

PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI (SIG) DALAM PEMETAAN WILAYAH BENCANA TSUNAMI DIPESISIR WATULIMO KAB. TRENGGALEK

Izza Lathifah , M. Romahurmuzi , Putri Erlina Safira

Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung

Abstrak

ARTICLE INFO

Article history:

Received Mei 2024

Revised Mei 2024

Accepted Mei 2024

Available online Mei 2024

mohammadromahul20@gmail.com
, lathifahizza3@gmail.com,
erlinap11@gmail.com



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.
Copyright © 2023 by Author. Published by Triwikrama

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi (SIG) telah menjadi pendekatan yang penting dalam pemetaan dan mitigasi bencana. Penelitian ini memusatkan perhatian pada penerapan SIG dalam pemetaan wilayah bencana Tsunami di pesisir Watulimo, Trenggalek. Studi ini melibatkan pengumpulan data spasial dan atribut dari sumber yang beragam, termasuk citra satelit, data topografi, data ketinggian, dan informasi demografis. Penggunaan SIG memungkinkan analisis spasial yang mendalam, identifikasi daerah rawan, serta perencanaan mitigasi yang efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SIG memungkinkan pemetaan yang akurat dan detil, memungkinkan pemangku kepentingan untuk membuat keputusan yang tepat dalam pengelolaan bencana. Penerapan SIG ini bukan hanya meningkatkan pemahaman tentang potensi bencana Tsunami, tetapi juga meningkatkan kesiapsiagaan dan respon terhadap ancaman bencana

di wilayah tersebut. Kesimpulannya, integrasi SIG dalam pemetaan bencana Tsunami di pesisir Watulimo, Trenggalek, memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya mitigasi dan pengelolaan risiko bencana secara keseluruhan.

Kata Kunci : SIG, Pemetaan, Bencana Tsunami

Abstract

The use of Geographic Information Systems (GIS) has become an important approach in disaster mapping and mitigation. This research focuses on the application of GIS in mapping Tsunami disaster areas in coastal Watulimo, Trenggalek. The study involved the collection of spatial and attribute data from diverse sources, including satellite imagery, topographic data, elevation data and demographic information. The use of GIS enables in-depth spatial analysis, identification of vulnerable areas, as well as effective mitigation planning. The results show that GIS enables accurate and detailed mapping, allowing stakeholders to make informed decisions in disaster management. The application of GIS not only improved the understanding of the Tsunami disaster potential, but also improved preparedness and response to disaster threats in the region. In conclusion, the integration of GIS in Tsunami disaster mapping in coastal Watulimo, Trenggalek, contributes significantly to mitigation efforts and overall disaster risk management.

Keywords : GIS, Mapping, Tsunami disaster



LATAR BELAKANG

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.¹ Gempa bumi merupakan dampak dari aktivitas seismik dan tsunami adalah bahaya sekunder yang timbul setelah gempa bumi. 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. 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.² Wilayah Indonesia merupakan wilayah tektonis aktif yaitu lokasi tumbukan beberapa lempeng tektonik, yang menyebabkan Indonesia termasuk dalam daerah yang berpotensi gempa dan rawan tsunami. Pergeseran lempeng bumi di dasar laut yang menyebabkan gempa serta menimbulkan ombak laut disebut tsunami.

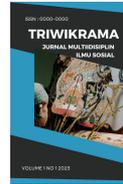
Salah satu kabupaten di Jawa Timur yang berpotensi tsunami adalah wilayah pesisir Kabupaten Trenggalek yang terletak pada koordinat 111° 24' hingga 112° 11' bujur timur dan 7° 63' hingga 8° 34' lintang selatan dengan luas 1.205,22 km². Di pesisir pantai selatan Pulau Jawa, termasuk wilayah pesisir Kabupaten Trenggalek ini memang sangat rentan terjadi bencana tsunami. Hal ini dikarenakan pantai selatan Pulau Jawa umumnya memiliki ombak yang sangat besar, dan jika ditinjau lebih dalam lagi ternyata memang di wilayah sekitar Samudra Hindia selatan Jawa sudah sering kali terjadi gempa besar dengan kekuatan di atas 7 Magnitudo. Sejarah mencatat daftar gempa besar seperti gempa Samudra Hindia tahun 1863, 1867, 1871, 1896, 1903, 1923, 1937, 1945, 1958, 1962, 1967, 1979, 1980, 1981, 1994, dan 2006. Sedangkan tsunami selatan Jawa juga pernah terjadi pada tahun 1840, 1859, 1921, 1994, dan 2006. Selain itu, potensi gempa dan tsunami di wilayah pesisir sebelah selatan Jawa, khususnya wilayah pesisir Kabupaten Trenggalek di Jawa Timur juga dipengaruhi faktor geologinya di mana kawasan ini termasuk zona subduksi lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Adapun daerah paling rawan tsunami di wilayah pesisir Kabupaten Trenggalek adalah di daerah pesisir Kecamatan Watulimo.

METODE PENELITIAN

Menggunakan Metode penelitian Deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan dan memetakan kerentanan terhadap bencana tsunami di pesisir Watulimo, Trenggalek menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian ini akan mengumpulkan data geospasial yang relevan, seperti topografi, pola populasi, infrastruktur, dan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi kerentanan terhadap bencana tsunami di wilayah tersebut. Hasilnya akan berupa pemetaan kerentanan

¹ Wibowo, T. W., M. Djati, dan Sunarto. 2017. "Pemetaan Risiko Tsunami Terhadap Bangunan secara Kuantitatif." *Majalah Geografi Indonesia*. 31 (2) : 68–78

² Isdianto, Andik, dan Oktiyas Muzaky Luthfi. 2019. "Persepsi dan Pola Adaptasi Masyarakat Teluk Popoh terhadap Perubahan Iklim" 5: 77–82



yang akan memberikan wawasan yang lebih baik tentang area-area yang paling rentan terhadap tsunami.

KAJIAN PUSTAKA

1. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis atau Geographic Information System (GIS) merupakan suatu sistem informasi yang berbasis komputer, dirancang untuk bekerja dengan menggunakan data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Sistem ini mengcapture, mengecek, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data yang secara spasial mereferensikan kepada kondisi bumi. Teknologi SIG mengintegrasikan operasi-operasi umum database, seperti query dan analisa statistik, dengan kemampuan visualisasi dan analisa yang unik yang dimiliki oleh pemetaan. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dengan Sistem Informasi lainnya yang membuatnya menjadi berguna berbagai kalangan untuk menjelaskan kejadian, merencanakan strategi, dan memprediksi apa yang terjadi.³

2. Wilayah pesisir

Menurut Peraturan Kementrian Kelautan dan Perikanan pada Permen KP nomor 28 tahun 2021 tentang penyelenggaraan penataan ruang laut, wilayah pesisir diartikan sebagai daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut. Wilayah Perairan Pesisir Laut yang berbatasan dengan daratan meliputi perairan sejauh 12 (dua belas) mil Laut diukur dari garis pantai, perairan yang menghubungkan pantai dan pulau-pulau, estuari, teluk, perairan dangkal, rawa payau, dan laguna. Sedangkan ke arah darat, batas terluar cakupan wilayah pesisir adalah sejauh batas administrasi kecamatan-kecamatan yang dilintasi garis Pantai.

3. Tsunami

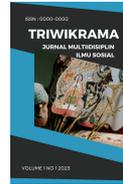
Tsunami, kata ini berasal dari Jepang, tsu berarti pelabuhan, nami berarti gelombang. Tsunami dipergunakan untuk gelombang pasang yang memasuki pelabuhan. Pada laut lepas misal terjadi gelombang pasang sebesar 8 m tetapi begitu memasuki daerah pelabuhan yang menyempit tinggi gelombang pasang menjadi 30 m. Tsunami biasa terjadi jika gempa bumi berada di dasar laut dengan pergerakan vertikal yang cukup besar. Tsunami juga bisa terjadi jika terjadi letusan gunungapi di laut atau terjadi longsor di laut.⁴

Namun, tidak semua gempa menghasilkan tsunami, hal ini tergantung beberapa faktor utama seperti tipe sesaran (fault type), kemiringan sudut antar lempeng (dip angle), dan kedalaman pusat gempa (hypocenter). Gempa dengan karakteristik tertentu akan menghasilkan tsunami yang sangat berbahaya dan mematikan, yaitu:

- a. Tipe sesaran naik (thrust/ reverse fault). Tipe ini sangat efektif memindahkan volume air yang berada diatas lempeng untuk bergerak sebagai awal lahirnya tsunami.

³ Anisah Aini. "Sistem Informasi Geografis Pengertian Dan Aplikasinya". Hlm 2

⁴ Arief Mustofa Nur. "Gempa Bumi, Tsunami Dan Mitigasinya". *Jurnal Geografi*. Vol 7. No. 1 Jan 2010. Hlm



- b. Kemiringan sudut tegak antar lempeng yang bertemu. Makin tinggi sudutnya (mendekati 90 derajat), makin efektif tsunami yang terbentuk.
- c. Kedalaman pusat gempa yang dangkal (70KM). Makin dangkal kedalaman pusat gempa, makin efektif tsunami yang ditimbulkan.

Kecepatan tsunami tergantung dari kedalaman air. Di laut dalam dan terbuka, kecepatannya mencapai 800-1000 km/ jam. Ketinggian tsunami di lautan dalam hanya mencapai 30-60 cm, dengan panjang gelombang mencapai ratusan kilometer, sehingga keberadaan mereka di laut dalam susah dibedakan dengan gelombang biasa, bahkan tidak dirasakan oleh kapal-kapal yang sedang berlabuh di tengah samudra. Berbeda dengan gelombang karena angin, dimana hanya bagian permukaan atas yang bergerak; gelombang tsunami mengalami pergerakan diseluruh bagian partikel air, mulai dari permukaan sampai bagian dalam samudra. Ketika tsunami memasuki perairan yang lebih dangkal, ketinggian gelombangnya meningkat dan kecepatannya menurun drastis, meski demikian energinya masih sangat kuat untuk menghanyutkan segala benda yang dilaluinya. Arus tsunami dengan ketinggian 70 cm masih cukup kuat untuk menyeret dan menghanyutkan orang.

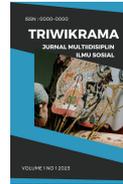
PEMBAHASAN

A. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem kompleks yang umumnya terhubung dengan sistem-sistem komputer lainnya secara fungsional maupun melalui jaringan. Komponen-komponen SIG meliputi perangkat keras, perangkat lunak, data dan informasi geografi, serta manajemen. Komponen-komponen SIG tersebut akan diuraikan di bawah ini :

1. Perangkat keras (*Hardware*) : Saat ini, Sistem Informasi Geografis (SIG) tersedia untuk berbagai jenis platform perangkat keras, mulai dari PC desktop, workstations, hingga host multiuser yang memungkinkan penggunaan bersama oleh banyak orang dalam jaringan komputer yang luas. Perangkat keras ini memiliki kemampuan tinggi, kapasitas penyimpanan besar pada harddisk, serta kapasitas memori (RAM) yang besar. Namun, fungsionalitas SIG tidak terikat secara ketat pada karakteristik fisik perangkat keras ini, sehingga keterbatasan memori pada PC konvensional pun dapat diatasi. Perangkat keras yang umum digunakan untuk SIG mencakup komputer (PC), mouse, digitizer, printer, plotter, dan scanner.
2. Perangkat lunak (*Software*) : Dari sisi lain, SIG juga merupakan sistem perangkat lunak yang terstruktur secara modular, di mana basis data memainkan peran kunci. Setiap subsistem diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak yang terdiri dari beberapa modul. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika ada perangkat SIG yang terdiri dari ratusan modul program yang masing-masing dapat beroperasi secara independent.⁵
3. Data dan Informasi Geografi :
 - a. Data spasial merupakan data yang menggambarkan fenomena di permukaan bumi atau dalam ruang, yang memiliki referensi

⁵ Bafdal, Nurpilihan, Kharista Amaru, and Boy Macklin Pareira. 2011. "Buku Ajar Sistem Informasi Geografis".



koordinat, seperti peta, foto udara, citra satelit, dan sejenisnya, atau merupakan hasil dari interpretasi data-data tersebut

- b. Data nonspasial merupakan data yang menggambarkan aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang sedang dimodelkan. Contohnya adalah data sensus penduduk, hasil survei, atau data statistik lainnya.⁶

SIG memiliki kemampuan untuk mengumpulkan dan menyimpan data dan informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung dengan mengimpor dari perangkat lunak SIG lainnya, maupun secara langsung dengan cara mendigitasi data spasialnya dari peta dan memasukkan data atributnya dari tabel dan laporan menggunakan keyboard.

4. Manajemen : Untuk memastikan keberhasilan suatu proyek Sistem Informasi Geografis (SIG), penting bagi orang yang terlibat memiliki keterampilan yang sesuai di semua tingkat. Struktur keterampilan dalam pengelolaan SIG sangat vital untuk menjalankan fungsi SIG dengan baik. Umumnya, tim pengelola tersebar dari kelompok yang bertanggung jawab atas manajemen hingga yang berfokus pada aspek teknis. Secara garis besar, keterampilan yang krusial dalam suatu SIG meliputi manajemen, keahlian dalam basis data, kartografi, manajemen sistem, pemrograman, dan teknisi untuk pengelolaan data. Kesuksesan suatu proyek SIG tergantung pada manajemennya yang baik serta keterlibatan orang-orang yang memiliki keahlian yang tepat di semua tingkatan.

Subsistem dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) terdiri dari data input, data output, manajemen data, serta manipulasi dan analisis data. Penjelasan mengenai masing-masing subsistem SIG adalah sebagai berikut:

1. Data Input : Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan dan menyiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Tanggung jawabnya juga mencakup konversi atau transformasi format data asli ke format yang kompatibel dengan SIG.
2. Data Output : Subsistem ini menghasilkan output dari seluruh atau sebagian basis data, baik dalam bentuk softcopy maupun hardcopy, seperti tabel, grafik, peta, dan lainnya.
3. Manajemen Data : Subsistem ini mengorganisir data spasial dan atribut ke dalam basis data sehingga mudah diakses dan diedit.
4. Manipulasi dan Analisis Data : Subsistem ini menentukan informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG dan juga melakukan manipulasi serta pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diinginkan.

Manfaat dari Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah kemampuannya untuk memperbaiki pemahaman tentang fenomena yang berkaitan dengan bumi dengan sudut pandang yang lebih komprehensif. SIG memungkinkan penyimpanan, pemrosesan, dan visualisasi data spasial digital serta integrasi beragam sumber data, termasuk citra satelit, foto udara, peta, dan data statistik. Dengan adanya komputer yang memiliki kecepatan dan kapasitas penyimpanan besar seperti yang ada saat ini, SIG

⁶ Ahmad, Adil. 2017. "Sistem Informasi Geografi". Penerbit ANDI : Yogyakarta. h.11



dapat mengolah data dengan cepat dan akurat serta menampilkan informasi dengan jelas. SIG juga dapat menyesuaikan diri dengan dinamika data dan mempermudah proses pembaruan data.⁷

B. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Pemetaan Wilayah Bencana Tsunami di Pesisir Watulimo Kab. Trenggalek

1. Pemetaan Zona Bahaya Tsunami

Penggunaan Sistem Informasi Geografis dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan memetakan zona-zona bahaya tsunami di daerah pesisir Watulimo dengan berdasarkan faktor-faktor seperti topografi, kedalaman laut, dan Sejarah kejadian tsunami yang terjadi sebelumnya. Dengan penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG), pemerintah wilayah Watulimo dan Badan Penanggulangan Bencana dapat menetapkan daerah-daerah yang rentan terhadap ancaman bencana tsunami.

2. Perencanaan Evakuasi

Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan untuk Menyusun rute evakuasi yang efisien dengan mempertimbangkan lokasi tinggi, jalan-jalan utama, dan fasilitas publik lainnya. Informasi-informasi tersebut dapat membantu Masyarakat sekitar dan petugas penanggulangan bencana untuk dapat mengatur perencanaan evakuasi yang lebih terstruktur.

3. Pemetaan Infrastruktur Penting

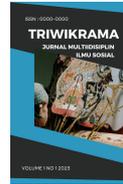
Sistem Informasi Geografi (SIG) juga dapat digunakan untuk memetakan infrastruktur penting seperti rumah sakit, sekolah, pusat evakuasi, dan fasilitas pemadam kebakaran. Dengan penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai acuan untuk mendapatkan informasi yang akurat terkait lokasi fasilitas terkait, penanggulangan bencana dapat melakukan perencanaan yang cepat dan efektif sebelum maupun setelah terjadinya bencana tsunami.⁸

4. Pemantauan Perubahan Lingkungan

Sistem Informasi Geografi (SIG) dapat digunakan untuk memantau perubahan kondisi lingkungan disekitar pesisir Watulimo yang dapat mempengaruhi potensi terjadinya tsunami, seperti perubahan kondisi garis Pantai, sedimentasi, atau aktivitas seismic. Dengan melakukan pemantauan perubahan tersebut secara terus-menerus, dapat dengan mudah untuk melakukan identifikasi potensi tsunami di pesisir Watulimo kemudian hari.

⁷ Koko Mukti Wibowo, Indra Kanedi, Juju Jumadi. 2015. "Sistem Informasi Geografis (Sig) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website". Jurnal Media Infotama Vol. 11 No. 1. Hal. 53-54

⁸ T. Fachri, Hana, dkk, "Pemetaan Tingkat Bahaya Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Pesisir Kota Bengkulu", *Jurnal Pendidikan Geografi*, Vol. 10, No. 2, (2022), 166-178



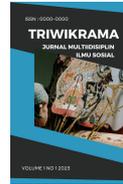
5. Pengembangan Skenario Bencana Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan untuk mengembangkan skenario-skenario bencana dengan memperhitungkan berbagai aspek seperti kekuatan gempa, arah gelombang tsunami, dan waktu tiba gelombang. Hal tersebut dapat sangat membantu pemerintah wilayah pesisir Watulimo dan Badan Penanggulangan Bencana melakukan perencanaan tanggap darurat dan mitigasi resiko bencana tsunami.⁹

C. Hambatan dan Tantangan Yang Dihadapi Dalam Pemanfaatan SIG Untuk Pemetaan Wilayah Bencana Tsunami Di Pesisir Watulimo Kab. Trenggalek

Dalam pemanfaatan Sistem Informasi Geografi (SIG) dalam pemetaan wilayah bencana tsunami di pesisir Watulimo Trenggalek, beberapa hambatan dan tantangan yang mungkin dihadapi adalah sebagai berikut :

1. Keterbatasan data : Tidak semua data yang diperlukan untuk pemetaan bencana tsunami di wilayah pesisir Watulimo mungkin tersedia atau mudah diakses. Data topografi, elevasi, batimetri laut, dan faktor-faktor lain yang relevan seringkali sulit untuk diperoleh, terutama di daerah yang kurang terjangkau atau tidak terdokumentasi dengan baik.
2. Akurasi data : Kualitas data geografis sangat penting dalam analisis SIG. Tantangan dapat muncul dalam hal akurasi dan keandalan data yang digunakan, terutama ketika data tersebut diperoleh dari berbagai sumber yang mungkin memiliki standar dan metode pengukuran yang berbeda.
3. Keterbatasan Teknis : Penggunaan SIG memerlukan pemahaman teknis yang cukup serta akses ke perangkat lunak dan perangkat keras yang tepat. Tantangan dapat muncul jika tidak tersedia keahlian yang memadai atau jika infrastruktur teknologi informasi di wilayah tersebut terbatas.
4. Keterbatasan keuangan : Implementasi SIG dan pemetaan bencana tsunami membutuhkan investasi finansial yang signifikan, termasuk untuk akuisisi data, pengembangan sistem, dan pelatihan personel. Keterbatasan anggaran bisa menjadi hambatan serius.
5. Partisipasi masyarakat : Keberhasilan dalam mitigasi bencana bergantung pada partisipasi aktif masyarakat setempat. Tantangan mungkin muncul dalam membangun kesadaran masyarakat akan risiko tsunami, serta dalam memotivasi mereka untuk berpartisipasi

⁹ Oktaviana, dkk, "Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Zona Tingkat Bahaya Dan Keterpaparan Pemukiman Terhadap Tsunami Kota Depansar", *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, Vol. 1, No. 2, (2020), 80-88.



dalam pengumpulan data lapangan atau implementasi rencana mitigasi.

6. Koordinasi antar stakeholder : Pemetaan bencana tsunami melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah daerah, lembaga penelitian, organisasi nirlaba, dan masyarakat setempat. Tantangan dapat timbul dalam koordinasi dan kolaborasi antara stakeholder yang berbeda, terutama jika terdapat perbedaan dalam tujuan, kepentingan, atau kapasitas.
7. Tantangan teknis dan lingkungan : Wilayah pesisir seringkali rentan terhadap perubahan lingkungan, seperti erosi pantai, perubahan garis pantai, atau perubahan struktur geologis. Hal ini dapat menyulitkan pemetaan yang akurat dan berkelanjutan, serta membutuhkan pembaruan data yang teratur.

Mengatasi hambatan dan tantangan ini memerlukan komitmen yang kuat, kerja sama antarstakeholder, serta pendekatan yang holistik dan berkelanjutan dalam pemanfaatan SIG untuk mitigasi bencana tsunami di wilayah pesisir Watulimo Trenggalek.¹⁰

KESIMPULAN

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem kompleks yang umumnya terhubung dengan sistem-sistem komputer lainnya secara fungsional maupun melalui jaringan. Komponen-komponen SIG meliputi perangkat keras, perangkat lunak, data dan informasi geografi, serta manajemen.

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi (SIG) dalam pemetaan wilayah bencana tsunami meliputi pemetaan zona bahaya tsunami, perencanaan evakuasi, pemetaan infrastruktur penting, pemantauan perubahan lingkungan, dan pengembangan scenario bencana.

Hambatan dan tantangan dalam pemetaan wilayah bencana tsunami meliputi keterbatasan data, akurasi data, keterbatasan teknis, keterbatasan keuangan, partisipasi Masyarakat, koordinasi antar stakeholder, dan tantangan teknis dan lingkungan

¹⁰ Neil G Sipe,Pat Dale, "Challenges in using geographic information systems (GIS) to understand and control malaria in Indonesia", *Jurnal Malaria*, Vol.2, No. 2, Hlm 4



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Adil. 2011. "Sistem Informasi Geografi". Penerbit ANDI : Yogyakarta. h.11
- Aini, Aisah. "Sistem Informasi Geografis Pengertian Dan Aplikasinya". Hlm 2
- dkk, Bafdal. 2011. "Buku Ajar Sistem Informasi Geografis".
- dkk, H. T. Fachri. "Pemetaan Tingkat Bahaya Bencana Tsunami Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Pesisir Kota Bengkulu". *Jurnal Pendidikan Geografi*. Vol. 10, No. 2. (2022). 166-178.
- Dkk, Oktaviana. "Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Zona Tingkat Bahaya Dan Keterpaparan Pemukiman Terhadap Tsunami Kota Depansar". *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*. Vol. 1, No. 2. (2020), 80-88.
- G Sipe, Neil, dan Pat Dale. "Challenges in using geographic information systems (GIS) to understand and control malaria in Indonesia". *Jurnal Malaria*. Vol. 2. No. 2. Hlm 4
- Isdianto, Andik, dan Oktiyas Muzaky Luthfi. "Persepsi dan Pola Adaptasi Masyarakat Teluk Popoh terhadap Perubahan Iklim", 77–82
- Mukti Wibowo, Koko, Indra Kanedi, dan Juju Jumadi. 2015. "Sistem Informasi Geografis (Sig) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website". *Jurnal Media Infotama*. Vol. 11 No. 1. Hal. 53-54
- Mustofa Nur, Arief. "Gempa Bumi, Tsunami Dan Mitigasinya". *Jurnal Geografi*. Vol 7. No. 1 Jan 2010. Hlm 68
- Wibowo, T. W., M. Djati, dan Sunarto. 2017. "Pemetaan Risiko Tsunami Terhadap Bangunan secara Kuantitatif". *Majalah Geografi Indonesia*. 31 (2) : 68–78