

PEMETAAN KERENTANAN TSUNAMI UNTUK Mendukung KETAHANAN WILAYAH PESISIR

Tsunami Vulnerability Mapping to Support Coastal Area Resilience

Andik Isdianto¹, Diah Kurniasari¹, Aris Subagiyo², Muchamad Fairuz Haykal², Supriyadi³

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Jalan Veteran Malang 65145

²Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Jalan MT. Haryono No.167 Malang 65144

³Keamanan Maritim, Universitas Pertahanan Indonesia, Kawasan IPSC Sentul, Sukahati, Kec. Citeureup, Bogor, Jawa Barat 16810

Surel: andik.isdianto@ub.ac.id, kurniasaridiahdk99@gmail.com, arissubagiyo@ub.ac.id, haykalmuchamadfairuz@gmail.com, supriyadimarinescience@gmail.com

Diterima : 04 Agustus 2021 ; Disetujui : 28 Oktober 2021

Abstrak

Tsunami merupakan bencana yang jarang terjadi namun cukup memberikan kerusakan yang parah terhadap daerah pesisir yang terkena dampaknya. Banyaknya korban jiwa dan juga harta benda disebabkan oleh kurangnya kesiapan masyarakat dalam menghadapi bencana tsunami, sehingga perlu adanya studi tentang ketahanan wilayah pesisir dalam menghadapi bencana tsunami. Langkah awal untuk membangun ketahanan bencana tsunami adalah mengidentifikasi karakteristik ancaman, kerentanan dan resiko bencana tsunami. Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan dalam memetakan kerentanan suatu daerah terhadap bencana tsunami, dengan parameter kerentanan antara lain kemiringan lahan, tingkat elevasi daratan, penggunaan lahan dan jarak dari garis pantai, dan diolah dengan metode *Weighted Overlay Analysis*. Hasil dari identifikasi variabel kerentanan tsunami menunjukkan bahwa nilai kemiringan lahan antara 2- 6% tergolong rentan, elevasi daratan antara 5 – 10 meter tergolong rentan, penggunaan lahan yang didominasi pertanian tergolong rentan, dan jarak dari garis pantai yang memiliki kerentanan sangat besar apabila semakin dekat dengan pantai. Hasil pengolahan data dengan *Weighted Overlay Analysis* dari beberapa parameter kerentanan menunjukkan bahwa sebagian besar daerah di Kabupaten Cilacap memiliki kerentanan tsunami dalam kategori Cukup Rentan hingga Rentan, sehingga perlu adanya tindakan penyadaran masyarakat akan bahaya tsunami, penetapan jalur evakuasi tsunami, serta upaya relokasi, adaptasi, dan proteksi di wilayah pesisir.

Kata Kunci: SIG, bencana tsunami, Cilacap, analisis teknik overlay, penggunaan lahan

Abstract

Tsunamis are rare but quite devastating disasters to the affected coastal areas. The large number of casualties and property were caused by the lack of community preparedness in facing tsunami disasters, so there is a need for studies on the resilience of coastal areas in the face of tsunami disasters. The initial step to building tsunami disaster resilience is to identify the characteristics of the tsunami threat, vulnerability and risk. Geographic Information Systems (GIS) are used in mapping an area's vulnerability to tsunami disasters, with vulnerability parameters including land slope, level of land elevation, land use and distance from the coastline, and processed using the *Weighted Overlay Analyst* method. The results of the identification of tsunami vulnerability variables indicate that the value of land slope between 2-6% is classified as vulnerable, land elevation between 5-10 meters is classified as vulnerable, land use dominated by agriculture is classified as vulnerable, and the distance from the coastline which has a very large vulnerability when getting closer by the beach. The results of data processing with *Weighted Overlay Analysis* of several parameters of vulnerability indicate that most of the areas in Cilacap Regency have tsunami vulnerability in the category Vulnerable to Vulnerable, so that there is a need for community awareness actions on tsunami hazards, the establishment of tsunami evacuation routes, as well as relocation, adaptation, and protection in coastal areas.

Keywords: Gis, tsunami disaster, Cilacap, weighted overlay analyst, land use

PENDAHULUAN

Berbagai potensi bencana dimiliki oleh Indonesia dan senantiasa mengancam penduduknya. Indonesia secara geografis dikelilingi oleh beberapa lempeng tektonik yang memiliki aktivitas seismik yang tinggi sehingga menyebabkan banyak terjadinya bencana alam. Gempa bumi merupakan dampak dari aktivitas seismik dan tsunami adalah bahaya sekunder yang timbul setelah gempa bumi (Wibowo, Djati, dan Sunarto 2017). Gempa bumi dan tsunami adalah fenomena alam yang berbahaya bagi kehidupan manusia. Bencana alam ini terjadi tanpa adanya pertanda dan mampu memberikan dampak yang cukup besar pada kawasan pesisir dan kepulauan yang ada di dunia (Usman 2019). Perubahan iklim memberikan dampak yang cukup besar di beberapa negara. Dampak dari adanya perubahan iklim yaitu bertambahnya intensitas kejadian cuaca ekstrim di suatu wilayah, perubahan pola hujan, peningkatan suhu permukaan laut dan beberapa dampak lainnya yang mempengaruhi lautan hingga ke daratan (Isdianto dan Luthfi 2019). Wilayah Indonesia merupakan wilayah tektonis aktif yaitu lokasi tumbukan beberapa lempeng tektonik, yang menyebabkan Indonesia termasuk dalam daerah yang berpotensi gempa dan rawan tsunami (Djunire 2009). Pergeseran lempeng bumi di dasar laut yang menyebabkan gempa serta menimbulkan ombak laut disebut tsunami (Widodo et al. 2016).

Tsunami dapat didefinisikan sebagai serangkaian gelombang yang berada pada kolom air yang disebabkan oleh perubahan perpindahan air secara vertikal. Perubahan ini mendorong air ke atas, samping, maupun ke bawah dan menghasilkan gelombang besar di laut (Abu Bakar Sambah, Guntur, dan Fuad 2017). Bencana tsunami merupakan bencana utama yang sering dilakukan penelitian yang dihubungkan dari kerentanan dan resiko bagi kawasan pesisir (Abu Bakar Sambah et al. 2019). Bencana tsunami merupakan bencana yang tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi (Miftarokhah 2014). Tsunami disebabkan oleh tenaga yang dilepaskan oleh gempa bumi yang terjadi di dasar laut atau aktivitas vulkanik gunung berapi di dasar laut. Tsunami merupakan bencana alam yang mengancam penduduk di daerah pesisir. Tsunami dapat menyebabkan korban jiwa serta kerugian harta benda yang dapat mempengaruhi perekonomian penduduk, maka dari itu diperlukan arahan evakuasi sebagai upaya penyelamatan penduduk dari bencana tsunami (Usman, Hariyani, dan Shoimah 2021). Bencana ini cukup jarang terjadi namun dapat menimbulkan kerusakan yang parah pada daerah yang terkena dampaknya. Hambatan yang muncul dalam penanggulangan bencana tsunami adalah pemanfaatan ruang pesisir yang tidak sebagaimana

mestinya, seperti contoh wilayah pembangunan *break water* yang digunakan untuk pariwisata (Subagiyo, Kurniawan, dan Yudono 2017). Untuk menghindari dampak negatif dari pemanfaatan wilayah pesisir tersebut dapat diminimalisir terjadinya konflik antar kepentingan dan perlu diadakan penataan yang bertujuan untuk mengakomodasi kepentingan masyarakat dengan memperhatikan potensi, daya dukung, dan kearifan lokal di wilayah pesisir (Yudono 2017). Pengurangan resiko bencana pesisir dapat dilakukan melalui banyak cara, menentukan jalur evakuasi, maupun menyusun wilayah penanggulangan bencana perlu dilakukan untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi (Asyari et al. 2021).

Wilayah pesisir Sumatra dan Jawa khususnya wilayah selatan merupakan wilayah yang dikategorikan sebagai wilayah yang sangat rentan terhadap dampak tsunami karena letaknya yang berhadapan langsung dengan lempeng Indo-Australia (A. B. Sambah, Tri Djoko, dan Bayu 2019). Lempeng Eurasia dan Indo-Australia yang bertumbukan di daerah Kabupaten Cilacap menyebabkan terjadinya akumulasi energi yang jika berada dititik jenuh akan menyebabkan gempa bumi. Adanya tumbukan tersebut, bencana tsunami dapat membahayakan masyarakat yang tinggal di pesisir Cilacap (Hilmi et al. 2012). Tsunami yang terjadi pada 17 Juli 2006 merupakan salah satu tsunami yang melanda Kabupaten Cilacap. Gempa yang berpusat di 225 km dari Selatan Pangandaran dengan magnitudo 7,7 Skala Richter (SR) menyebabkan tsunami yang melanda mulai dari pesisir Kabupaten Cimerak, Jawa Barat hingga Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Lavigne et al. 2007). Gempa dengan kedalaman episenter 34 km ini menyebabkan kerusakan di sepanjang 200 km pesisir Selatan Jawa (Reese et al. 2007). Kabupaten Cilacap merupakan salah satu wilayah yang terkena dampak dari kejadian ini. Cilacap merupakan wilayah yang berada di Selatan Jawa memiliki populasi penduduk yang tinggi dan merupakan pusat industri membuatnya cukup berdampak besar jika terjadi tsunami (Dewi 2012).

Wilayah Kabupaten Cilacap yang terdampak cukup besar dari kejadian Tsunami yaitu wilayah Nusa Kambangan dimana gelombang pecah di pantai dapat mencapai ketinggian 5 – 8 meter. Sedangkan pada bagian timur pesisir Kabupaten Cilacap run-up gelombang tsunami dengan ketinggian kurang dari 6 meter sehingga tidak terlalu menimbulkan dampak yang besar, dikarenakan gelombang tsunami yang terhalang oleh Nusa Kambangan (Lavigne et al. 2007). Bencana tsunami yang melanda selatan Pulau Jawa ini memakan banyak korban 668 jiwa tersebar dari Jawa Barat hingga Jawa Tengah, termasuk Kabupaten

Cilacap (Badan Nasional Penanggulangan Bencana 2012).

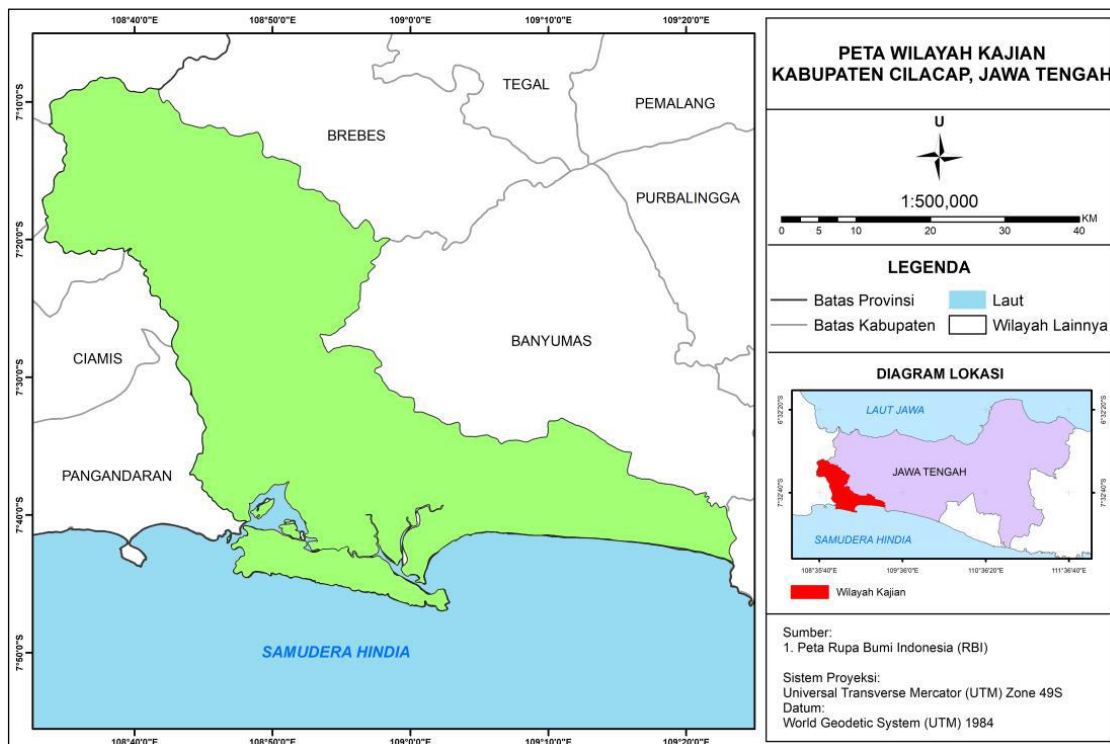
Kerentanan merupakan suatu kondisi yang ditentukan oleh beberapa faktor dan proses fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan peningkatan kerawanan masyarakat dalam menghadapi ancaman atau bahaya (Widodo et al. 2016). Kabupaten Cilacap merupakan salah satu wilayah yang berada di pesisir selatan Pulau Jawa dengan topografi landai, rata-rata 6 m di atas permukaan laut, sehingga memiliki kerentanan terhadap bencana tsunami yang cukup tinggi (Pemerintah Kabupaten Cilacap 2019).

Penggunaan satelit penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) telah menjadi alat yang memiliki integrasi, dikembangkan dengan baik, dan berhasil dalam penelitian bencana untuk efektivitas resiko manajemen dan mitigasi bencana yang ada (Abu Bakar Sambah et al. 2018). Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki kemampuan dalam mengumpulkan dan menganalisa data dari tiap titik geografis di muka bumi, serta melakukan integrasi antardata yang berbeda dalam satu sistem geografis (Abu Bakar Sambah et al. 2020). Langkah awal untuk membangun ketahanan bencana tsunami adalah mengidentifikasi karakteristik ancaman, kerentanan dan resiko bencana tsunami. Karakteristik meliputi sejarah kejadian tsunami, trigger tsunami, wilayah terdampak, serta upaya adaptasi dan mitigasi yang

telah dilakukan (Shalih, Tambunan, dan Tambunan 2019). Menurut Sambah and Miura (2013), pemetaan kerentanan tsunami dapat dilakukan melalui pendekatan Sistem Informasi Geografis dan juga proses hirarki analitik untuk memperoleh informasi daerah-daerah yang terkena dampak tsunami. Parameter yang digunakan pada umumnya adalah elevasi, kemiringan, jarak garis pantai dan vegetasi. Menurut Sambah, Hidayati, and Fuad (2017), pemetaan kerentanan tsunami penting dilakukan untuk mengurangi dampak bahaya tsunami. Adanya pemetaan wilayah yang tergenang kita dapat mempersiapkan peta resiko tsunami suatu wilayah pesisir.

Tahapan analisa kerentanan dan bencana harus mempertimbangkan kriteria kerentanan fisik, kerentanan sosial, dan kerentanan ekonomi (Isdianto, Citrosiswoyo, dan Sambodho 2014). Ketahanan lingkungan merupakan upaya yang dilakukan dalam menjaga keutuhan lingkungan dari bahaya yang disebabkan secara alami atau secara buatan. Ketahanan lingkungan dipengaruhi juga oleh kondisi oseanografi yang merupakan penyebab alami dalam mempengaruhi ketahanan lingkungan (Irma, Gunawan, dan Suratman 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan kerentanan tsunami dalam mendukung ketahanan wilayah pesisir Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah.



Gambar 1 Peta Lokasi

METODE

Kabupaten Cilacap merupakan kabupaten yang terletak di pesisir selatan Provinsi Jawa Tengah yang berbatasan dengan, bagian utara: Kabupaten Brebes dan Kabupaten Kuningan, bagian Selatan: Samudera Hindia, bagian Barat: Kabupaten Ciamis dan Kota Banjar, bagian Timur: Kabupaten Banyumas dan Kabupaten Kebumen (Akbar 2018). Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

Kabupaten Cilacap berada pada koordinat 108^o 4' 30" - 109^o 22' 30" Bujur Timur dan 7^o 30' 20" Lintang Selatan. Luas wilayah Kabupaten Cilacap pada tahun 2011 yang terdiri dari 269 desa dan 15 kelurahan, dengan spesifikasi 11 kecamatan (72 desa/kelurahan) yang memiliki wilayah pesisir di wilayah Selatan Jawa Tengah. Tercatat seluas 234.732,729 ha (termasuk Pulau Nusa Kambangan seluas 11.511 ha), atau sekitar 6,94 persen dari luas Provinsi Jawa Tengah (Pemerintah Kabupaten Cilacap 2019).

Parameter yang digunakan dalam pemetaan kerentanan tsunami ini yaitu kemiringan lahan (*slope*), elevasi daratan (*elevation*), penggunaan lahan (*land use*), dan jarak dari garis pantai (*coastal proximity*). Parameter yang digunakan selanjutnya akan direklasifikasikan guna mendapatkan kelas yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Keempat parameter akan di berikan masing-masing 5 kelas kerentanan yaitu sangat rentan, rentan, cukup rentan, kurang rentan, dan tidak rentan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan aplikasi sistem informasi geografis ArcGIS 10.3. Setelah reklasifikasi pada parameter akan dilakukan analisis dengan menggunakan *Weighted Overlay Analysis* yang menunjukkan sebaran kerentanan di wilayah tersebut berdasarkan kelas yang telah ditentukan dari setiap parameter.

Parameter kemiringan lahan (*slope*) dan elevasi daratan (*elevation*) digunakan karena dapat menentukan seberapa jauh gelombang tsunami dapat menjangkau daratan. Data *Digital Elevation Model* dari ASTER GDEM V2 digunakan dalam pengolahan kedua parameter tersebut. Pemberian kelas dari parameter *slope* dan *elevation* ini berdasarkan literatur Lida (1969) dan Van Zuidam (1983), dalam Hastuti (2012), dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1 Pembobotan Parameter *Slope* dan *Elevation*

<i>Elevation</i> (m)	<i>Slope</i> (%)	Kelas Kerentanan
<5	0-2	Sangat Rentan
5-10	2-6	Rentan
10-15	6-13	Cukup Rentan
15-20	13-20	Kurang Rentan
>20	>20	Tidak Rentan

Parameter penggunaan lahan menggunakan peta rupa bumi Indonesia (RBI) yang didapat dari <http://tanahair.indonesia.go.id/portalweb> yang memiliki format shp. Pemberian kelas pada parameter ini berdasarkan Jedlovec (2009), yaitu pemukiman kategori sangat rentan, pertanian kategori rentan, lahan kosong kategori cukup rentan, air kategori kurang rentan, dan hutan kategori tidak rentan.

Parameter *coastal proximity* ditentukan dengan pembobotan yang disesuaikan dengan histori *run-up* gelombang di wilayah yang bersangkutan (A. B. Sambah dan Miura 2014). Histori *run-up* gelombang tsunami digunakan dalam rumus persamaan :

$$\text{Log } X_{Max} = \log 1400 + \frac{4}{3} \log \left(\frac{Y_0}{10} \right) \dots\dots\dots (1)$$

dimana :
X_{Max} : Jangkauan maksimum tsunami di darat
Y₀ : Tinggi tsunami di pantai

Perhitungan menggunakan algoritma tersebut dilakukan dengan memasukkan histori *run-up* gelombang tsunami berdasarkan Lampiran dari Perka BNPB No. 2 Tahun 2014. Maksimum *run-up* daerah Cilacap yaitu 11 meter dan minimum 3 meter. Penentuan kelas kerentanan berdasarkan *coastal proximity* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Kelas Kerentanan Parameter *Coastal Proximity*

<i>Coastal Proximity</i> (m)	Kelas Kerentanan
0-281	Sangat Rentan
281-556	Rentan
556-870	Cukup Rentan
870-1217	Kurang Rentan
>1540	Tidak Rentan

Alat (Tabel 3) dan bahan (Tabel 4) yang digunakan dalam proses pengambilan dan pengolahan data kerentanan tsunami adalah sebagai berikut :

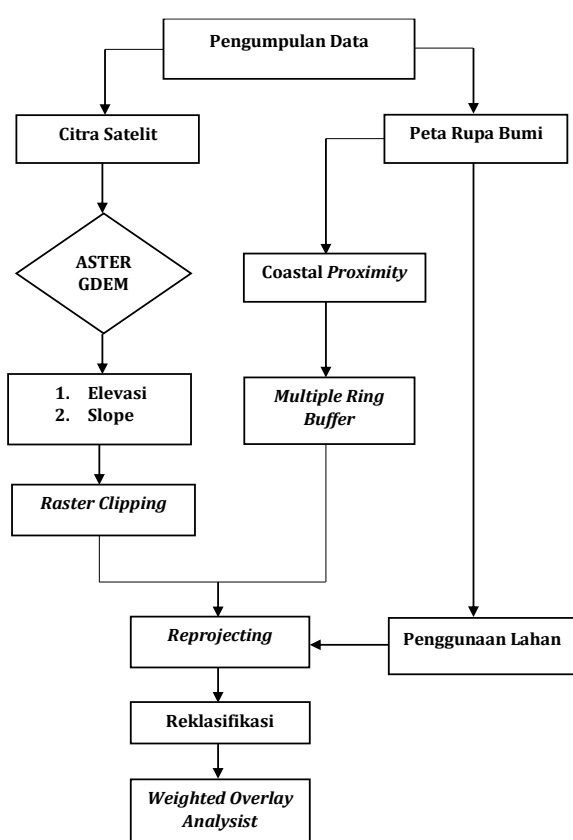
Tabel 3 Alat

No.	Alat	Kegunaan
1.	Laptop	Untuk proses pengolahan data
2.	Ms. Word	Untuk pengerjaan artikel
3.	ArcGIS 10.3	Mengolah data kerentanan tsunami

Tabel 4 Bahan

No.	Bahan	Kegunaan
1.	ASTER GDEM V2	Pengolahan data parameter <i>slope</i> dan <i>elevation</i>
2.	SHP wilayah Kabupaten Cilacap	Peta dasar
3.	Peta Rupa Bumi Indonesia	Sumber data penggunaan lahan

Skema kerja pengolahan data hingga menghasilkan peta kerentanan tsunami dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2 Skema Kerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerentanan wilayah terhadap bencana tsunami ditentukan berdasarkan parameter kemiringan lahan (*slope*), elevasi daratan (*elevation*), penggunaan lahan (*land use*), dan jarak dari garis pantai (*coastal proximity*). Pengolahan data dilakukan untuk masing-masing parameter yang direklasifikasikan dan dianalisis dengan teknik *overlay* untuk mendapatkan sebaran kerentanan wilayah kajian terhadap bencana tsunami.

Kemiringan Lahan (*Slope*)

Parameter *slope*, merupakan persen kemiringan dari suatu wilayah. Kemiringan lahan ini mempengaruhi kerentanan wilayah terhadap bencana tsunami. Saat gelombang tsunami menghantam pantai yang terjal, maka gelombang tsunami akan tidak masuk jauh ke daratan. Namun, jika gelombang tsunami menerjang pantai yang landai, maka gelombang tsunami akan jauh masuk ke daratan (Subardjo dan Ario 2016).

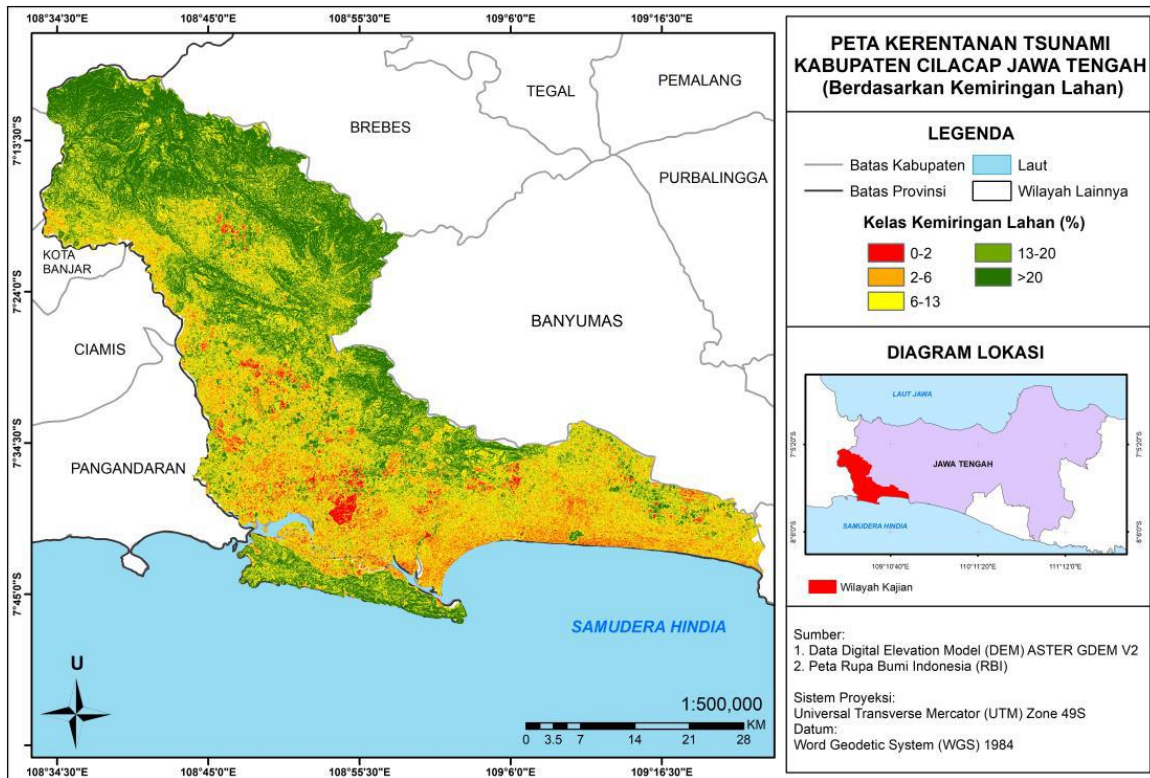
Gambar 3 menunjukkan sebaran kerentanan wilayah Kabupaten Cilacap terhadap bencana tsunami berdasarkan kemiringan lahan. Kemiringan lahan merupakan ukuran kemiringan relatif terhadap suatu bidang datar. Kemiringan lahan secara umum dinyatakan dalam derajat ($^{\circ}$) atau persen (%) (Pratiwi 2015). Kemiringan lahan dikelompokkan dalam 5 kelas kerentanan yang ditunjukkan pada Tabel 3. yaitu kelas sangat rentan (0-2%), rentan (2% - 6%), cukup rentan (6% - 13%), kurang rentan (13% - 20%), dan tidak rentan (>20%). Kabupaten Cilacap memiliki kemiringan lahan yang didominasi antara 2-6% yang termasuk dalam kelas rentan terhadap bencana tsunami.

Elevasi Daratan (*Elevation*)

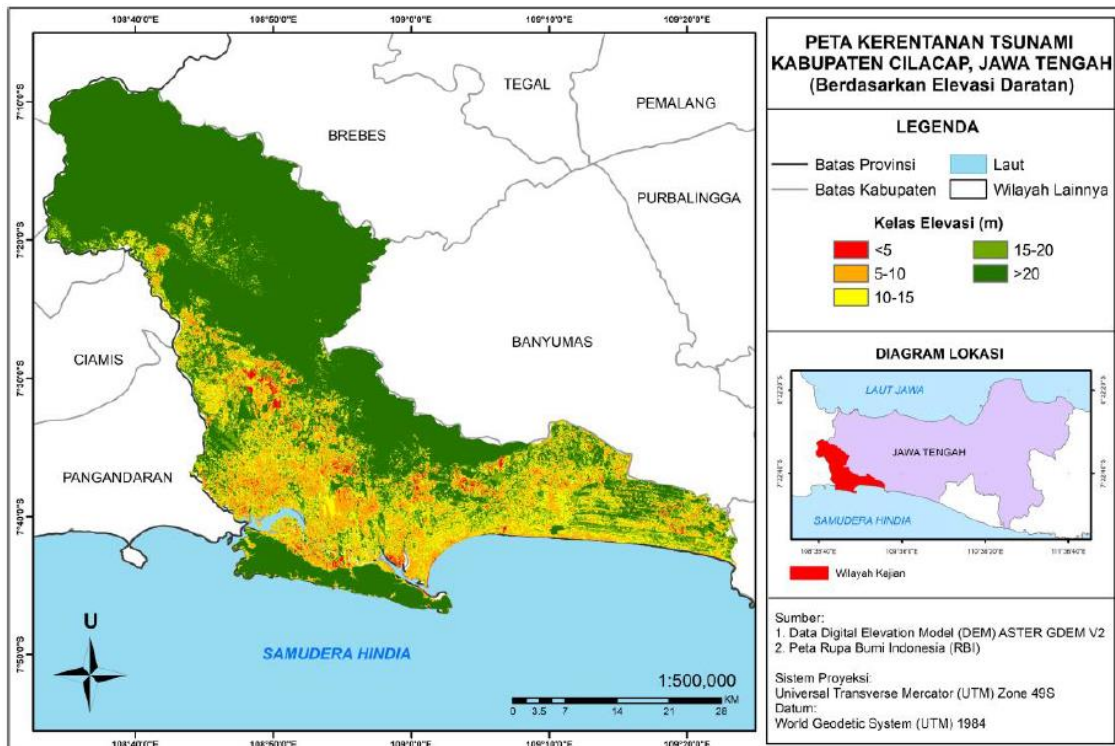
Elevasi merupakan salah satu parameter yang penting dan mempengaruhi kerentanan suatu wilayah terhadap bencana tsunami. Daerah pesisir dengan elevasi yang rendah akan memiliki kerentanan yang tinggi dibanding dengan daerah lainnya (Pratiwi, 2017). Ketinggian suatu wilayah akan berpengaruh pada seberapa jauh gelombang tsunami akan mencapai daratan. Gambar 4 menunjukkan sebaran kerentanan wilayah Kabupaten Cilacap terhadap bencana tsunami berdasarkan elevasi daratan. Parameter elevasi daratan dikelompokkan dalam 5 kelas kerentanan yang ditunjukkan pada Tabel 3. yaitu kelas sangat rentan (<5 m), rentan (5-10 m), cukup rentan (10-15 m), kurang rentan (15-20 m), dan tidak rentan (>20 m). Daerah pesisir di Kabupaten Cilacap memiliki elevasi daratan yang didominasi antara 5 – 10meter yang termasuk dalam kelas rentan terhadap bencana tsunami.

Penggunaan Lahan (*Land Use*)

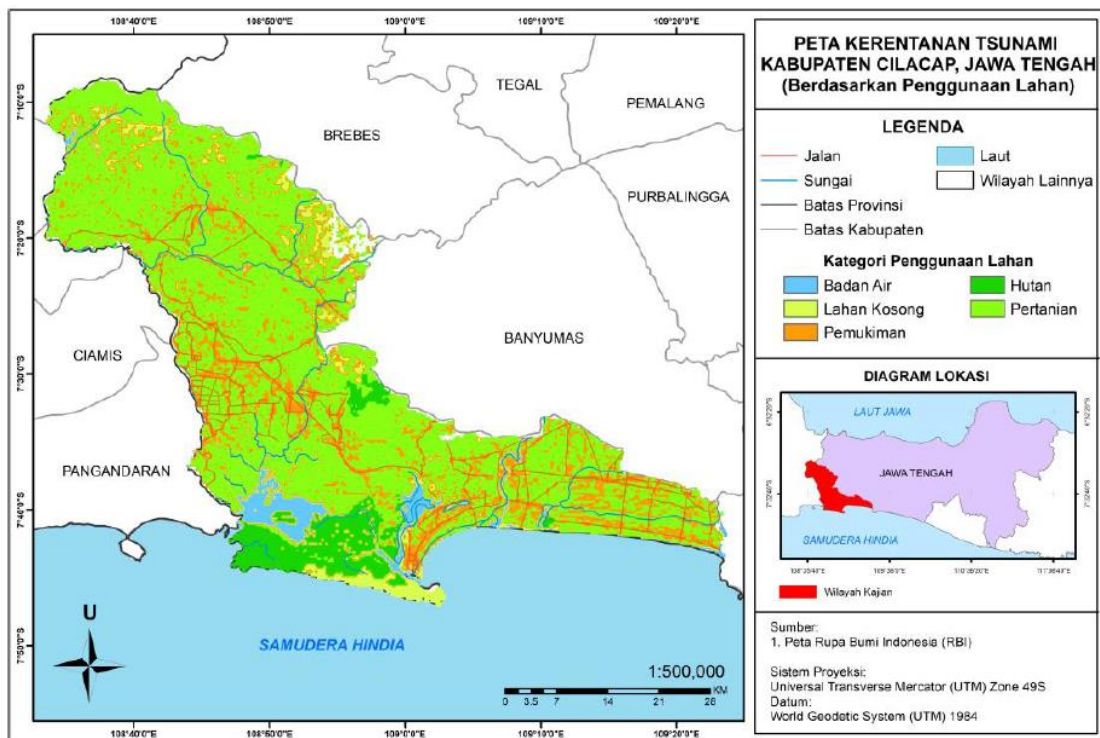
Penggunaan lahan merupakan parameter yang mempengaruhi tingkat kerentanan wilayah terhadap bencana tsunami. Parameter ini mempengaruhi bagaimana gelombang tsunami akan menyebar ke daratan. Gelombang tsunami yang menyebar akan tertahan dengan jenis penggunaan lahan yang menjadi penghalang laju gelombang. Sebaran kerentanan di wilayah Kabupaten Cilacap berdasarkan penggunaan lahan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3 Kerentanan Tsunami Berdasarkan Kemiringan Lahan



Gambar 4 Kerentanan Tsunami Berdasarkan Elevasi Daratan



Gambar 5 Kerentanan Tsunami Berdasarkan Penggunaan Lahan

Pemberian kelas pada parameter penggunaan lahan ini adalah pemukiman kategori sangat rentan, pertanian kategori rentan, lahan kosong kategori cukup rentan, air kategori kurang rentan, dan hutan kategori tidak rentan. Kelas kerentanan tersebut berdasarkan seberapa tinggi risiko dan kerugian yang ditimbulkan akibat adanya bencana tsunami. Menurut Prawiradisastra (2011), jenis penggunaan lahan yang memiliki tingkat risiko tinggi terhadap bencana tsunami adalah kawasan pemukiman dan terbangun. Kawasan tersebut dianggap berisiko tinggi karena akan menimbulkan kerugian akibat kerusakan bangunan dan fasilitas pemukiman lainnya. Penggunaan lahan di wilayah Kabupaten Cilacap didominasi oleh pertanian yang berada pada kategori rentan.

Jarak Dari Garis Pantai (Coastal Proximity)

Parameter ini berkaitan dengan penggunaan lahan. Kerentanan wilayah terhadap bencana tsunami dapat dikurangi jika penggunaan lahan di wilayah pesisir memperhatikan jarak dari garis pantai (Pratiwi 2015).

Ketinggian gelombang tsunami yang menuju daratan akan berkurang seiring bertambahnya jarak dari garis pantai (Santius 2015). Peta kerentanan tsunami berdasarkan jarak dari garis pantai dapat dilihat pada Gambar 6.

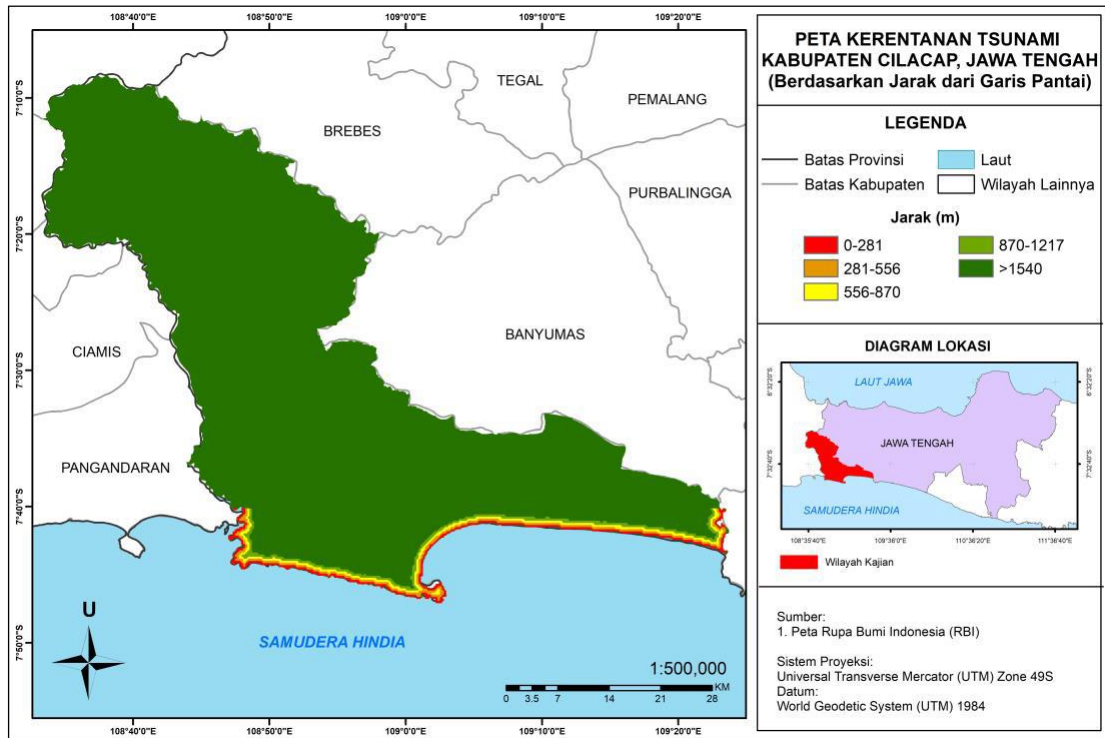
Ketahanan Wilayah Pesisir

Keempat parameter yang telah diolah dan direklasifikasikan menjadi 5 kelas akan di-overlay untuk dianalisa sebaran kerentanan wilayah Kabupaten Cilacap terhadap bencana tsunami yang ditunjukkan pada Gambar 7.

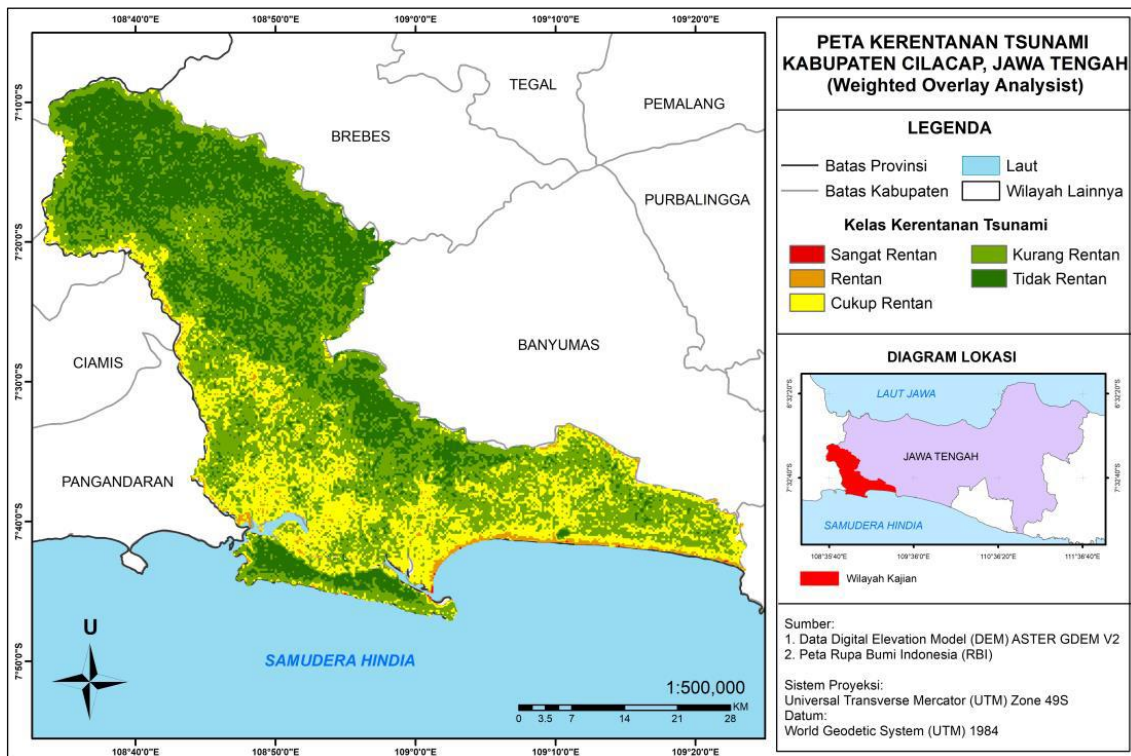
Metode *Weighted Overlay Analysis* ini menunjukkan sebaran kerentanan wilayah Kabupaten Cilacap terhadap bencana tsunami. Wilayah pesisir Kabupaten Cilacap memiliki kerentanan yang tinggi terhadap bencana tsunami. Parameter yang digunakan dengan pertimbangan seberapa berpengaruh parameter tersebut terhadap sebaran gelombang tsunami ke daratan jika terjadi bencana tsunami.

Berdasarkan *overlay* dari keempat parameter, Kabupaten Cilacap berada pada kelas rentan hingga cukup rentan terutama wilayah pesisir dengan elevasi dan kemiringan yang rendah, serta penggunaan lahan yang tersebar di wilayah pesisir Kabupaten Cilacap didominasi oleh lahan pertanian yang berada pada kelas rentan.

Pesisir Kabupaten Cilacap merupakan wilayah yang padat penduduk serta memiliki topografi yang rendah rata-rata 6 meter di atas permukaan laut (Pemerintah Kabupaten Cilacap 2019).



Gambar 6 Kerentanan Tsunami Berdasarkan Jarak dari Garis Pantai



Gambar 7 Weighted Overlay Analyst

Kemiringan yang landai rata-rata 6 meter berada pada kelas rentan sehingga daerah pesisir Kabupaten Cilacap berada pada wilayah yang cukup rentan terhadap bencana tsunami.

Kepadatan penduduk merupakan salah satu faktor yang menentukan apakah wilayah tersebut rentan terhadap bencana. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Akbar (2018) mengenai risiko

tsunami terhadap populasi distribusi penduduk di Cilacap menunjukkan bahwa daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi memiliki risiko yang tinggi terhadap bencana tsunami. Hal tersebut didasarkan pada kerugian yang terjadi akibat bencana yang terjadi. Jika kepadatan penduduk suatu daerah tinggi, maka kerugian yang terjadi akibat bencana juga akan semakin besar. Wilayah dengan padat penduduk dan pemukiman yang padat maka memiliki risiko yang tinggi dan menyebabkan kerugian yang besar jika terjadi bencana tsunami.

Adanya jalur evakuasi dan ditentukannya tempat aman untuk pengungsian sangat penting jika terjadi bencana tsunami. Perlu di perhatikan juga peringatan dini tsunami yang dilakukan, karena tsunami tidak dapat diprediksi kapan akan sampai didaratan. Informasi yang cepat tersebar luas akan membantu penduduk lebih cepat untuk mengevakuasi diri, sehingga mengurangi korban jiwa jika terjadi bencana tsunami. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan salah satu pilihan yang dapat digunakan dengan manajemen data spasial dan membuat pemetaan kerentanan serta pembuatan model jalur evakuasi tsunami (Dewi, S., dan Suwadi 2010). Evakuasi adalah bagian terpenting dalam rencana mitigasi, tindakan tersebut penting untuk dilakukan dalam upaya menyelamatkan nyawa manusia (Kultsum et al. 2017).

Menurut Anwar and Hidayah (2020), faktor yang menyebabkan banyaknya korban jiwa serta kerugian harta benda pada bencana tsunami adalah kurangnya pemahaman masyarakat mengenai tsunami dan kurangnya kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana tersebut. Upaya pemahaman ataupun tindakan sosialisasi kepada masyarakat terkait kerentanan wilayah akibat tsunami perlu untuk segera dilakukan. Sehingga masyarakat mampu menghadapi bencana tsunami dengan persiapan yang jauh lebih baik lagi.

Kabupaten Cilacap juga merupakan salah satu wilayah dengan pusat industri dan memiliki sektor agrikultural yang besar. Banyaknya bangunan dan pertumbuhan penduduk yang dinamis di daerah pesisir Cilacap, menyebabkan wilayah ini memiliki risiko besar terhadap bencana tsunami (Muck et al. 2013). Pemetaan kerentanan tsunami yang dilakukan ini merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan daerah-daerah mana yang terkena dampak bencana tsunami. Nilai kerentanan tersebut dapat diminimalisir dengan melakukan tindakan relokasi, adaptasi, dan proteksi (Luthfi, Asadi, dan Agustiadi 2018).

KESIMPULAN

Hasil dari identifikasi variabel kerentanan tsunami menunjukkan bahwa nilai kemiringan lahan (*slope*) 2 – 6% tergolong rentan, elevasi daratan (*elevation*) antara 5 – 10 meter tergolong rentan, penggunaan lahan (*land use*) yang didominasi pertanian tergolong rentan, dan jarak dari garis pantai (*coastal proximity*) kerentanannya sangat besar apabila semakin dekat dengan pantai.

Berdasarkan hasil *Weighted Overlay Analysis* yang dilakukan pada setiap parameter yang telah diklasifikasikan kelas kerentanannya, kerentanan wilayah pesisir Kabupaten Cilacap terhadap bencana tsunami yaitu berada pada kategori cukup rentan hingga rentan. Karena wilayah pesisir Kabupaten Cilacap berada pada kategori cukup rentan hingga rentan terhadap bencana tsunami, perlu dilakukan penelitian lanjutan seperti alur evakuasi untuk membuat jalur evakuasi jika terjadi bencana tsunami, studi ketahanan masyarakat pesisir dalam menghadapi bencana tsunami dan upaya teknis yang dapat dilakukan melalui kegiatan relokasi, adaptasi, dan proteksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terimakasih kepada Research Group CORECT (*Coastal Resilience and Climate Change Adaptation - Research Group*) dan mahasiswa yang telah memberikan kontribusi yang sangat luar biasa dalam penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. 2018. "Pemodelan Spasial Tingkat Risiko Tsunami Terhadap Populasi Distribusi Penduduk di Kota Cilacap Menggunakan Sistem Informasi Geografis." Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anwar, Syafrianida, dan Zainul Hidayah. 2020. "Studi Kerentanan Wilayah Dan Ketahanan Masyarakat Pesisir Kecamatan Gedangan Kabupaten Malang Terhadap Bencana Tsunami." *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan* 1 (1): 19-28. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i1.6722>.
- Asyari, Ilham Maulana, Muhammad Javier Irsyad, Muchamad Fairuz Haykal, Faradhillah Adibah, Anthon Andrimida, dan Fauzul Zain Hardiyana. 2021. "Upaya Pengurangan Resiko Bencana Pesisir." *Journal of Empowerment Community and Education* 1 (2): 1-7.

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2012. *Pedoman Penerapan Sekolah/Madrasah Aman dari Bencana*. Indonesia.
- Cillacapkab. 2019. "No Title." 2019.
- Dewi, R. S. 2012. "A GIS Based Approach of an Evacuation Model for Tsunami Risk Reduction." *Journal of Integrated Disaster Risk Management* 2 (2): 108-39.
- Dewi, R. S., Niendyawati S., dan Suwayuono Suwadi. 2010. "Remote Sensing for Dissaster Mitigation: Case Study for Tsunami Evacuation Route Modelling in Cilacap-Central Java Indonesia." *Intenational Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science* 38 (8): 281-86.
- Djunire, Samy. 2009. "Kajian Bahaya dan Risiko Tsunami Berbasis Geomorfologi untuk Menunjang Tata Ruang Kota Manokwari Provinsi Papua Barat." Institut Pertanian Bogor.
- Hastuti, Amandangi Wahyuning. 2012. "Coastal Vulnerability Analysis of Sea Levels Threats in SOuth Yogyakarta." Institut Pertanian Bogor. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3913.9444>.
- Hilmi, E., Eko H., Riyanti, dan Asrul Sahri. 2012. "Analisis Potensi Bencana Abrasi dan Tsunami di Pesisir Cilacap." *Jurnal Penanggulangan Bencana* 3 (1): 34-42.
- Irma, Wirdati, T. Gunawan, dan Suratman. 2018. "Pengaruh Konversi Lahan Gambut terhadap Ketahanan Lingkungan di DAS Kampar Provinsi Riau Sumatera." *Jurnal Ketahanan Nasional* 24 (2): 170-91.
- Isdianto, Andik, Wahyudi Citrosiswoyo, dan Kriyo Sambodho. 2014. "Zonasi Wilayah Pesisir Akibat Kenaikan Muka Air Laut." *Jurnal Permukiman* 9 (3): 148-57.
- Isdianto, Andik, dan Oktiyas Muzaky Luthfi. 2019. "Persepsi dan Pola Adaptasi Masyarakat Teluk Popoh terhadap Perubahan Iklim" 5: 77-82.
- Jedlovec, G. 2009. "Advances in Geoscience and Remote Sensing," 671-79.
- Kultsum, Ummu, M A Zainul Fuad, Andik Isdianto, Fakultas Perikanan, dan Universitas Brawijaya. 2017. "Desain Jalur Evakuasi Tsunami di Daerah Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi Menggunakan Sistem Informasi Geografis Design of Tsunami Evacuation Routes in Pelabuhan Ratu Area of Sukabumi District using Geographic Information System." *Seminar Nasional Penginderaan Jauh ke-4*, no. 24: 291-300.
- Lavigne, F., C. Gomez, M. Giffo, P. Wassmer, C. Hoebreck, D. Mardiatno, J. Priyono, dan Raphael Paris. 2007. "Field Observation of the 17 July 2006 Tsunami in Java." *Natural Hazards and Earth System Sciences* 7: 177-83.
- Luthfi, Oktiyas Muzaky, Muhammad Arif Asadi, dan Teguh Agustiadi. 2018. "Coral reef in center of coral biodiversity (coral triangle): The pulau lirang, southwest moluccas (MBD)." *Disaster Advances* 11 (9): 1-7.
- Miftarokhah, A. 2014. "Kerentanan Bencana Tsunami di Pantai Barat Kabupaten Pandeglang." *Antologi Pendidikan Geografis* 3 (1): 1-11.
- Muck, M., H. Taubenbock, J. Post, S. Wegscheider, G. Strunz, S. Sumayono, dan F. A. Ismail. 2013. "Assessing Building Vulnerability to Earthquake and Tsunami Hazard Using Remotely Sensed Data." *Nat Hazard* 68: 97-114.
- Pratiwi, A. 2015. "Analisis Spasial Kerentanan Wilayah Pesisir Barat Provinsi Banten Terhadap Bencana Tsunami dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis." Institut Pertanian Bogor.
- Prawiradisastra, Suryana. 2011. "Analisis Kerawanan dan Kerentanan Bencana Gempabumi dan Tsunami untuk Perencanaan Wilayah di Kabupaten Maluku Tenggara Barat." *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 13 (2): 103-9.
- Reese, S., W. J. Cousins, W. L. Power, G. Palmer, I. G. Tejakusuma, dan S. Nugrahadi. 2007. "Tsunami Vulnerability of Building and People in South Java? Field Observation After The July 2006 Java Tsunami." *Natural Hazards dan Earth System Science* 7 (5): 573-89.
- Sambah, A. B., N. Hidayati, dan M. A. Z. Fuad. 2017. "Desa Tanggap Tsunami Bagi Desa Puger, Kabupaten Jember, Jawa Timur." *Jurnal Pengabdian Masyarakat* 2 (2): 149-58.
- Sambah, A. B., dan F. Miura. 2013. "Remote Sensing, GIS, and AHP for Assessing Physical Vulnerability to Tsunami Hazard." *International Journal of Environmental and Technology* 7 (10): 671-79.
- . 2014. "Integration of Spatial Analysis for Tsunami Inundation and Impact Assessment." *Journal of Geographic Information System* 6 (1): 11-22.
- Sambah, A. B., L. Tri Djoko, dan R. Bayu. 2019. "Satellite Image Analysis and GIS Approaches for Tsunami Vulnerability Assessment." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 370 (1): 0-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/370/1/012068>.
- Sambah, Abu Bakar, Guntur, dan Fuad. 2017. "Digital Elevation Model for Mapping Physical Vulnerability to Tsunami Hazard Using

- Geospatial Approach." In *Proceeding of The 7 th Annual Basic Science International Conference*, 165–68.
- Sambah, Abu Bakar, F. Miura, Guntur, dan Fuad. 2018. "Spatial Multi Criteria Approach for Tsunami Risk Assessment." In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 162:0–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/162/1/012019>.
- Sambah, Abu Bakar, F. Miura, Guntur, Sunardi, dan A. F. Febriana. 2019. "Geospatial Model of Physical and Social Vulnerability for Tsunami Risk Analysis." *International Journal of GEOMATE* 17 (63): 29–34. <https://doi.org/10.21660/2019.63.4684>.
- Sambah, Abu Bakar, Aida Sartimbul, Defri Yona, Feni Iranawati, Ledhyane I Harlyan, Nurin Hidayati, Syarifah H. J. Sari, M. Arif Zainul Fuad, dan M. Arif Rahman. 2020. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dalam Bidang Perikanan dan Kelautan*. Desember 2. Malang: UB Press.
- Santius, S. H. 2015. "Pemodelan Tingkat Risiko Bencana Tsunami Pada Permukiman di Kota Bengkulu Menggunakan Sistem Informasi Geografis." *Jurnal Permukiman* 10 (2): 92–105.
- Shalih, Osmar, Mangapul P. Tambunan, dan Rudy P Tambunan. 2019. "Membangun Ketahanan (Resiliensi) Bencana Pada Kawasan Pariwisata (Studi Kasus: Kabupaten Pandeglang Pasca Tsunami Selat Sunda 2018)." In *Social and Technological Innovation on Disaster for Industry 4.0*, 6–8. <https://doi.org/10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004>.
- Subagiyo, Aris, Nyoman Trisna Kurniawan, dan Adipandang Yudono. 2017. "Perencanaan Ruang Kawasan Pesisir Berdasarkan Daya Dukung Dan Kearifan Lokal." In *Prosiding Seminar Kearifan Lokal dan Lingkungan Binaan*, 25:608–26.
- Subardjo, P., dan R. Ario. 2016. "Uji Kerawanan Terhadap Tsunami Dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) Di Pesisir Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Yogyakarta." *Jurnal Kelautan Tropis* 18 (2).
- Usman, Fadly. 2019. "Predicting the Vulnerable Area of Tsunami Hazard Using CADMAS Surf 3D Case Study: Kolaka City, Southern Sulawesi, Indonesia." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 620 (1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/620/1/012028>.
- Usman, Fadly, Septiana Hariyani, dan Fadhilatus Shoimah. 2021. "Perencanaan Partisipatif Tanggap Darurat Bencana Tsunami Di Pesisir Selatan Watulimo, Trenggalek." *Tataloka* 23 (1): 138–50. <https://doi.org/10.14710/tataloka.23.1.138-150>.
- Wibowo, T. W., M. Djati, dan Sunarto. 2017. "Pemetaan Risiko Tsunami Terhadap Bangunan secara Kuantitatif." *Majalah Geografi Indonesia* 31 (2): 68–78.
- Widodo, Amien, Dwa Desa Warnana, Juan Pandu G. N. R., Wien Lestari, dan Ary Iswahyudi. 2016. "Pemetaan Kerentanan Tsunami Kabupaten Lumajang Menggunakan Sistem Informasi Geografis." In *The 2nd Conference on Innovation and Industrial Applications (CINIA 2016)*, 239–43.
- Yudono, Adipandang. 2017. "Towards Democracy in Spatial Planning Through Spatial Information Built by Communities: The investigation of Spatial Information Built by Citizens from Participatory Mapping to Volunteered Geographic Information in Indonesia." In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 70. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/70/1/012002>.