar/landai, dan dekat dengan pantai. Wilayah ini mencapai 7% dari luas total wilayah Kabupaten Pangandaran, yaitu meliputi Kecamatan Cimerak (1.929,48 Ha); Kecamatan Parigi (1.844,4 Ha); Kecamatan Pangandaran (1.570,72 Ha); Kecamatan Cijulang (920,58 Ha); Kecamatan Sidamulih (914,76 Ha); dan Kecamatan Kalipucang (810,05 Ha). Seluruh wilayah kecamatan ini berbatasan langsung dengan garis pantai, memiliki ketinggian wilayah yang cukup rendah yaitu < 10 m, kemiringan lereng yang relatif datar hingga landai. Selain tingkat kepekaan wilayah yang tinggi, Kabupaten Pangandaran juga memiliki wilayah dengan tingkat kepekaan yang rendah terhadap bencana tsunami, terutama di bagian utara wilayah Kabupaten Pangandaran, yaitu di Kecamatan Langkaplancar (20.548,92 Ha). Wilayah ini memiliki tingkat kepekaan yang rendah dikarenakan ketinggian wilayahnya yang didominasi berada di atas 100 m, kemiringan lereng yang bervariasi mulai dari landai hingga curam, dan jauh dari garis pantai.

3.2. Tingkat Keterpaparan Wilayah Permukiman Terhadap Bencana Tsunami

Berdasarkan *overlay* peta tingkat kepekaan wilayah terhadap bencana tsunami dengan peta permukiman di Kabupaten Pangandaran, diperoleh informasi tingkat keterpaparan wilayah permukiman terhadap bencana tsunami. Gambar 4 menunjukkan wilayah permukiman di Kabupaten Pangandaran yang berada di tingkat keterpaparan rendah hingga tinggi terhadap bencana tsunami.



Gambar 4. Tingkat Keterpaparan Wilayah Permukiman Terhadap Bencana Tsunami di Kabupaten Pangandaran

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2021)

Wilayah permukiman yang berada di tingkat keterpaparan tinggi terhadap bencana tsunami di Kabupaten Pangandaran didominasi oleh wilayah yang dekat dengan pantai, memiliki ketinggian rendah, kemiringan lereng yang datar hingga landai, dan dekat dengan sungai, yaitu wilayah Kabupaten Pangandaran di bagian selatan atau pesisir. Wilayah permukiman dengan tingkat keterpaparan yang rendah hingga sedang berada di wilayah yang jauh dari pantai, memiliki ketinggian tinggi, kemiringan lereng yang landai hingga curam, dan jauh dengan sungai, yaitu wilayah yang berada di Kabupaten Pangandaran bagian utara. Tabel 3 menjelaskan luas wilayah permukiman di Kabupaten Pangandaran

yang terpapar bencana tsunami, yang diklasifikasikan berdasarkan tingkat keterpaparan dan wilayah kecamatannya.

Tabel 3. Luas Wilayah Permukiman yang Terpapar Bencana Tsunami di Kabupaten Pangandaran Berdasarkan Tingkat Keterpaparan dan Wilayah Kecamatan

No	Kecamatan	Luas Wilayah (Ha)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
1.	Cigugur	-	-	625
2.	Cijulang	118	276	250
3.	Cimerak	152	310	612
4.	LangkapLacar	-	-	1080
5.	Mangunjaya	-	851	7
6.	Padaherang	-	1451	376
7.	Pangandaran	479	499	136
8.	Parigi	394	369	415
9.	Sidamulih	150	521	218
10.	Kalipucang	52	456	590
Total		1.345	4.733	4.309

Wilayah permukiman di Kabupaten Pangandaran yang memiliki tingkat keterpaparan tinggi terhadap bencana tsunami ini mencapai 13% dari seluruh total luas wilayah permukimannya. Wilayah tersebut meliputi Kecamatan Pangandaran (479 Ha); Kecamatan Parigi (394 Ha); Kecamatan Cimerak (152 Ha); Kecamatan Sidamulih (150 Ha); Kecamatan Cijulang (118 Ha); dan Kecamatan Kalipucang (52 Ha). Sedangkan seluruh wilayah permukiman yang berada di Kecamatan Langkaplancar dan Cigugur merupakan wilayah permukiman dengan tingkat keterpaparan yang rendah terhadap bencana tsunami.

4. Kesimpulan

Wilayah Kabupaten Pangandaran bagian selatan atau pesisir merupakan wilayah dengan tingkat kepekaan yang tinggi terhadap bencana tsunami. Wilayah tersebut meliputi Kecamatan Cimerak (1.929,48 Ha); Kecamatan Parigi (1.844,4 Ha); Kecamatan Pangandaran (1.570,72 Ha); Kecamatan Cijulang (920,58 Ha); Kecamatan Sidamulih (914,76 Ha); dan Kecamatan Kalipucang (810,05 Ha). Total luasnya mencapai 7% dari luas wilayah Kabupaten Pangandaran. Berdasarkan informasi tingkat kepekaan wilayah terhadap bencana tsunami ini, 13% dari total luas wilayah permukiman di Kabupaten Pangandaran termasuk dalam wilayah permukiman dengan tingkat keterpaparan yang tinggi, yaitu meliputi permukiman di Kecamatan Pangandaran (479 Ha); Kecamatan Parigi (394 Ha); Kecamatan Cimerak (152 Ha); Kecamatan Sidamulih (150 Ha); Kecamatan Cijulang (118 Ha); dan Kecamatan Kalipucang (52 Ha).

Daftar Pustaka

- Faiqoh, I., Gaol, J.L., dan Ling, M.M. (2013). Vulnerability Level Map of Tsunami Disaster In Pangandaran Beach, West Java. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences Volume 10 Nomor 2*. Dipetik 1 April 2021 dari <http://jurnal.lapan.go.id/index.php/ijreses/article/view/1848/1681>.
- Hadi, F. dan Damayanti, A. (2017). Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Zona Keterpaparan Permukiman Terhadap Tsunami (Studi Kasus: Kota Pariaman, Sumatera Utara). *Prosiding Seminar Nasional Geomatika 2017: Inovasi Teknologi Penyediaan Informasi Geospasial untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Dipetik 1 April 2021 dari <http://semnas.big.go.id/index.php/SN/article/viewFile/426/73>.

- Muhari, A. (2016). *10 Tahun Tsunami Pangandaran, Tsunami Dahsyat Tanpa Isyarat Gempa*. Dipetik 1 April 2021 dari <https://sains.kompas.com/read/2016/07/18/07294931/10.tahun.tsunami.pangandaran.tsunami.dahsyat.tanpa.isyarat.gempa?page=all>.
- Santius, S. Hidayatullah. (2015). Pemodelan Tingkat Risiko Bencana Tsunami Pada Permukiman di Kota Bengkulu Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Permukiman Vol. 10 No.2*. Dipetik 1 April 2021 dari <http://jurnalpermukiman.pu.go.id/index.php/JP/article/view/10>.
- Sengaji, E. dan Nababan, B. (2009). Pemetaan Tingkat Resiko Tsunami di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis Volume 1 Nomor 1 Hal. 48-61*. Dipetik 1 April 2021 dari <https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/53368/E-jurnal%20hal%2048-61.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Republik Indonesia. (2007). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Lembaran Negara RI Tahun 2007 Nomor 66. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Tejakusuma, Iwan G. (2008). Analisis Pasca Bencana Tsunami Ciamis – Cilacap. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol.10 No.2*. Dipetik 1 April 2021 dari <https://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JSTI/article/view/798>.
- Zakaria, Zulfiandi. (2007). Aplikasi Tektonik Lempeng Dalam Sumber Daya Mineral, Energi dan Kewilayahan. *Bulletin of Scientific Contribution Volume 5 Nomor 2, 123-131*. Dipetik 1 April 2021 dari <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc/article/view/8144/3717>.