

ANALISIS MORFOTEKTONIK SESAR OPAK SEBAGAI APLIKASI MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI YOGYAKARTA

Maulita Tiara Aurora¹, Aisyah Nur Islamiyati², Bimo Kusumahasto³, Wahyu Budi Santosa⁴

^{1,2,3,4}Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

e-mail :¹maulitaaurora481@gmail.com,²aiezyahnur@gmail.com,³tgmbimokusuma@gmail.com,

⁴wahyubudi.santosa1645@gmail.com

ABSTRACT

The Special Region of Yogyakarta is an area with tectonic activity marked by earthquake. The tectonic activity is caused by the collision of Indo-Australian plate and Eurasian plate that occurs in the southern part of the island of Java. The 2006 earthquake that occurred in the Special Region of Yogyakarta and was the most destructive is thought to have been caused by the Opak Fault which experienced relative north-south shift. Further research on the activities of Opak Fault is needed to design appropriate mitigation measures to minimize the negative impacts that will be caused. The method used in this study is morphotectonic analysis to predict tectonic activity by performing calculations and image analysis. Calculations and data processing by calculating the value of the Valley Floor, sinuosity mountain floor, and velocity shear 30 using Global Mapper, Arcgis, and Microsoft Excel software. Digital elevation model (DEM) images, google earth images, vs30 maps and shapefile data for the districts of Bantul, Kulonprogo, Yogyakarta, Klaten and Gunungkidul as regional geological maps were used as primary data for the analysis. The result, geological structures and earthquakes contribute actively in shaping the appearance of area where there are active faults. The assessed morphotectonic analysis is method that is assessed and assesses the effectiveness of failure through a geomorphological approach. The research area, namely the Pleret and Segoroyoso areas, is included in area that has a high level of seismicity that causes alertness and appropriate mitigation measures against earthquake reactivation that can occur and trigger earthquakes again.

Keywords : earthquake, mitigation, morphotectonic, opak fault, yogyakarta

INTISARI

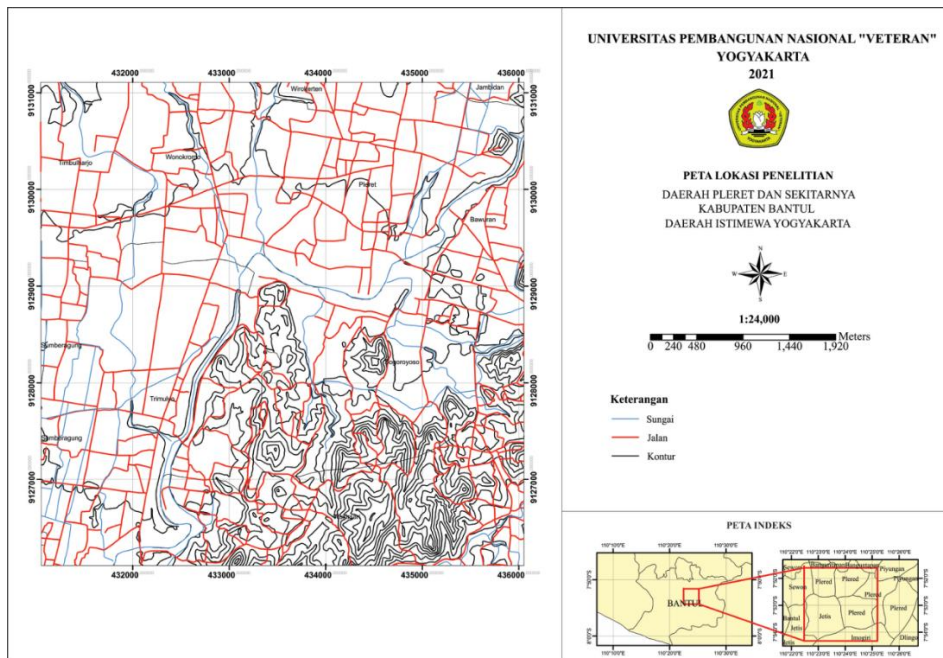
Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan daerah dengan aktifitas tektonik yang aktif ditandai dengan adanya gempa bumi. Aktifitas tektonik yang aktif tersebut disebabkan oleh tumbukan Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia yang terjadi pada bagian selatan Pulau Jawa. Gempa bumi tahun 2006 yang terjadi di Daerah Istimewa Yogyakarta dan bersifat paling merusak diperkirakan disebabkan oleh Patahan Opak yang mengalami pergeseran relatif utara-selatan. Penelitian lebih lanjut mengenai aktifitas Patahan Opak ini diperlukan untuk merancang langkah mitigasi yang tepat untuk meminimalisir dampak negatif yang akan ditimbulkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan analisis morfotektonik untuk memprediksi aktivitas tektonik dengan melakukan perhitungan beserta analisis citra. Perhitungan dan pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai Valley Floor, Sinuosity Mountain Floor, dan Velocity Shear 30 menggunakan software Global Mapper, Arcgis, dan Microsoft Excel. Citra Digital Elevation Model (DEM), foto citra Google Earth, peta vs30 dan data shapefile Kabupaten Bantul, Kulonprogo, Yogyakarta, Klaten dan Gunungkidul serta peta geologi regional digunakan sebagai data primer untuk melakukan analisis. Berdasarkan hasil penelitian, struktur geologi dan gempa bumi berkontribusi aktif dalam membentuk kenampakan wilayah yang terdapat patahan aktif. Analisis morfotektonik dinilai merupakan metode yang efektif dan efisien dalam memetakan dan memprediksi indikasi patahan aktif melalui pendekatan geomorfologi. Daerah penelitian yaitu daerah Pleret dan Segoroyoso termasuk ke dalam daerah yang memiliki tingkat kegempaan yang tinggi sehingga diperlukan kewaspadaan dan langkah mitigasi yang tepat terhadap reaktivasi gempa yang dapat terjadi dan memicu kembali terjadinya gempa bumi.

Kata kunci : gempa bumi, mitigasi, morfotektonik, sesar opak, yogyakarta

1. PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia di bagian Selatan, Lempeng Eurasia di bagian Utara, dan Lempeng Pasifik di bagian Timur (Ibrahim, 2005). Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu wilayah yang terletak dekat dengan zona tumbukan di

bagian selatan Pulau Jawa sehingga memiliki aktivitas tektonik yang tergolong aktif, dibuktikan dengan terjadinya gempa tahun 2006. Gempa tahun 2006 di Daerah Istimewa Yogyakarta adalah gempa yang paling banyak menimbulkan kerugian, baik kerugian harta benda maupun kerugian jiwa. Gempa bumi ini telah mendatangkan masalah serius karena guncangan gelombang gempa yang mampu meruntuhkan bangunan-bangunan yang ada, meski tidak semua daerah mengalami kerusakan yang sama (Etika, 2019). Gempa jogja pada tahun 2006 tersebut diperkirakan terjadi akibat dari pergerakan patahan aktif di Yogyakarta bagian timur dengan arah pergeseran relatif utara-selatan yang disebut sebagai Patahan Opak. Patahan Opak sewaktu-waktu dapat aktif kembali, sehingga diperlukan penelitian mengenai keaktifan Patahan Opak dan langkah-langkah dalam mitigasi bencana ketika Patahan Opak mengalami reaktivasi. Terkait hal tersebut, maka dilakukanlah pemetaan rawan bencana gempa bumi dengan analisis morfotektonik melalui aspek perbandingan lebar dan tinggi lembah dan sinusitas muka pegunungan.



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

2. METODE PENELITIAN

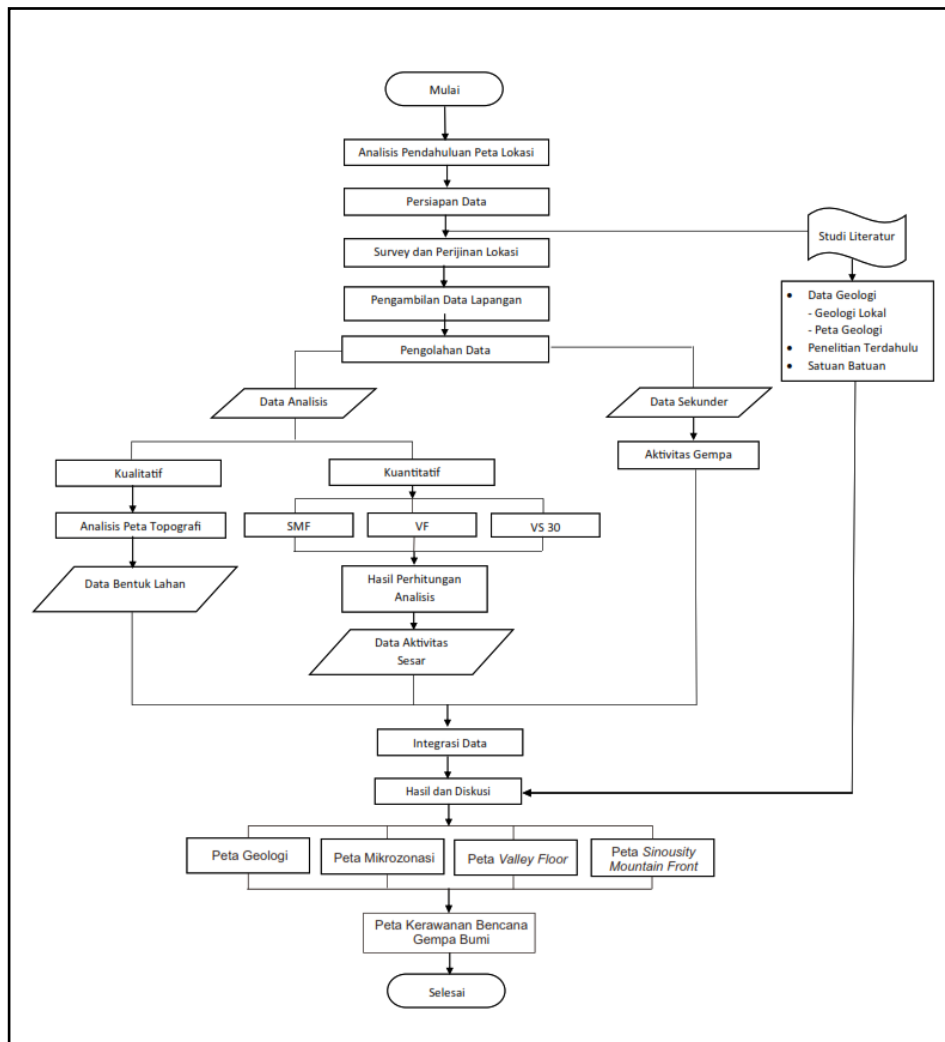
Data yang perlu dipersiapkan sebelum dilakukannya pengolahan data yakni antara lain, dijelaskan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data yang diperlukan dalam penelitian

No.	Data yang diperlukan	Akses Website
1	Citra google earth dan topografi	https://earth.google.com/web/
2	Peta SRTM lokasi penelitian	https://earthexplorer.usgs.gov/
3	Peta Vs30 lokasi penelitian	https://earthquake.usgs.gov/data/vs30/
4	Shp geologi lokasi penelitian	https://www.lapakgis.com/2019/07/shapefilegratis-provinsi-yogyakarta-indonesia.html
5	Data kegempaan	https://inarisk.bnpb.go.id/

Secara Administratif, lokasi penelitian Daerah Pleret dan Segoroyoso Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah penelitian ini secara fisiografi termasuk ke dalam Pegunungan Selatan Jawa (Van Bemelen 1949).

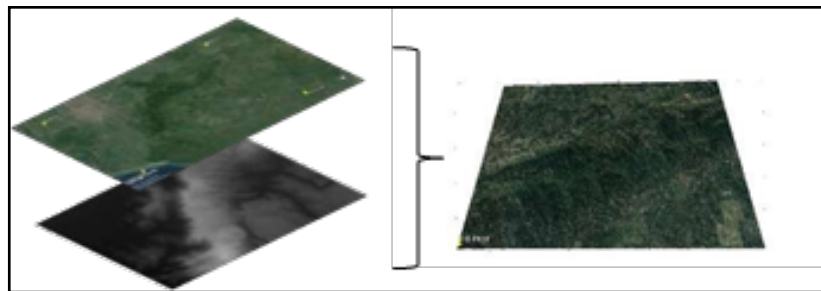
Kegiatan penelitian ini ditunjukkan dalam suatu kerangka mitigasi bencana gempa bumi melalui Analisis Morfotektonik pada daerah Pleret dan Segoroyoso yang digambarkan pada diagram air. Selanjutnya akan dibahas mengenai langkah metode yang dilakukan dalam analisis riset berikut:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

2.1. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif ini dilakukan dengan digitasi peta overlay antara citra Google earth dengan peta SRTM dan shp geologi daerah penelitian. Dari pengolahan tersebut akan menghasilkan peta 3 dimensi sehingga akan terlihat dengan jelas panorama bentuk lahan dari daerah penelitian. Kemudian dilakukan analisis secara kualitatif yakni mengidentifikasi bentuk lahan yang terdapat pada lokasi penelitian dan litologi batuan yang terkandung dalam lokasi penelitian



Gambar 3. Langkah analisis kualitatif

2.2. Analisis Kuantitatif

a) Analisis Valley Floor (Vf)

Analisis Valley Floor (Vf) atau perbandingan lebar dan tinggi lembah. Nilai Vf rendah akan merefleksikan lembah dalam, lembah berbentuk huruf V, dan mencerminkan penambahan aktivitas sungai, hal ini berasosiasi dengan kecepatan pengangkatan.

Langkah Pengerjaan Vf atau perbandingan lebar dan tinggi lembah ini yakni dengan menggunakan software Global mapper dengan memasukan data-data DEM pada daerah penelitian. kemudian yakni menyayat lembah serta tinggian kanan kiri lembah. Hasil dari sayatan tersebut dilakukan perhitungan mulai tinggi lembah hingga jarak lembah dan diperhitungkan sesuai rumus Vf, dan langkah terakhir yakni menganalisa sesuai perhitungan yang didapat dan membuat grafik sesuai pada tingkatan aktivitas tektonik berdasar perhitungan Vf.

b) Analisis Mountain front Sinosity (Smf)

Analisis Mountain front Sinosity (Smf) atau Sinuositas muka pegunungan. Smf merupakan rangkaian pegunungan yang terdapat pada bagian depan atau muka yang menghadap ke daerah dataran. Muka pegunungan dihitung dengan membandingkan panjang lekukan sepanjang muka pegunungan dengan jarak lurus terhadap suatu titik tertentu.

Langkah Pengerjaan smf atau Sinuositas muka pegunungan ini yakni dengan menggunakan software Arcgis dengan memasukan data-data shp kontur serta shp geologi, kemudian analisa dengan perhitungan smf sesuai ketentuan dan rumus yang ada, proses selanjutnya yakni menganalisis hasil perhitungan smf dan membuat grafik sesuai dengan hasil yang diperoleh akankah aktivitas tektonik yang dihasilkan yaitu aktif, pasif ataukah semiaktif.

c.) Analisis Velocity Shear 30 (Vs30)

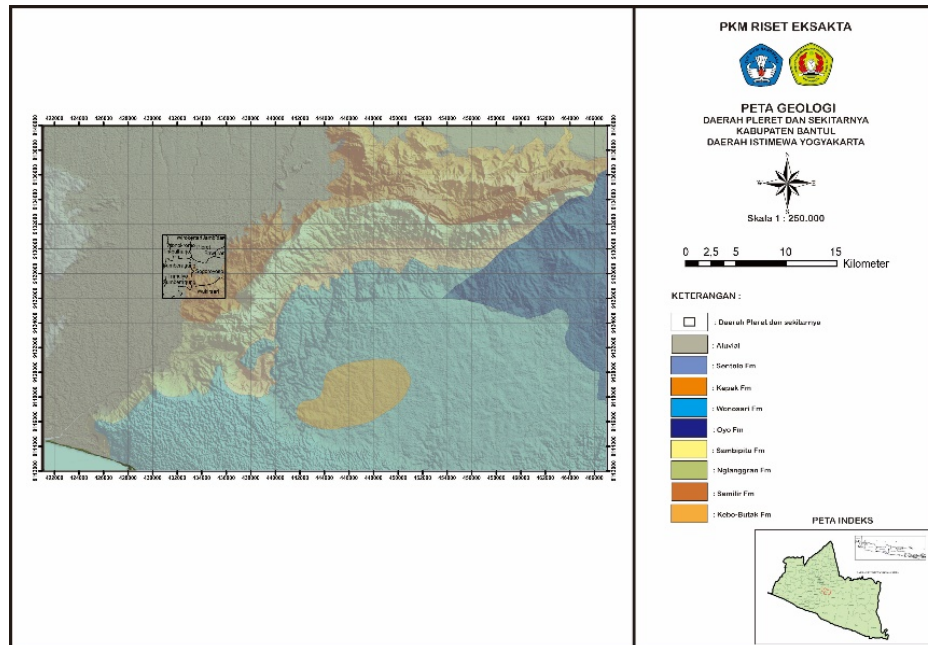
Analisis Velocity Shear 30 (Vs30) atau kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter dihitung dari permukaan tanah ini umumnya digunakan sebagai penentuan ketahanan standar bangunan akan bencana gempa bumi serta digunakan untuk mengklasifikasi batuan berdasarkan kekuatan dari gempabumi.

Langkah pengerjaan Vs30 yakni menggunakan software Arcgis dengan memasukan data-data tiff Vs30 USGS kemudian dari data tersebut dapat membuat peta amplifikasi tanah daerah penelitian (Am), peta kerentanan tanah (Kg), peta berdasarkan frekuensi dominan (Fo), peta periode predominan (T), dan peta Ketebalan lapisan tanah (H). peta-peta tersebut kemudian di overlay berdasarkan skoring untuk mendapatkan hasil akhir dari peta mikrozonasi gempa bumi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kualitatif

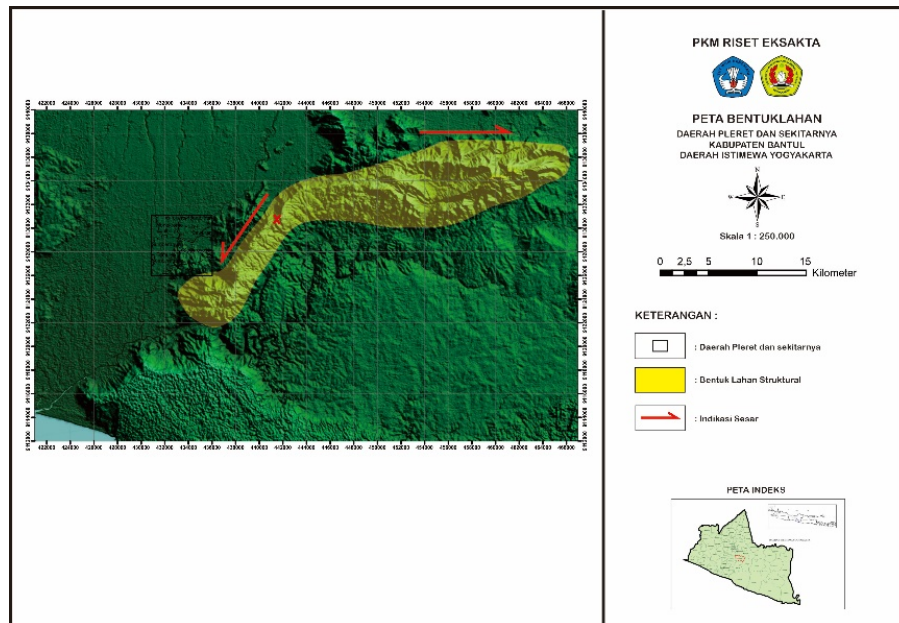
Peta 3D menunjukkan morfologi yang memberikan informasi mengenai aktivitas tektonik pada daerah telitian. Peta 3 dimensi ini menggambarkan peta bentuk lahan serta peta geologi yang berisikan informasi mengenai bentukan lahan serta litologi batuan yang terkandung pada lokasi penelitian (Gambar 3).



Gambar 4. Peta geologi lokasi penelitian

Berdasarkan peta geologi daerah Pleret dan Segoroyoso termasuk kedalam Formasi Semilir dimana memiliki sebaran batuan yakni tuff, agromerat, breksi aliran, dan breksi vulkanik. Litologi batuan tersebut memiliki densitas yang rendah hingga tinggi sedangkan pada sekitar daerah Pleret dan Segoroyoso yakni sebaran endapan alluvial.

Daerah Pleret dan Segoroyoso (Gambar 4) memiliki bentuk lahan yakni perbukitan struktural dimana bentuklahan ini yakni suatu tinggian perbukitan yang banyak dikontrol oleh struktur patahanpatahan akibat dari adanya aktivitas pergerakan sesar. Terlihat ekspresi bentuklahan membentuk relief yang tajam mengindikasikan bahwa bentuklahan tersebut dikontrol oleh struktur geologi serta persebaran dari litologi batuan yang mendukung bahwa daerah Pleret dan Segoroyoso perlu diwaspadai akan tingkat kerawanan bencana gempa bumi yang tinggi.

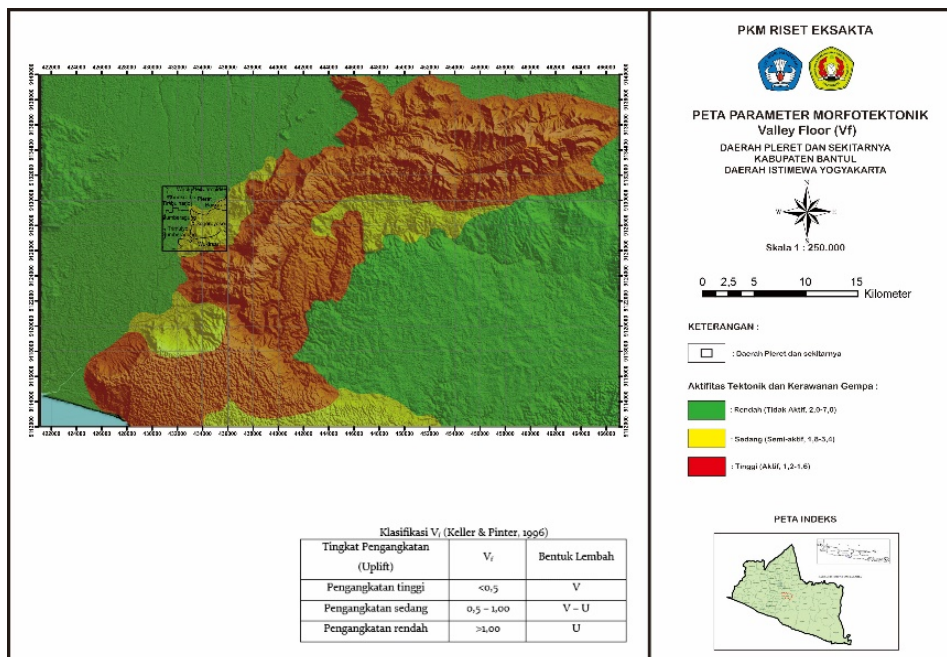


Gambar 5. Peta Bentuklahan lokasi penelitian

3.2. Analisis Kuantitatif

a. Hasil Analisis Valley Floor (Vf)

Hasil analisis Valley Floor (Vf) berdasarkan parameter Vf menunjukkan bahwa pada daerah Pleret dan Segoroyoso memiliki tingkat aktivitas tektonik yang sedang hingga tinggi. Tingkat aktivitas tektonik sedang memiliki nilai Vf 0,5 hingga 1,0 pada peta ditunjukkan dengan zona berwarna kuning, kemudian tingkat aktivitas tektonik tinggi memiliki nilai Vf kurang dari 0,5 pada peta ditunjukkan dengan zona berwarna merah (Gambar 5).

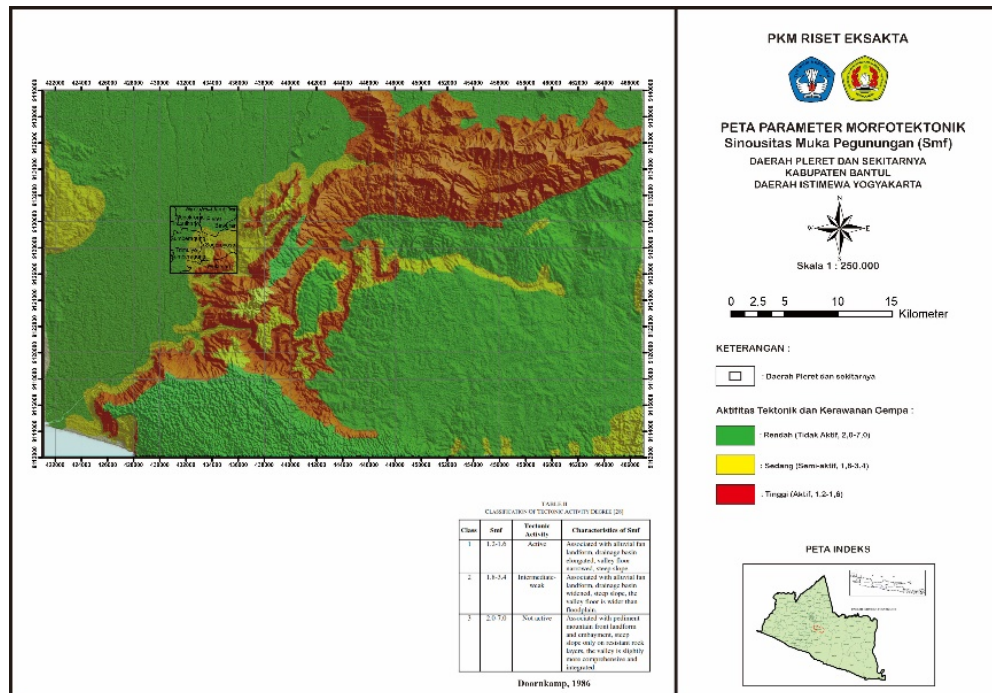


Gambar 6. Hasil Analisis kuantitaif parameter Vf

3.2. Hasil Analisis Mountain front Sinosity (Smf)

Hasil analisis Mountain front Sinosity (Smf) berdasarkan dari parameter Smf menunjukkan bahwa pada

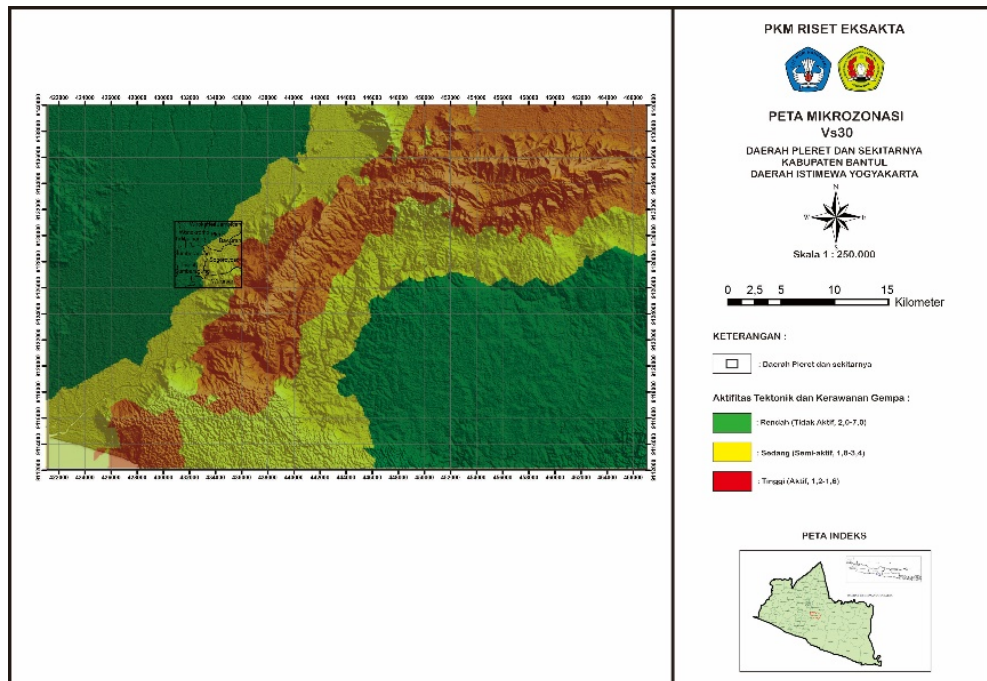
daerah Pleret, Segoroyoso dan sekitarnya memiliki tingkat aktifitas tektonik sedang hingga tinggi. Pada daerah yang diberi tanda kotak yakni daerah Pleret dan sekitarnya tingkat sedang diilustrasikan dengan warna kuning dengan nilai Smf 1,8 hingga 3,4 dan yang memiliki tingkat tinggi diilustrasikan dengan warna merah dengan nilai Smf 1,2 hingga 1,6 . Tingkat aktifitas tektonik yang tinggi akan selaras dengan tingkat kerawanan bencana yang tinggi pula (Gambar 6) .



Gambar 7. Hasil Analisis kuantitatif parameter Smf

3.3. Hasil Analisis Velocity Shear 30 (Vs30)

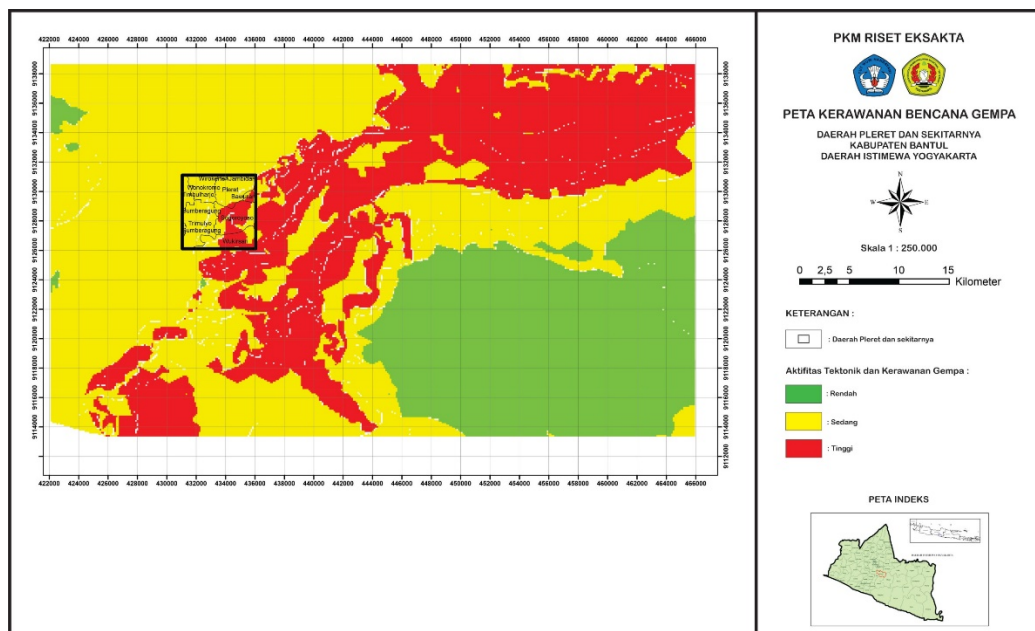
Hasil analisis Velocity Shear 30 (Vs30) berdasarkan dari parameter Vs30 pada zona yang berwarna merah yakni daerah Pleret dan Segoroyoso memiliki tingkat kerentanan tanah yang kurang baik dikarenakan adanya ketebalan lapisan sedimen yang tinggi juga didukung oleh kompaksi batuan yang cukup buruk, sehingga daerah Pleret dan Segoroyoso perlu diwaspadai akan tingkat kegempaan yang tinggi dilihat dari aspek parameter Vs30 (Gambar 7).



Gambar 8. Hasil Analisis kuantitatif parameter Vs30

3.4. Peta Kerawanan Bencana Gempa

Peta kerawanan bencana gempa didapatkan dari hasil overlay hasil analisis Vf, smf, dan Vs30 yang dilakukan skoring persentase tiap parameter. Berdasarkan hasil yang didapatkan, pada daerah Pleret dan Segoroyoso memiliki tingkat kerawanan gempa yang tinggi ditandai dengan zona berwarna merah. Tingkat kerawanan gempa sedang ditandai dengan zona berwarna kuning, dan tingkat kerawanan gempa rendah ditandai dengan zona berwarna hijau (Gambar 8).



Gambar 9. Peta Kerawanan Bencana Gempa Bumi

4. KESIMPULAN

Morfotektonik merupakan metode yang dapat memperhitungkan aktivitas tektonik yaitu gempa secara fleksibel dan efisien dengan melakukan perhitungan Valley Floor, Sinuosity Mountain Front, dan Velocity Shear 30 terhadap kenampakan-kenampakan permukaan bumi yang menjadi indikasi wilayah tersebut dipengaruhi oleh adanya patahan aktif melalui citra satelit. Struktur dan gempa mempengaruhi kenampakan-kenampakan permukaan bumi di daerah penelitian seperti bentuklahan berupa perbukitan struktural memanjang yang menjadi petunjuk wilayah tersebut dipengaruhi patahan aktif dan berguna dalam pemetaan daerah rawan bencana gempa. Zona yang memiliki tingkat kegempaan tinggi ditandai dengan area berwarna merah, tingkat kegempaan sedang ditandai dengan area berwarna kuning, dan tingkat kegempaan rendah ditandai dengan area berwarna hijau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami berikan kepada Bapak Dr. Ir. Carolus Prasetyadi dan Bapak M. Ghazali Rachman, S.T, M.T., yang telah memberikan bimbingan hingga terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bemmelen Van, R.W. (1949). *The Geology of Indonesia*. Netherland : The Haque.
- Cahyani, Etika., dkk. (2017). Pengembangan Sistem Jaringan Evakuasi Bencana Likuifaksi di Wilayah Sesar Opak. *Geomedia*, 17(1) : 35-46.
- Doornkamp, J. C. (1986). Geomorphological approaches to the study of neotectonics. *Journal of Geological Society*. Vol. 143: 335-342.
- Fahmudin Agus dan Widiyanto. (2004). *Petunjuk Praktik Konservasi Tanah Pertanian Lahan Kering*. Bogor: World Agroforestry Centre ICRAF Southeast Asia.
- George H. Davis & Stephen J. Reynolds. (1996). *Structural Geology of Rocks and Regions: Second Edition*. USA : University of Arizona.
- Horton R. E.. (1945). Erosional Development of Stream and Their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. *Geological Society of America Bulletin*.
- Katili, J.A. & Marks, P. (1963). Geologi. ITB Departemen Umum Research Nasional. Indonesia.
- Muir Wood, R & Mallard, D.J. (1992). When is a Fault extinct . London: Journal Geology Society.
- Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Cikalongkulon No. 1209-232 skala 1:25.000 BAKOSURTANAL. Bogor.
- Prasetyadi, C., Sudarno, I., Indranadi, V. B., dan Surono. (2011). Pola dan Genesa Struktur Geologi Pegunungan Selatan, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah. *Badan Geologi, Jurnal Geologi Indonesia*. Vol. 21, No. 2, h. 91-107.
- Prajasa, Rlefky, dan Subagyo Pramumijoyo. (2015). Interpretasi Pergerakan Sesar Opak Pasca Gempa 2006 Melalui Pendekatan Studi Geomorfologi Tektonik pada Daerah Wonolelo dan Sekitarnya, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Graha Sabha Pramana, Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan ke-8*

- Ragan Donald D. (2009). *Structural Geology An Introduction to Geometrical Techniques*. New York : Cambridge University Press.
- Ramdan, H. (2006). Prinsip Dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Winaya Mukti Jatinangor.
- Soewarno. (1991). *Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Bandung : Nova.
- Van Zuidam, R, A. (1985). *Aerial Photo-Interpretation In Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences. Netherlands : ITC.
- Verstappen, H. (1983). *Applied Geomorphology: Geomorphological Surveys for Enviromental Development*. New york : Elsevier Science Pub. Co. Inc.
- Watkinson, Ian M., Robert Hall. (2017). *Fault System og the Eastern Indonesian Triple Junction: Evaluation of Quarternary Activity and Implications for Seismic Hazards*. United Kingdom : SE Asia Research Group.