

APLIKASI ANALITIK HIRARKI PROSES UNTUK ANCAMAN BAHAYA GEMPA DI DAERAH TANJUNG LESUNG-PANIMBANG, KABUPATEN PANDEGLANG

THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS APPLICATION FOR EARTHQUAKE HAZARD IN TANJUNG LESUNG-PANIMBANG, PANDEGLANG

Dedi Mulyadi dan Wawan Hendriawan Nur

Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI

ABSTRAK Wilayah Tanjung lesung-Panimbang Kabupaten Pandeglang merupakan wilayah pengembangan pariwisata yang tumbuh pesat. Daerah tersebut menempati dataran aluvial dan material hasil proses vulkanik yang berpotensi terhadap bahaya seismik. Dengan demikian diperlukan informasi bahaya seismik dalam menunjang pengembangan daerah tersebut. Tulisan ini bertujuan menguraikan aplikasi Sistem Informasi Geografi dalam pemetaan ancaman bahaya seismik di Tanjung Lesung-Panimbang. Analisis spasial yang dilakukan atas dasar bobot dan peringkat dengan menggunakan pendekatan AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Berdasarkan penilaian dan pembobotan terhadap parameter percepatan tanah puncak, likuifaksi, litologi, morfologi dan ketinggian, dihitung dengan metode intersection untuk menghasilkan peta potensi ancaman bahaya seismik yang diklasifikasikan menjadi ancaman bahaya tinggi, sedang dan rendah. Diharapkan hasil penelitian ini menjadi perhatian, khususnya untuk kepentingan pembangunan fisik dan penyusunan rencana tata ruang wilayah di Tanjung lesung-Panimbang Kabupaten Pandeglang.

Kata kunci: Kegempaan, Analytical Hierarchy Process, Sistem Informasi Geografi, Panimbang.

ABSTRACT Tanjung Lesung-Panimbang region Pandeglang Regency has a rapid development in tourism. The area occupies an alluvial plain and volcanic product materials that potentially prone to seismic hazard. Therefore, seismic hazard information is required in supporting the development of the area. This paper describes the application of Geography Information System for seismic hazards mapping in the Tanjung Lesung-Panimbang area. Spatial analysis was conducted on the basis of the weighting and ranking using the AHP (*Analytical Hierarchy Process*) approach. Based on the assessment and weighting of Peak Ground Acceleration, liquefaction, lithology, morphology and altitude parameters, we calculated using intersection method to obtain the seismic potential hazard map, which classified into high, medium and low. This hazard map will be very useful, particularly for the physical development and spatial planning of Panimbang - Tanjung Lesung Pandeglang.

Keywords: Earthquake, Analytical Hierarchy Process, Geography Information System, Panimbang.

Naskah masuk : 22 Desember 2016
Naskah direvisi : 22 September 2017
Naskah diterima : 25 Mei 2018

Dedi Mulyadi
Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI,
Kompleks LIPI Gd. 70, Jalan Sangkuriang, Bandung
40135, Indonesia
Email : dedi19@yahoo.com

PENDAHULUAN

Ancaman geologis khususnya gempabumi besar dapat terjadi pada zona seismik yang bisa menimbulkan kerusakan yang luas pada infrastruktur dan bahkan bisa menimbulkan korban jiwa.

Kondisi geologi sebagian besar daerah pesisir wilayah Tanjung lesung-Panimbang Kabupaten

Pandeglang berupa dataran aluvial dan material hasil proses vulkanik. Hal ini memungkinkan akan terjadi dampak yang besar pada kerusakan infrastruktur, bangunan dan fasilitas penting lainnya jika terjadi bahaya gempa (Gambar 1).

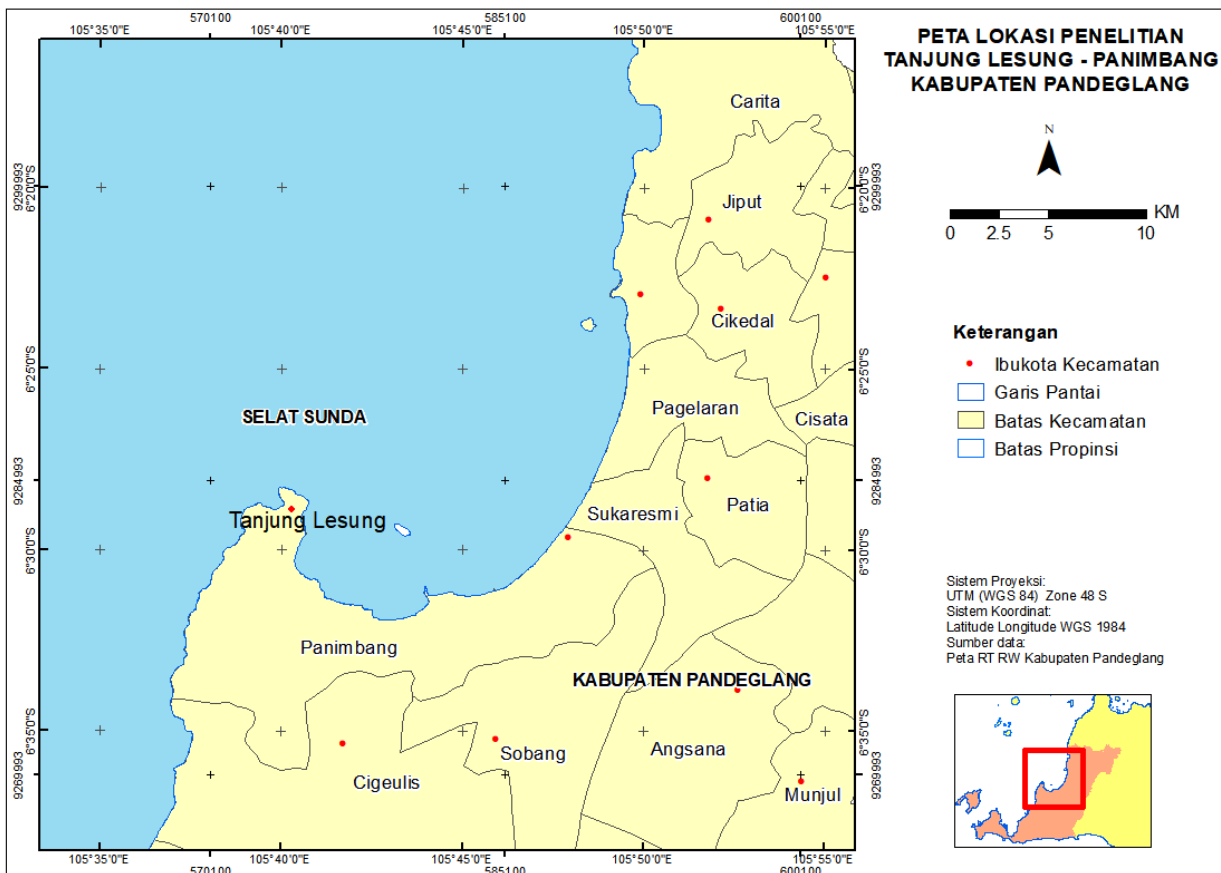
Beberapa kejadian gempa berpusat di sekitar Selat Sunda diantaranya yaitu gempa Sukabumi dengan besaran 5,5 M_w , gempa Cijeruk dengan 5,4 M_w , gempa Pandeglang dengan magnitudo 6,8 M_w (Hidayat et al., 2012), gempa Liwa 6,9 M_w (Nuryanto, 2008). Gempa Pandeglang pada tanggal 4 November 2015 dengan besaran 5,2 M_w yang tidak menimbulkan kerusakan (Tarmizi, 2015). Hal tersebut menggambarkan adanya aktifitas tektonik di daerah sekitar Selat Sunda. Dan berdasarkan pengukuran GPS di sekitar Selat Sunda disimpulkan adanya pergeseran ke arah timur, dengan kecepatan pergeseran berkisar 1,4 cm/tahun (Hidayat et al., 2012).

Wilayah Tanjung lesung Kabupaten Pandeglang merupakan salah satu kawasan yang yang secara khusus dikembangkan untuk KEK/Kawasan Ekonomi Khusus (Mulyadi, 2016) untuk zona

pariwisata menurut Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2012. Seiring dengan penetapan KEK di wilayah tersebut maka perkembangan dan pembangunan infrastruktur di wilayah Tanjung lesung menjadi semakin pesat. Dengan demikian informasi mengenai bahaya seismik di kawasan tersebut menjadi sebuah kebutuhan sebagai salah satu acuan dalam pengembangan wilayah tersebut.

Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan salah satu alat yang memiliki peranan penting dalam pengelolaan data dan informasi spasial. Teknologi SIG merupakan sebuah alat untuk menyimpan, mengorganisasikan, analisis dan menampilkan data spasial terkait dengan bahaya seismik Kabupaten Pandeglang dengan baik. Saat ini, teknologi SIG telah digunakan dalam mengolah informasi di semua aspek kehidupan termasuk dalam pengelolaan dan menyelesaikan permasalahan berkaitan dengan keadaan alam/kebencanaan serta aktivitas manusia (Jayarthna, 2017, Rahman, 2015).

Tulisan ini akan menguraikan penggunaan metode AHP yang diaplikasikan dalam SIG untuk



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.

memetakan ancaman bahaya seismik di Tanjung lesung - Panimbang Kabupaten Pandeglang. Dengan menghitung parameter PGA, likuifaksi, litologi, morfologi dan ketinggian.

LOKASI DAN GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Daerah penelitian wilayah Tanjung lesung-Panimbang merupakan daerah dataran sampai perbukitan yang terletak pada koordinat 6° 27’-6°37’ Lintang Selatan dan 105°36’-105°49’ Bujur Timur dengan ketinggian antara 0 sampai 150 meter diatas permukaan laut (dpl) (Gambar 2).

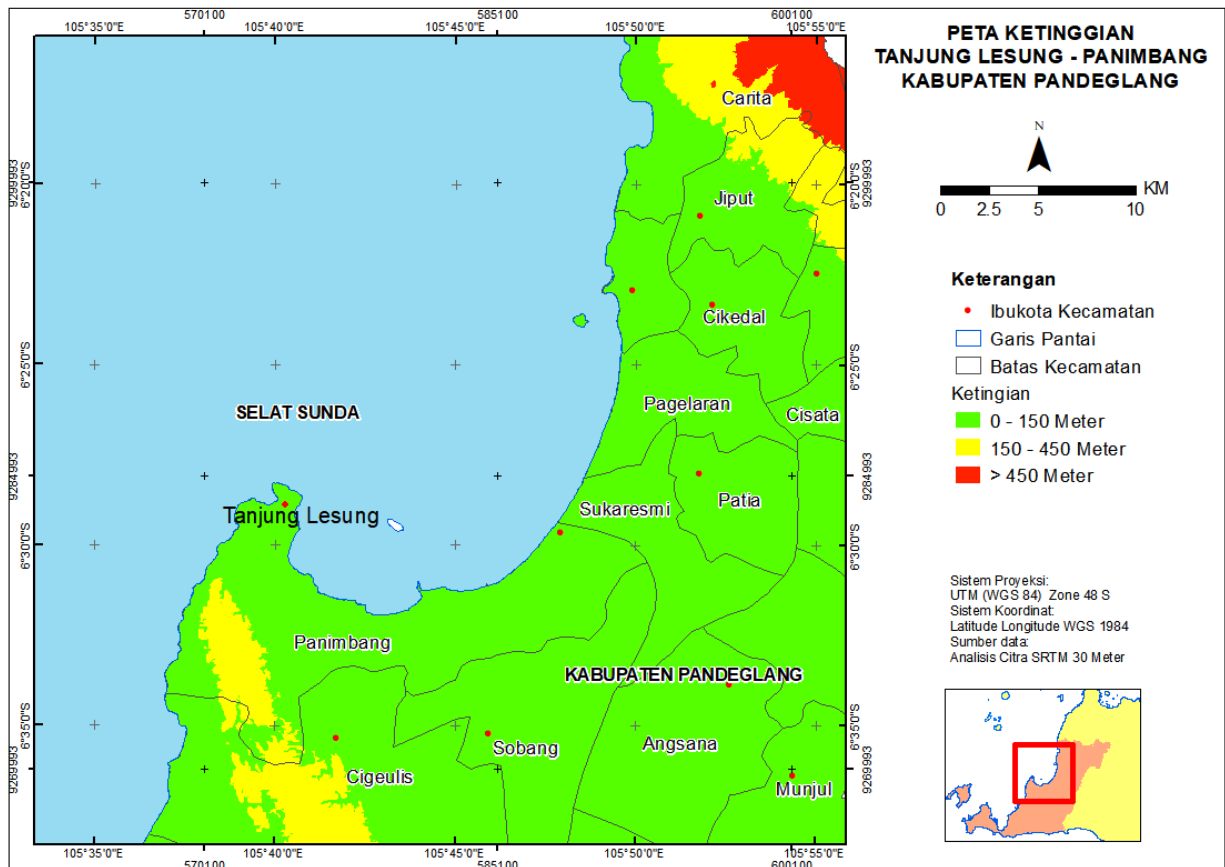
Wilayah Tanjung lesung - Panimbang sebagai daerah pesisir merupakan suatu paparan dataran pantai, *fluviatile*, pematang pantai, laguna pesisir dan *alluvium*, dicirikan oleh endapan dataran pada patai Holosen yang berhadapan dengan Samudera Hindia.

Penyebaran endapan kuarter di daerah ini mengikuti pola morfologi purba, kompleks delta di Tanjung lesung ini didominasi oleh pengaruh

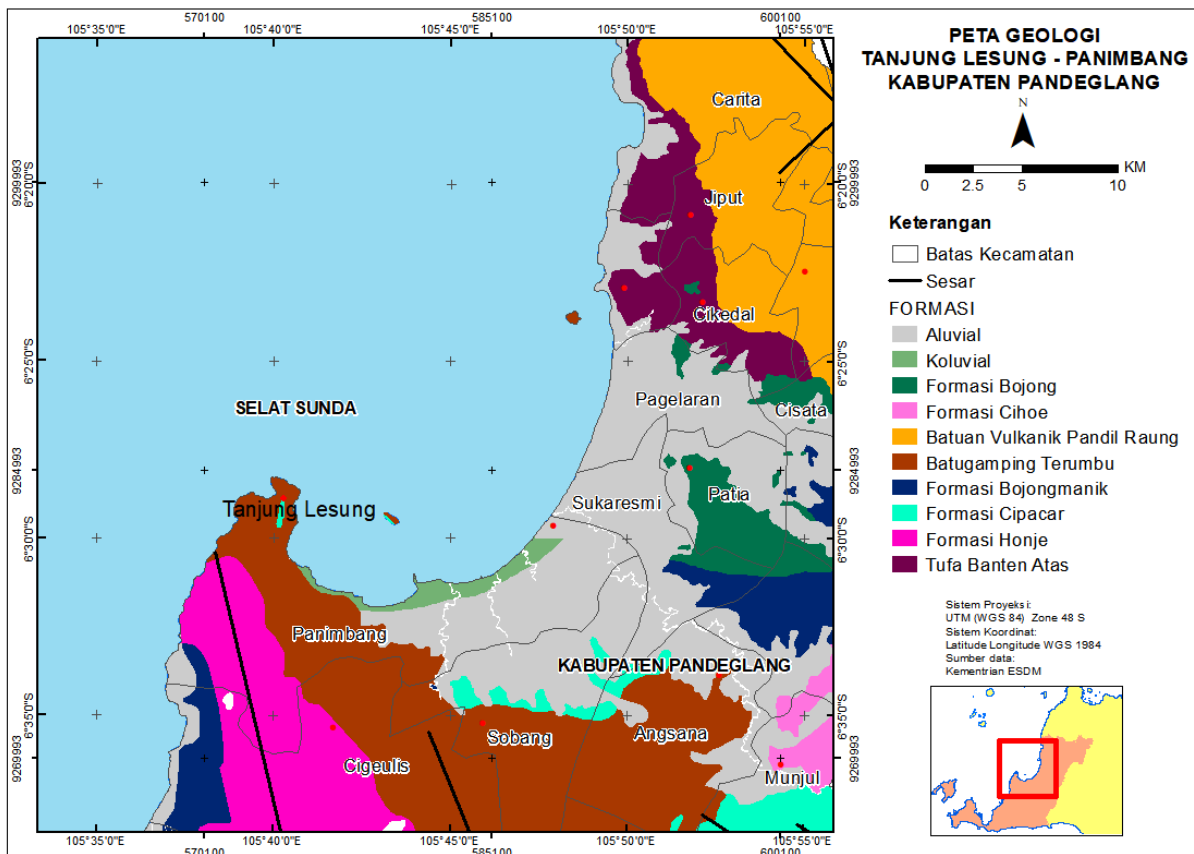
gelombang yang dicerminkan oleh bentuk morfologi pematang pantai yang sejajar pantai berarah barat daya – timur laut dan endapan aluvial yang berasal dari aliran sungai.

Daerah Tanjung lesung dan sekitarnya ditinjau dari geologi dan tektonik merupakan zona rendahan dan jalur sesar berarah barat laut – tenggara yang diisi oleh endapan sedimen laut (Sudana D. dan Santosa S, 1992).

Geologi daerah penelitian (Gambar 3) Geologi dan stratigrafi daerah penelitian telah disusun secara baik oleh Lumbanbatu dan Poedjoepradjitno (1992) dari tua ke muda, yaitu Formasi Bojongmanik merupakan perselingan batupasir dengan batu lempung gampingan dan batupasir tufaan berselingan dengan lignit. Umur formasi ini adalah Miosen akhir – awal Pliosen. Selanjutnya diatasnya diendapkan Formasi Cipacar secara selaras, terdiri dari batupasir tufaan, pasir gampingan, batu lempung pasiran. Diatasnya secara tidak selaras diendapkan batuan produk vulkanik dan aluvium yang mencerminkan



Gambar 2. Peta ketinggian daerah Tanjung lesung.



Gambar 3. Peta geologi daerah Tanjung lesung (sumber: Santosa S. 1992).

pola pematang pantai. Endapan Gunungapi Danau, *lower tuff* Banten, Gunungapi Karang, Gunungapi Pulosari dan Gunungapi Asupan serta endapan aluvium menutupi daerah penelitian. Pola struktur geologi berdasarkan kelurusan struktur berarah hampir barat daya – timur laut.

Geomorfologi daerah penelitian merupakan dataran seluas 85,07% dari luas keseluruhan Kabupaten Pandeglang dan 15,03% merupakan dataran tinggi pengunungan. Dari data hasil pembarisan memperlihatkan endapan sedimen berumur kuartar, dengan lingkungan pengendapan terdiri dari endapan banjir, endapan cekungan banjir, endapan rawa dan endapan pantai.

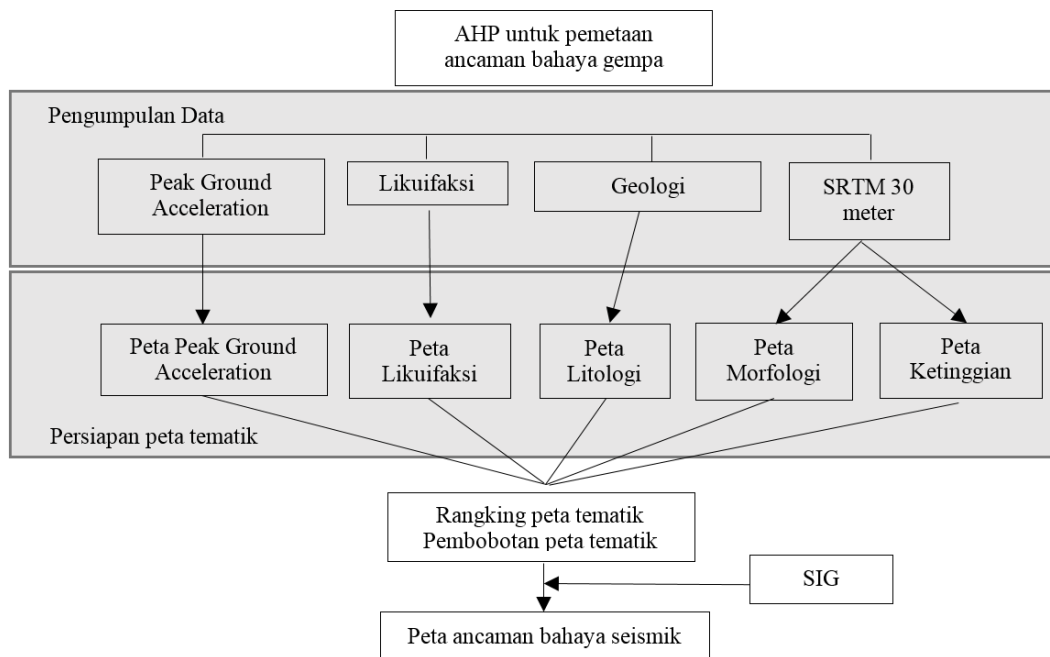
METODE

Metode yang dilakukan dalam pemetaan ancaman bahaya seismik dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu pengumpulan data, persiapan peta tematik, menentukan peringkat dan pembobotan dengan menggunakan AHP, adalah menggunakan metode AHP untuk merumuskan bobot dan peringkat tiap

parameter yang dihitung dan diimplementasikan dalam Sistem Informasi Geografis atau SIG, (Gambar 4).

AHP merupakan salah satu metode yang sangat populer dalam pemodelan bahaya dan dapat digunakan untuk analisa parameter yang kompleks untuk pengambilan keputusan berdasarkan kriteria kuantitatif (Saaty 1990, Chen et al., 2011). Metode ini dapat menciptakan hirarki parameter dan kemudian membandingkan pasangan yang mungkin dalam matriks sehingga terdapat rasio bobot yang konsisten untuk setiap elemen parameter (Saaty 1988, Saaty 2008, Estoque 2012). Teknik ini telah berhasil digunakan untuk memetakan zonasi bahaya seismik di berbagai belahan dunia (Malczewski 1999, Panahi et al., 2014, Quadrio et al., 2015).

AHP mendefinisikan masalah dan menentukan jenis pengetahuan yang akan dicari serta menentukan hirarki keputusan dan parameter. Setelah pembentukan hirarki, matriks perbandingan berpasangan untuk setiap kriteria di



Gambar 4. Alur metode penelitian.

setiap tingkat dikonstruksi. Setiap kriteria dibandingkan terhadap kriteria lain dalam tingkat yang sama, dan berkorelasi dengan tingkat di atas dan di bawah posisinya. Seluruh skema digabungkan secara matematis, menghasilkan pernyataan prioritas untuk masing-masing individu atau kelompok. Konsistensi suatu matriks dapat diperiksa dengan menghitung nilai *eigen* utama, λ max. Batas atas nilai *eigen* adalah ukuran yang sama dengan matriks elemen (Saaty 2008).

Dampak dari bahaya gempa dipengaruhi oleh kriteria/parameter geomorfologi tanah yang terdiri dari geologi, geomorfologi dan data geoteknik selanjutnya dibutuhkan juga parameter percepatan tanah puncak (PGA), likuifaksi dan ketinggian.

Metode AHP digunakan untuk menghitung bobot dan peringkat yang mempengaruhi ancaman bahaya seismik secara kuantitatif untuk penentuan zonasi. Parameter/kriteria yang mempengaruhi bahaya geologi dapat dihitung dengan perhitungan dan analisis spasial *ArcGIS* (Childs 2004) yang dapat dijadikan indikator kuantitatif penilaian bahaya. Indikator evaluasi bahaya gempa dipilih berdasarkan data geografi dasar (elevasi, ketinggian, pola morfologi), data geologi, litologi, kegempaan (PGA) dan likuifaksi. Bobot setiap indikator (parameter) ini ditentukan oleh proses hirarki analitik. Perangkat lunak *ArcGIS* (ESRI 2013) digunakan untuk menghitung dan

menghitung nilai perhitungan bobot indikator evaluasi dengan menggunakan analisis spasial intersection terhadap nilai indikator setiap parameter sehingga menghasilkan peta potensi bahaya seismik.

Untuk menentukan penyimpangan atau tingkat konsistensi dari penentuan bobot untuk setiap indikator parameter digunakan indeks konsistensi atau *Consistency Index* (CI) sebagai acuan sehingga perhitungan bobot dapat dilakukan dengan konsisten (Saaty 1988, Saaty 1990).

Pengumpulan Data

Untuk melakukan pemetaan potensi ancaman bahaya seismik di daerah Tanjung lesung Kabupaten Pandeglang berkaitan dengan berbagai data spasial yaitu PGA, likuifaksi, geologi, morfologi dan topografi (Lumbanbatu, 2012). Data yang dikumpulkan berasal dari berbagai sumber yang berbeda dan dalam format yang berbeda. Data spasial tersebut kemudian diintegrasikan dalam SIG dengan format *geodatabase* di *ArcGIS*.

Geodatabase merupakan database spasial digunakan dalam mengelola data dan informasi spasial sehingga integrasi, konsistensi, keakuratan terjaga dan memudahkan dalam analisis spasial (Nur et al., 2015). Dalam *geodatabase* tersebut dikelola data spasial PGA, likuifaksi, geologi,

litologi, morfologi, DEM dan topografi dalam format vektor dan raster. Beberapa data spasial didapatkan sebagai data sekunder dan sebagian lain diantaranya yaitu litologi, morfologi dan ketinggian didapatkan dari hasil interpretasi atau analisis spasial dari data geologi dan citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) 30 meter. Secara geometris, *Geodatabase* menggunakan system proyeksi WGS 1984 sehingga analisis spasial dalam pemetaan dapat dilakukan dengan akurat.

Parameter PGA, likuifaksi, litologi sebagai turunan dari geologi, morfologi dan ketinggian dilakukan penentuan peringkat dan pembobotan dengan menggunakan metode AHP seperti ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pengelompokan parameter dan kategori.

Komponen	Kategori
PGA	Tinggi
	Sedang
	Rendah
Likuifkasi	Tinggi
	Sedang
	Rendah
Litologi	Batuan lunak
	Batuan sedang
	Batuan keras
Morfologi	Curam
	Sedang
	Datar
Ketinggian	Rendah
	Menengah
	Tinggi

Sedangkan untuk nilai pembobotan dihitung berdasarkan skala (Saatly 2008) yang telah membuat nilai standar dalam perhitungan menggunakan AHP (Tabel 2).

Tabel 2. Skala perbandingan pembobotan.

Skala	Keterangan
1	Sama penting
2	Rata-rata
3	Sedikit lebih penting
4	Rata-rata

5	Lebih penting
6	Rata-rata
7	Sangat penting
8	Rata-rata
9	Mutlak sangat penting

Untuk menghitung bobot tiap komponen dipilih nilai yang sesuai dari Tabel 2, didapatkan bobot untuk lima komponen tersebut dalam Tabel 3.

Tabel 3. Pembobotan parameter.

Parameter	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Bobot
PGA	1,00	3,00	5,00	7,00	7,00	0,56
Likuifaksi	0,33	1,00	3,00	5,00	5,00	0,28
Litologi	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	0,16
Morfologi	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00	0,08
Ketinggian	0,14	0,20	0,20	0,33	1,00	0,05

Keterangan: 1. PGA, 2. Likuifasi, 3. Litologi, 4. Morfologi, 5. Ketinggian

Selanjutnya dengan menggunakan metode AHP dilakukan perhitungan bobot dari tiap kategori/indikator dari parameter yang digunakan untuk memetakan potensi ancaman bahaya seismik (Tabel 4).

Tabel 4. Pembobotan indikator.

Kategori/ Indikator	(1)	(2)	(3)	Bobot
PGA				
0,8-0,9 g	1,00	3,00	5,00	0,63
0,7-0,8 g	0,33	1,00	3,00	0,26
0,6-0,7 g	0,20	0,33	1,00	0,11
Likuifaksi				
Tinggi	1,00	3,00	7,00	0,67
Sedang	0,33	1,00	3,00	0,24
Rendah	0,14	0,33	1,00	0,09
Litologi				
B, keras	1,00	3,00	7,00	0,67
B, sedang	0,33	1,00	3,00	0,24
B, lunak	0,14	0,33	1,00	0,09

Morfologi				
>25°	1,00	3,00	5,00	0,63
8°-25°	0,33	1,00	3,00	0,26
0°-8°	0,20	0,33	1,00	0,11
Ketinggian				
> 450 m	1,00	3,00	5,00	0,63
150-400 m	0,33	1,00	3,00	0,26
0-150 m	0,20	0,33	1,00	0,11

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang diperoleh, perhitungan peringkat dan pembobotan menggunakan AHP dan analisis spasial menggunakan SIG terkait ancaman bahaya seismik. Analisis yang dilakukan terkait dengan parameter tersebut adalah sebagai berikut:

PGA

Parameter PGA merupakan komponen yang paling berpengaruh terhadap pemetaan ancaman bahaya seismik, dengan menggunakan metode AHP komponen PGA mempunyai nilai bobot sebesar 0,56. Komponen PGA ini mempunyai nilai indikator yang dikelaskan menjadi 3 kelas yaitu tinggi, sedang dan rendah. Tiap kelas tersebut mempunyai pengaruh atau nilai bobot tertentu (Tabel 3) terhadap bahaya seismik. Kelas PGA rendah bernilai 0,6 - 0,7 g, kelas PGA sedang bernilai 0,7 - 0,8 g dan kelas tinggi bernilai PGA > 0,8 g.

Berdasarkan peta PGA Pusgen tahun 2017 (Pusgen, 2017) memperlihatkan bahwa zona PGA di sekitar daerah Tanjung lesung - Panimbang Pandeglang terdapat dalam 3 zona yaitu zona 1 dengan nilai PGA 0,6 - 0,7 g, Zona 2 dengan nilai PGA 0,7 - 0,8 g dan Zona 3 dengan nilai PGA 0,8 - 0,9 g.

Di Kabupaten Pandeglang zona 1 nilai PGA 0,6 - 0,7 g terletak di bagian timur laut Kabupaten Pandeglang meliputi Kecamatan Carita, Jiput, Pulosari, Menes, Bojong, Cipeucang, Cimanuk, Mekarjaya, Mandalawangi, Cadasari, Saketi dan Banjar.

Zona 2 penyebarannya terletak di bagian tengah meliputi Kecamatan Labuan, Pagelaran, Cikedal, Cisata, Bojong, Picung, Patia, Sukaesmi, Angsana, Munjul dan sebagian Panimbang.

Zona 3 meliputi Kecamatan Cigeulis, Sobang, Angsana, Cibaliung, Munjul, dan sebagian besar Panimbang termasuk Tanjung lesung dimana wilayah pengembangan KEK Tanjung lesung sebagai kawasan pengembangan pariwisata utama.

Daerah Pesisir Labuan - Panimbang terdiri dari endapan banjir dan rawa mempunyai potensi pergerakan lebih cepat karena dianggap tanah lepas (*loose*) (Lumbanbatu, 2012).

Terkait data PGA, jika terjadi gempa maka pengaruh terbesar terhadap kerusakan terdapat pada zona PGA yang tinggi yaitu di zona 3 termasuk daerah Tanjung lesung - Panimbang. Jika terjadi gempa besar skala 6 - 9 *M_w* akan mengakibatkan banyak kerusakan, karena di daerah tersebut terdapat daerah pengembangan industri, daerah KEK pariwisata disamping permukiman penduduk yang padat.

Daerah Tanjung lesung dan sekitarnya merupakan daerah pengembangan pariwisata mempunyai potensi kegempaan yang lebih besar dan berpotensi untuk terjadi kerusakan infrastruktur bangunan jika bangunan-bangunan tersebut tidak dibangun dengan memperhatikan aspek kegempaan Gambar 5.

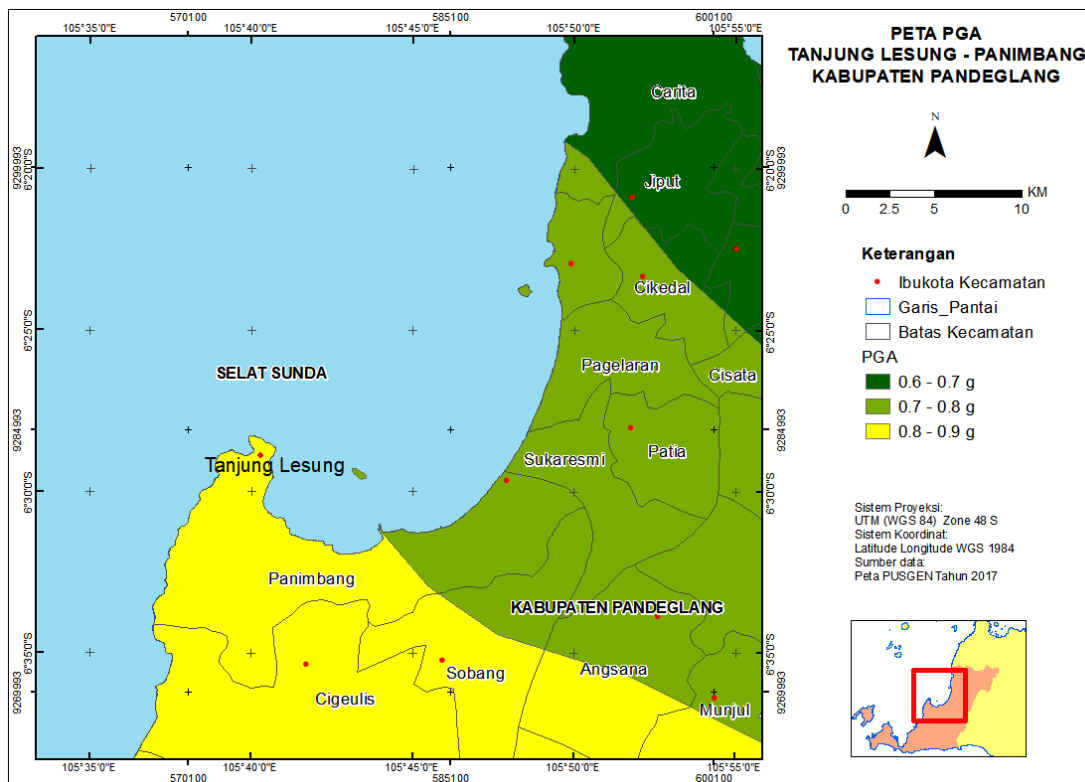
Kewaspadaan lain adalah permukiman di sepanjang pesisir pantai seperti daerah Labuan, Carita, Panimbang dan Sumur, seperti diketahui Kecamatan Labuan merupakan kota pantai dimana pada tahun 2016 mempunyai penduduk sekitar 56.724 jiwa (BPS Pandeglang, 2016) diketahui kecamatan Labuan merupakan salah satu kota terpadat diantara kecamatan lainnya dengan litologi aluvial, jika terjadi gempa akan mengakibatkan kerusakan yang parah, ditambah dengan struktur bangunan disepanjang pantai yang tidak permanen.

Likuifaksi

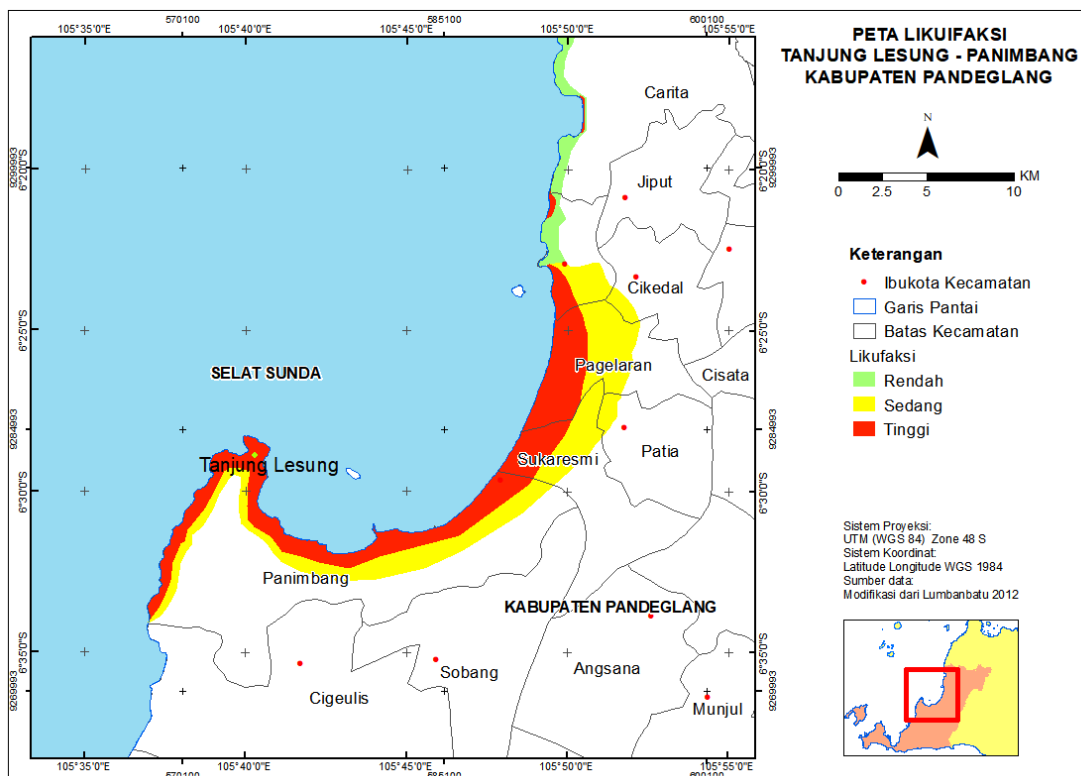
Berdasarkan peta likuifaksi Gambar 5 menunjukkan distribusi sebagian mulai tinggi (0,67), sedang (0,24) dan rendah (0,09), potensi tinggi tersebar disepanjang pantai dari labuan,

Litologi

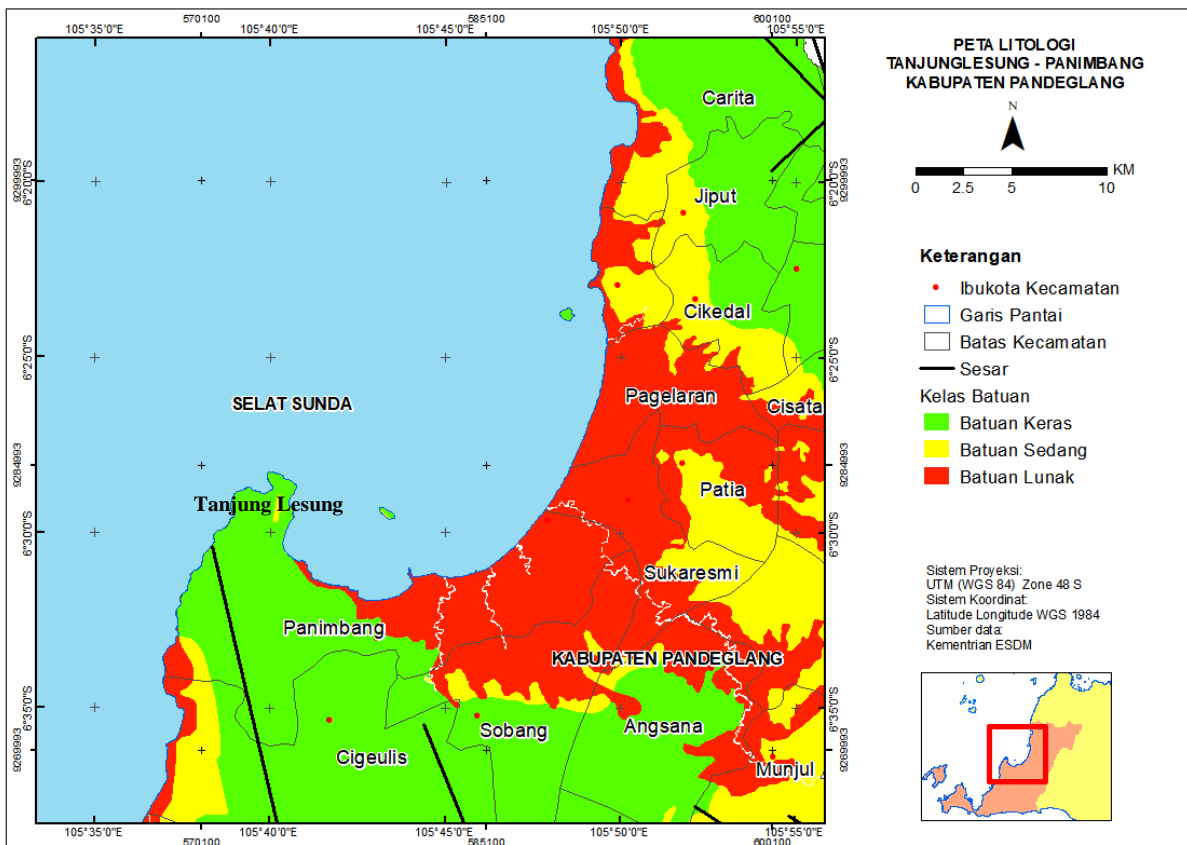
Gambar 6 menunjukkan sebaran batuan lunak (0,09), sedang (0,024) dan tinggi (0,67) yang menggambarkan ancaman tinggi tersebar di daerah aluvial/dataran banjir.



Gambar 5. Peta Peak Ground Acceleration (PGA) daerah Tanjung lesung (sumber: Peta Pusgen tahun 2017).



Gambar 6. Peta Likuifaksi daerah Tanjung lesung (Sumber: modifikasi Lumbanbatu 2012).



Gambar 7. Peta Litologi daerah Tanjung lesung-Panimbang, sumber: hasil pengolahan.

Morfologi

Gambar 7 memperlihatkan pola distribusi sebaran bentang alam yang mencerminkan kemiringan lereng, data (0,11), bergelombang (0,26) dan perbukitan (0,63) dimana yang area datar merupakan ancaman potensi bahaya sesimik.

Ketinggian

Gambar 8 menggambarkan variasi ketinggian, dimana daerah rendah yang terdapat sepanjang pantai: Labuan, Panimbang dan Carita rentan terhadap rentah terhadap ancaman sesimik bila dibandingkan dengan daerah yang lebih tinggi. Setelah didapatkan nilai bobot untuk parameter dan indikator, selanjutnya dihitung dengan menggunakan SIG sehingga dihasilkan peta ancaman bahaya sesimik (Gambar 9).

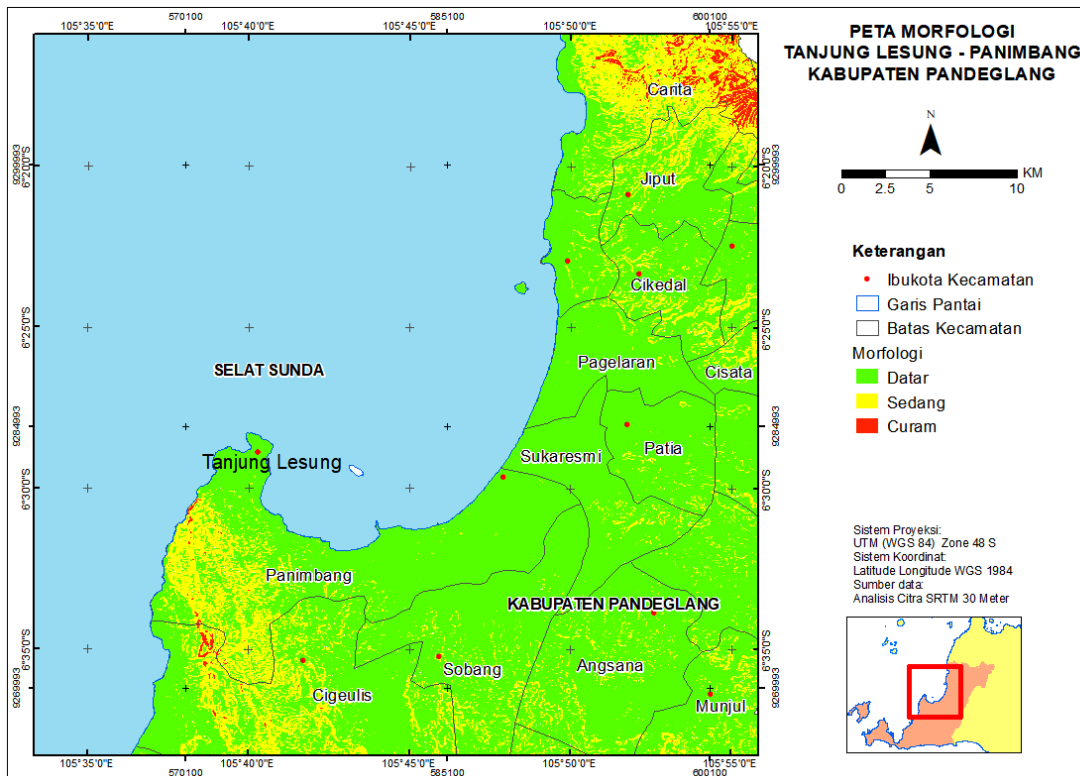
Peta ancaman bahaya sesimik tersebut menyajikan hasil analisis spasial dengan menggunakan *intersection* terhadap nilai bobot untuk setiap parameter dan indikator dari data PGA, likuifaksi, litologi, morfologi dan ketinggian. Hasil ini dapat

menggambarkan sebaran potensi ancaman di daerah Tanjung lesung-Panimbang.

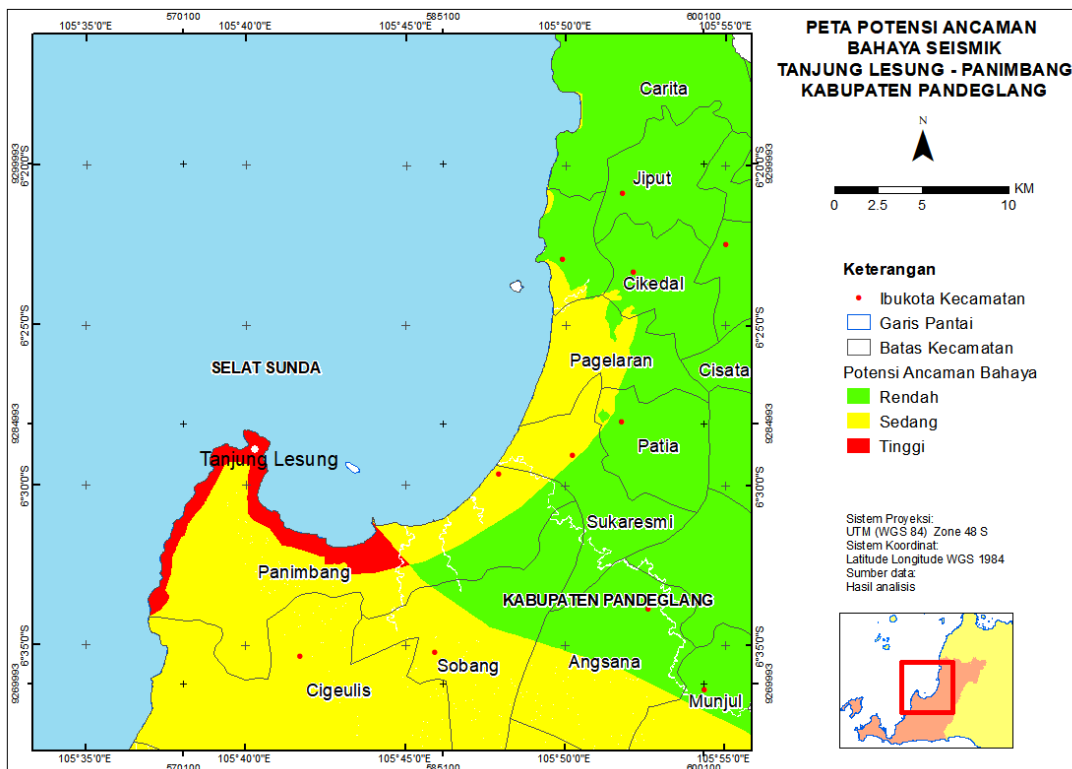
Dari hasil perhitungan dan pembobotan dengan menggunakan AHP dan SIG maka dihasilkan rentang nilai indeks tertinggi sebesar 0,73, dan nilai terendah sebesar 0,12.

Dari perhitungan dan analisis spasial terhadap parameter PGA, likuifaksi, litologi, morfologi dan ketinggian dihasilkan nilai untuk setiap objek poligon hasil *intersection*. Dalam peta ancaman bahaya sesimik dilakukan pengkelasan menjadi tiga kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi. Tiap kelas mempunyai rentang nilai indeks. Indeks kelas ancaman bahaya sesimik rendah bernilai < 0,32. Indeks nilai ancamana bahaya sesimik sedang bernilai antara 0,32 – 0,52 dan indeks nilai ancaman bahaya sesimik tinggi bernilai > 0,52.

Dari peta hasil analisis terlihat ancaman bahaya sesimik tertinggi terdapat di pesisir Tanjung lesung – Panimbang dan sebagian besar pesisir Panimbang dengan nilai indeks > 0,53. Hal ini



Gambar 8. Peta Morfologi daerah Tanjung lesung, sumber: pengolahan dari SRTM 30 m.



Gambar 9. Peta Potensi ancaman bahaya seismik daerah Tanjung lesung-Panimbang, sumber: hasil analisis.

dikarenakan daerah Tanjung lesung-Panimbangan terdapat dalam zona PGA, likuifaksi, dan litologi yang kerawanan tinggi.

KESIMPULAN

Hasil analisis spasial *intersection* dengan menggunakan AHP dan SIG menunjukkan bahwa ancaman bahaya seismik di daerah Tanjung lesung terkonsentrasi tinggi dengan nilai indeks > 0,53 terutama di sebagian besar daerah Panimbang. Oleh karena itu, perlu mendapatkan perhatian khusus dalam perencanaan tata ruang maupun pembangunan fisik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menghaturkan terimakasih kepada kepala Puslit Geoteknologi LIPI yang telah memberi kesempatan melakukan penelitian tataruang berbasis bencana di daerah Pandeglang, kami juga mengucapkan terimakasih kepada teknisi Lab GIS yang telah membantu dalam penggambaran peta, dan tak lupa kami ucapkan terimakasih kepada Dr. Lina Handayani, Pak Ir. Eko Soebowo dan Pak Prof. Robert Delinom yang telah membimbing dalam penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Childs Cholin, 2004. Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst, ArcUser, 32-35 pp.
- Chen, Y. R., Yeh, C. H., Yu, B., 2011. Integrated application of the analytic hierarchy process and the geographic information system for flood risk assessment and flood plain management in Taiwan. *Nature Hazards*, 59 (3), 1261–1276.
- Estoque Ronald C, 2012, Analytic Hierarchy Process in Geospatial Analysis, *Progress in Geospatial Analysis*, 157-181.
- Irsyam Masyur, Faisal Lutfi, Natawidjaya Danny H., Widyantoro Sri, Meilano Irwan, Triyoso Wahyu, Rudiyanto Ariska, Hidayati Sri, Asrurifak M., Sabaruddin Arief, Hanifa Rahma, 2017, Peta Gempa, Perkembangan, dan Aplikasinya, Untuk Perancangan Struktur dan Infrastruktur tahan Gempa Indonesia, skala 1: 500.000, Pusat Gempa, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Hidayat, M. N., Meilanao, I., dan Gumilar., 2012. Regangan Tektonik Dan Estimasi Potensi Bahaya Gempa di Selat Sunda Berdasarkan Data Pengamatan GPS, *Jurnal Widyariset LIPI*. 15 (3), 619-628 pp.
- Lumbanbatu, U. M., dan Poedjoepraditno., 2012. Quaternary Geological Phenomena In labuan Area, Area Pandeglang Regency, Pandeglang Area, *Indonesian Journal of Geology*, 7 (4), 215 pp.
- Lasinidu Jayarathna, Darshana Rajapaksa, Shunsuke Managi, Wasantha Athukorala, Benno Torgler, Maria A. Garcia-Valiñas, Robert Gifford, Clevo Wilson., 2017. A GIS based spatial decision support system for analysing residential water demand: A case study in Australia, *Science Direct, Elsevier* 32, DOI: 10.1016/ j.scs.2017. 03. 012, 67-77.
- Malczewski J, 1999, GIS And Multicriteria Decision Analysis, *Departement Of Geogrphy, University Of Westren Ontario, New York, Jhon Wiley & Son, Inc.*1999, 408 p.
- Mulyadi, D., Handayani, L., Wardana, D. D., 2010. Proyeksi Gempa Bumi Tasikmalaya September 2009 Terhadap Potensi Bahaya Kegempaan daerah Garut dan Sekitarnya, *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*. 20 (1), 21-28. DOI:<http://dx.doi.org/10.14203/risetgeotam.2010.v20.31>.
- Mulyadi, Dedi., Nur, Wawan. Hendriwan., Susilowati Susilowati Yuliana., 2016. Penataan Ruang Berdasarkan Kebencanaan, di Pesisir Kabupaten Pandeglang, *Proseding Geotek Expo 2016, Puslit Geoteknologi LIPI*, 685-694.
- Nuryanto., 2008. Analisis Potensi Kegempaan Dan Tsunami Di Kawasan Pantai Barat Lampung Kaitannya Dengan Mitigasi Dan Penataan Kawasan, *Jurnal Sain dan Teknologi Indonesia*, 10 (2), 71-77.
- Nur, W. H., N. A., Fazat, A. Saiful, 2015. A Metamodel for Disaster Risk Models. *Prosiding The 2015 International Conference on Data and Software Engineering*. Yogyakarta, 709-725.
- Pusat Studi Gempa Nasional, 2017, Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia tahun 2017, Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan,

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. ISBN 978-602-5489-01-3.376 pp.
- Publikasi Statistik, 2016. Badan Statistik Kabupaten Pandeglang, 2016, <https://pandeglangkab.bps.go.id/>
- Sudana D dan Santosa S., 1992. Peta Geologi Cikarang, Pusat Survey Geologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Republik Indonesia, Bandung.
- Saaty. T. L., 1990. How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research, 48 (1), 9-26.
- Saaty, T. L., 2008. Decision Making with the analytic hierarchy process. International Journal Services Sciences, 1 (1), 88-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSci.2008.01759>.
- Saaty, T. L., dan Vargas, L. G., 2012. Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process 2nd Edition. Springer US, New York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-1665-1>, 346 pp.
- Schmidts Meriam, 2013. Esri ArcGis Desktop Associate Certification Study Guide, Esri Press, ISBN: 9781589483514, 450 pp
- Santosa, S., 1991. Peta Geologi Lembar Anyer, Jawa Barat, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Republik Indonesia, Bandung.
- Svob, Sienna & Arroyo, Pablo & Kalacska, Margaret 2014. The Development Of A Forestry Geodatabase For Natural Forest Management Plans In Costa Rica. Forest Ecology And Management. 327, 240-250. 10.1016/j.foreco.2014.05.024.
- Rahman, Naima & Ansary, Mehedi & Islam, Ishrat. (2015). GIS Based Mapping Of Vulnerability To Earthquake And Fire Hazard In Dhaka City, Bangladesh. International Journal of Disaster Risk Reduction. 13, 291-300. 10.1016/j.ijdrr.2015.07.003.