



## Analisis dan Permodelan 3D Risiko Bencana Gunung Merapi Terhadap Pemukiman dan Tempat Wisata Tepi Sungai di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

*Analysis and 3D Modeling of Mount Merapi Disaster Risk to Riverbank Settlements and Tourist Attractions in Sleman Regency, Yogyakarta Special Region*

Muhammad Zydan Izzulhaq

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Indonesia

### Article Info:

Received: 09-01-2025

Accepted: 05-02-2025

Published: 30-04-2025

### Kata Kunci:

Merapi,  
Pemukiman,  
Pariwisata,  
Spasial,  
Kebencanaan

### DOI:

[10.31315/imagi.v5i1.14862](https://doi.org/10.31315/imagi.v5i1.14862)

**Abstrak:** Bencana letusan Gunung Merapi tidak hanya mengancam keselamatan jiwa, tetapi juga berdampak serius terhadap pemukiman warga dan keberlanjutan sektor pariwisata termasuk di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Analisis potensi bahaya geologi sangat krusial untuk mengenali wilayah-wilayah yang memiliki tingkat risiko tinggi terhadap ancaman geologi. Metode analisis yang digunakan mencakup teknik spasial seperti *buffer*, *intersection*, *shortest path*, dan pemodelan 3D dengan plugin QGIS2threejs, dengan pemetaan risiko menggunakan *multi-ring buffer* berbasis skoring jarak serta analisis jalur evakuasi tercepat melalui data vektor jalan. Hasil analisis yang menunjukkan jarak terdekat dari puncak, jarak terdekat dari sungai, dan kelereng yang terjal memiliki tingkat bahaya yang lebih tinggi dibandingkan area yang lain. Tampilan visual permodelan 3D dapat memberikan representasi lain dan menampakan kemiripan dengan dunia nyata sehingga mampu menajamkan kemampuan spasial dalam kebencanaan.

**Abstract:** The eruption of Mount Merapi is not only life-threatening, but also has a serious impact on residential areas and the sustainability of the tourism sector, including in Sleman Regency, Yogyakarta Special Region. Analysis of potential geological hazards is crucial to recognize areas that have a high level of risk to geological threats. The analysis method used includes spatial techniques such as *buffer*, *intersection*, *shortest path*, and 3D modeling with QGIS2threejs plugin, with risk mapping using *multi-ring buffer* based on distance scoring and analysis of the fastest evacuation route through road vector data. The analysis results show that the closest distance from the peak, the closest distance from the river, and steep slopes have a higher level of danger than other areas. The visual display of 3D modeling can provide another representation and show similarities with the real world so that it can sharpen spatial skills in disaster.

### How to Cite:

Izzulhaq, M. Z., (2025). Analisis dan Permodelan 3D Risiko Bencana Gunung Merapi Terhadap Pemukiman dan Tempat Wisata Tepi Sungai di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 5(1), 15-24. <https://doi.org/10.31315/imagi.v5i1.14862>.

### \*Corresponding Author:

Email : [zydanizzulhaq@gmail.com](mailto:zydanizzulhaq@gmail.com)

Addres : Jalan SWK Jl. Ring Road Utara  
No.104, Sleman, 55283

## PENDAHULUAN

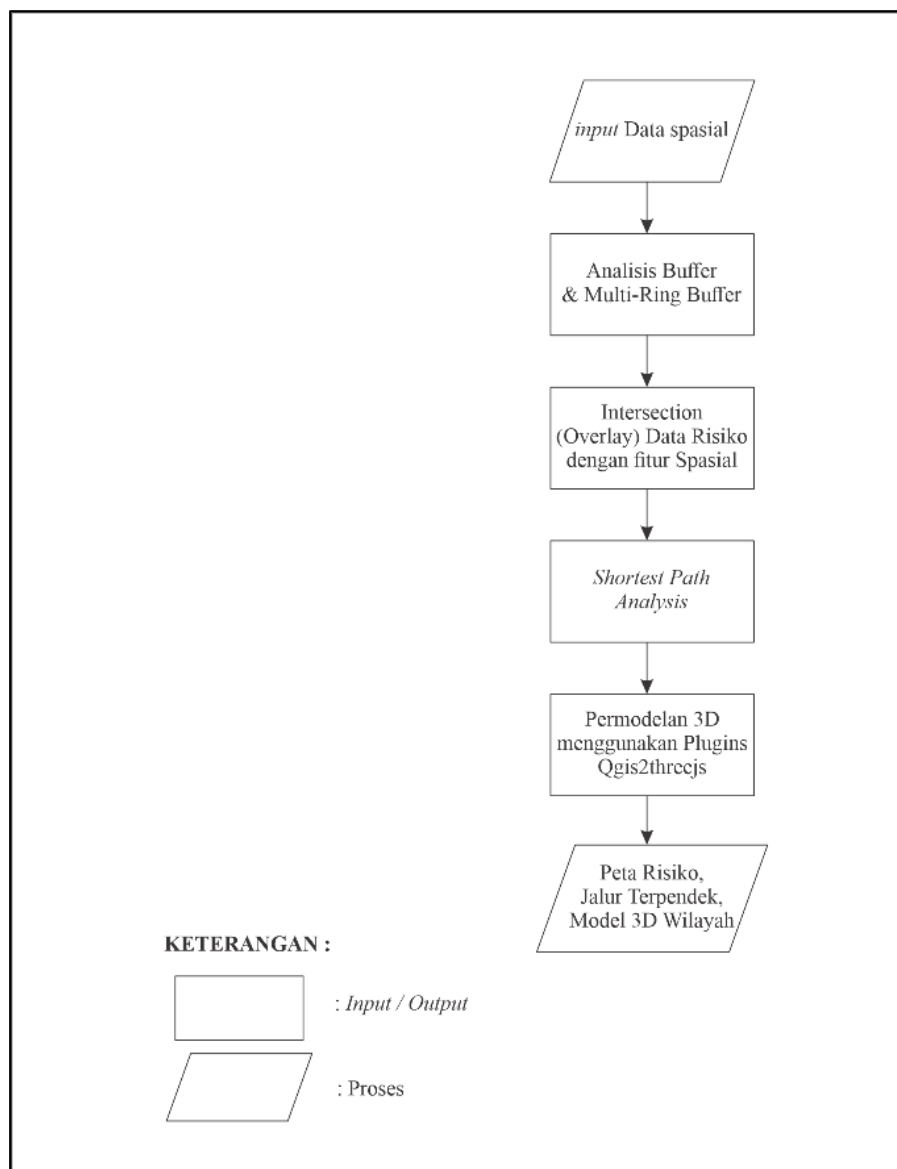
Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki rangkaian gunung api terpanjang di dunia. Terdapat 127 gunung api aktif di wilayah Indonesia, yang mencakup sekitar 13% dari total gunung api aktif di dunia. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara dengan jumlah gunung api terbanyak secara global. Gunung api-gunung api ini dikenal dengan sebutan *ring of fire* yang merupakan bagian dari rangkaian pegunungan api aktif (Baiquni dkk., 2018). Sekitar 60% dari gunungapi tersebut memiliki potensi bahaya yang signifikan bagi penduduk di sekitarnya, sehingga masyarakat perlu meningkatkan kewaspadaan terhadap ancaman ini demi menjaga keselamatan dan kelangsungan hidup mereka. Menurut *UN-ISDRR (United Nation – International Strategy for Disaster Risk Reduction)* Gunung Merapi adalah salah satu gunung api bertipe *stratovolcano* yang paling aktif di Indonesia. Aktivitas erupsi hampir selalu terjadi dalam setiap periodenya, dengan interval erupsi yang berlangsung antara 2 hingga 7 tahun (Susilo & Rudiarto, 2014). Erupsi besar terakhir terjadi pada tahun 2010. Letusan besar terakhir yang terjadi pada tahun 2010 mengakibatkan kerusakan parah pada 2.682 rumah di Daerah Istimewa Yogyakarta dan 174 rumah di wilayah Jawa Tengah (Marif & Hizbaron, 2018).

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung yang paling aktif di dunia. Letaknya yang berada pada dua Provinsi yaitu Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah menjadikan sumber potensi bencana sekaligus berpotensi menjadi daya tarik objek wisata yang banyak diminati. Kabupaten Sleman yang terletak disebelah selatan lereng gunung Merapi menjadikannya daerah rawan resiko bencana yang berulang, terutama terhadap pemukiman penduduk dan objek wisata disekitar lereng Gunung Merapi. Letusan Merapi tidak hanya menghasilkan aliran lava dan awan panas (*pyroclastic flow*), tetapi juga sering menyebabkan banjir lahar dingin yang mengikuti aliran sungai dan mengancam kawasan pemukiman serta tempat wisata yang berada di sepanjang tepi sungai (Lavigne dkk., 2008). Oleh karena itu, diperlukan analisis risiko bencana berbasis spasial yang tidak hanya deskriptif, tetapi juga mampu memvisualisasikan sebaran bahaya secara tiga dimensi (3D) sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan realistis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memodelkan risiko dari bencana Gunung Merapi secara 3D terhadap pemukiman dan tempat wisata tepi sungai di Kabupaten Sleman, guna mendukung pengambilan keputusan yang berbasis data dan spasial serta meningkatkan kesiapsiagaan terhadap potensi bencana di masa mendatang.

## METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini berada di wilayah Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada penelitian ini menggunakan 2 data yaitu data DEM SRTM dan data SHP wilayah Sleman yang digunakan sebagai referensi elevasi juga dapat dimanfaatkan untuk menyusun jaringan sungai, membuat kontur, serta menganalisis kemiringan lereng. Selain itu, data ini berguna sebagai dasar perencanaan pekerjaan *cut and fill* dalam pembangunan jalan, penataan medan, dan berbagai keperluan lain yang terkait dengan perbedaan ketinggian lahan. Analisis spasial merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengolah data berdasarkan sistem koordinat geografis. Teknik ini memungkinkan evaluasi suatu peristiwa atau fenomena secara virtual dengan mengacu pada permukaan bumi sebagai referensi. Beberapa fungsi utama dari analisis

spasial meliputi klasifikasi ulang (*reclassify*), analisis jaringan (*network*), tumpang susun data (*overlay*), penentuan zona pengaruh (*buffering*), analisis tiga dimensi (*3D analysis*), serta pengolahan citra digital (Andaru & Santosa, 2017). Teknik analisis spasial yang digunakan meliputi analisis *Buffer* daerah, *Intersection*, *Shortest Path*, dan Permodelan 3D menggunakan Plugins Qgis2threejs. Jangkauan risiko dipetakan dengan *Multi-Ring Buffer*. *Buffer* adalah suatu zona yang dibentuk mengelilingi suatu objek pemetaan, baik berupa titik, garis, maupun area (poligon), yang mengarah ke luar dari objek tersebut. Melalui pembuatan *buffer*, akan tercipta sebuah wilayah yang mengelilingi atau memberikan perlindungan terhadap objek spasial pada peta (objek yang dibuffer) dalam radius tertentu (Aqli, 2010), yang mempertimbangkan jarak menggunakan skoring. Data dari setiap parameter dioverlap kan antara fitur input dengan *Intersection* dengan output fitur yang terdapat pada kedua input masing-masing. *Shortest Path* digunakan untuk menentukan jalur tercepat dan terpendek dari titik asal ke titik tujuan menggunakan data vector jalan wilayah tersebut.



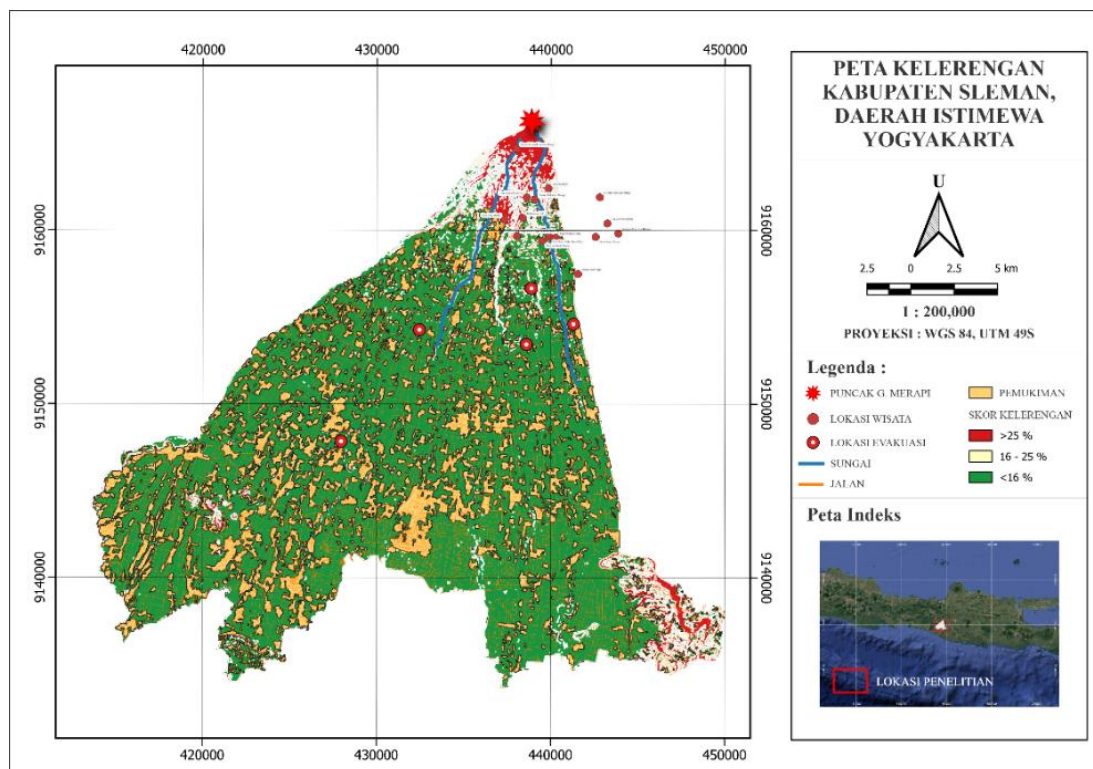
**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Identifikasi Tingkat Resiko Erupsi Gunung Merapi Terhadap Pemukiman Tepi Sungai****Analisis Skoring Kemiringan Kelerengan**

Analisis skoring kelerengan digunakan untuk mengetahui kelerengan pada daerah Sleman. Semakin dekat dengan puncak gunung Merapi dan semakin curam lereng, maka semakin tinggi pula resiko terkena erupsi merapi. Kawasan yang ditunjukkan dengan warna hijau merupakan kawasan dengan kelerengan landai dengan nilai  $<16\%$ . Warna kuning menunjukkan kelerengan yang relatif sedang dengan nilai  $16 - 25\%$ . Warna merah menunjukkan kelerengan yang relatif tinggi dengan nilai  $>25\%$ . Berikut ini adalah hasil peta skoring kelerengan pada Daerah Sleman yang dapat dilihat pada Gambar 2.

**Table 1**  
**Kemiringan Lereng**

Kemiringan Lereng (%)	Kelas	Bobot	Skor
$<16$	3	2	6
$16 - 25$	2	2	4
$>25$	1	2	2



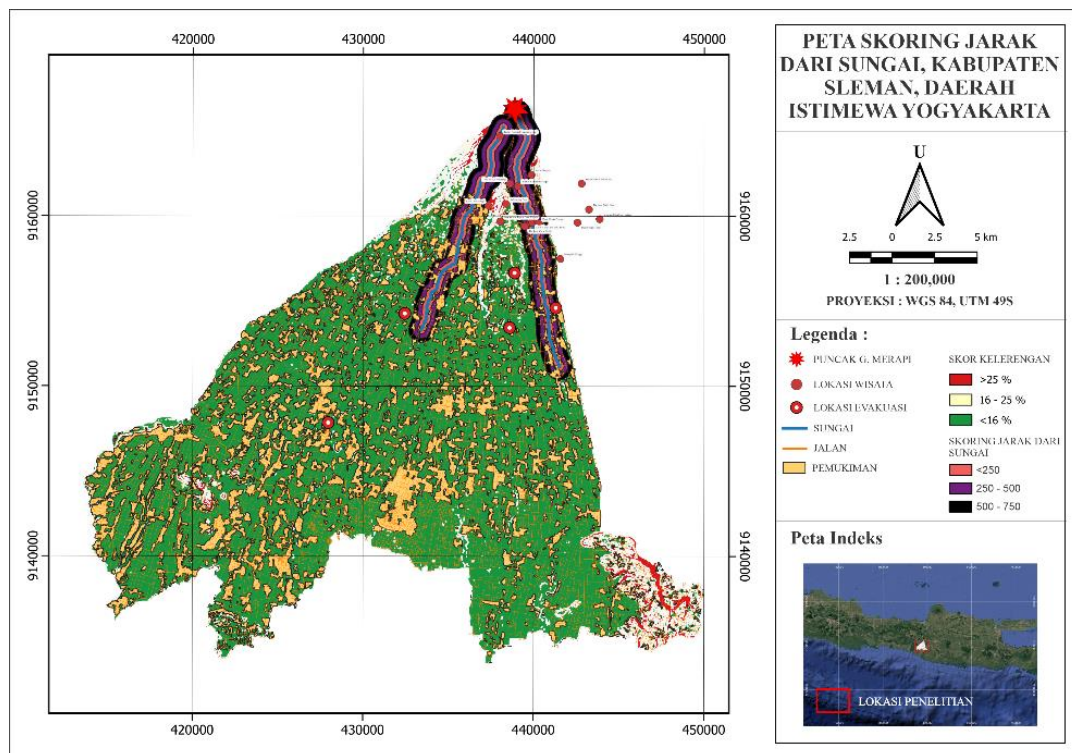
**Gambar 2.** Peta Kelerengan Daerah Sleman

### Analisis Skoring Jarak Dari Sungai

Hasil analisis skoring jarak dari sungai di Kabupaten Sleman menunjukkan bahwa wilayah dengan jarak kurang dari 250 meter dari sungai yang ditandai dengan warna ungu tua memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap bahaya aliran lahar dingin dan material vulkanik dari Gunung Merapi. Zona ini sebagian besar terletak di sepanjang alur sungai yang berhulu di lereng Merapi, khususnya pada wilayah utara hingga tengah kabupaten. Skor kerentanan menurun secara bertahap pada zona 250-500 meter (warna ungu muda) dan 500-750 meter (warna merah muda), yang mencerminkan tingkat risiko yang relatif lebih rendah. Wilayah pemukiman dan beberapa lokasi wisata teridentifikasi berada dalam zona rawan, khususnya yang berdekatan langsung dengan aliran sungai dan memiliki kemiringan lahan yang curam ( $>25\%$ ) yang dapat dilihat pada Gambar 3.

**Table 2**  
**Jarak dari Sungai**

Jarak Dari Sungai	Kelas	Bobot	Skor
<250	3	3	9
250 - 500	2	3	6
500 - 750	1	3	3



**Gambar 3.** Peta Skoring Jarak dari Sungai

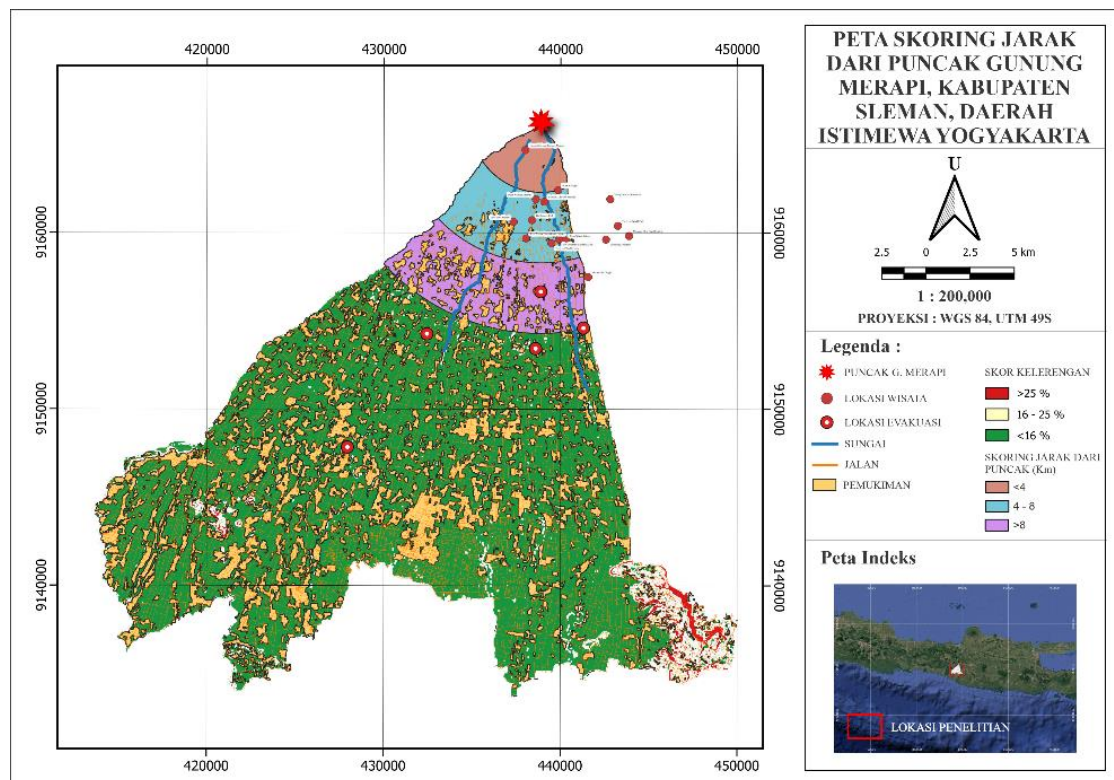


### Analisis Skoring Jarak Dari Puncak Gunung Merapi

Jarak dari puncak Gunung Merapi merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi tingkat kerusakan akibat erupsi. Semakin dekat suatu wilayah dengan puncak, maka potensi dampak yang ditimbulkan oleh erupsi akan semakin besar. Oleh karena itu, analisis skoring jarak dari puncak Merapi dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kedekatan wilayah terhadap puncak gunung, dengan pemberian skor tertentu pada masing-masing kategori jarak sebagaimana tercantum dalam Tabel 3. Daerah dengan jarak kurang dari 4 km dari puncak teridentifikasi sebagai zona dengan risiko tinggi, dengan kemiringan lereng  $>25\%$  dan jarak 4 – 8 Km dari puncak didominasi wilayah wisata serta pemukiman, yang berimplikasi terhadap perencanaan mitigasi bencana. Wilayah dengan jarak lebih dari 8 Km memiliki tingkat risiko yang relatif lebih rendah dapat dilihat pada Gambar 4.

**Table 3**  
**Jarak dari Puncak**

No	Jarak Dari Puncak (Km)	Kelas	Bobot	Skor
1	$<4$	3	3	9
2	4-8	2	3	6
3	$>8$	1	3	3



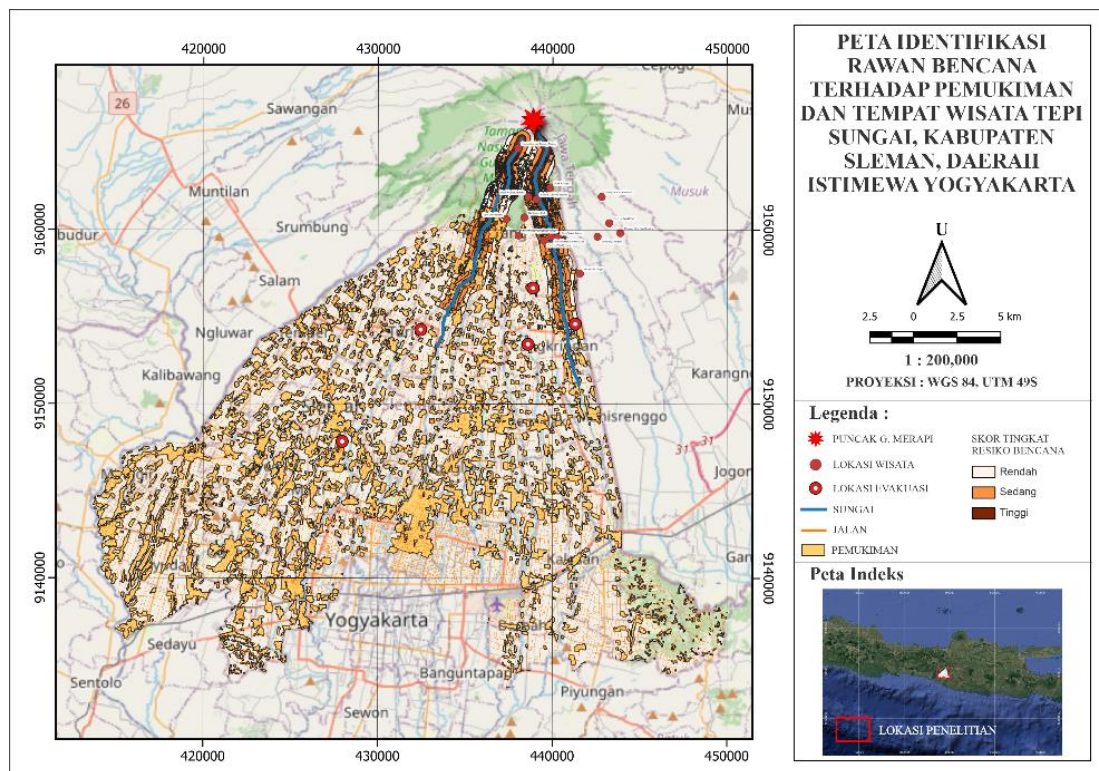
**Gambar 4.** Peta Skoring Jarak dari Puncak

### Analisis Rawan Bencana Terhadap Pemukiman dan Tempat Wisata Tepi Sungai

Wilayah di sekitar lereng gunung Merapi memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana, terutama di bagian utara yang paling dekat dengan puncak gunung Merapi. Zona rawan bencana dibagi menjadi tiga tingkatan yaitu tinggi, sedang, dan rendah yang merupakan overlap antara jarak dari puncak dengan jarak dari Sungai. Wilayah dengan tingkat resiko tinggi terkonsentrasi dibagian utara, mencakup area yang terhubung langsung oleh alur Sungai besar, yang berpotensi sebagai jalur aliran lahar saat terjadi erupsi. Beberapa pemukiman dan Lokasi wisata yang tersebar di sepanjang lereng Merapi, terutama di sekitar aliran Sungai, berada dalam zona risiko sedang hingga tinggi. Sehingga berpotensi terkena dampak langsung oleh aktivitas vulkanik maupun banjir lahar dingin yang dapat dilihat pada Gambar 5.

### Identifikasi Jalur Evakuasi Yang Aman Bagi Penduduk dan Tempat Wisata Di Daerah Rawan Bencana Merapi

Berdasarkan hasil analisis spasial terhadap peta jalur evakuasi Kabupaten Sleman di lereng Gunung Merapi, jalur-jalur evakuasi telah teridentifikasi dengan mempertimbangkan zonasi tingkat risiko bencana yang diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Zona risiko tinggi berada di sekitar puncak Gunung Merapi dan wilayah dengan kelereng curam, yang umumnya dihuni oleh pemukiman padat serta sejumlah lokasi wisata alam.

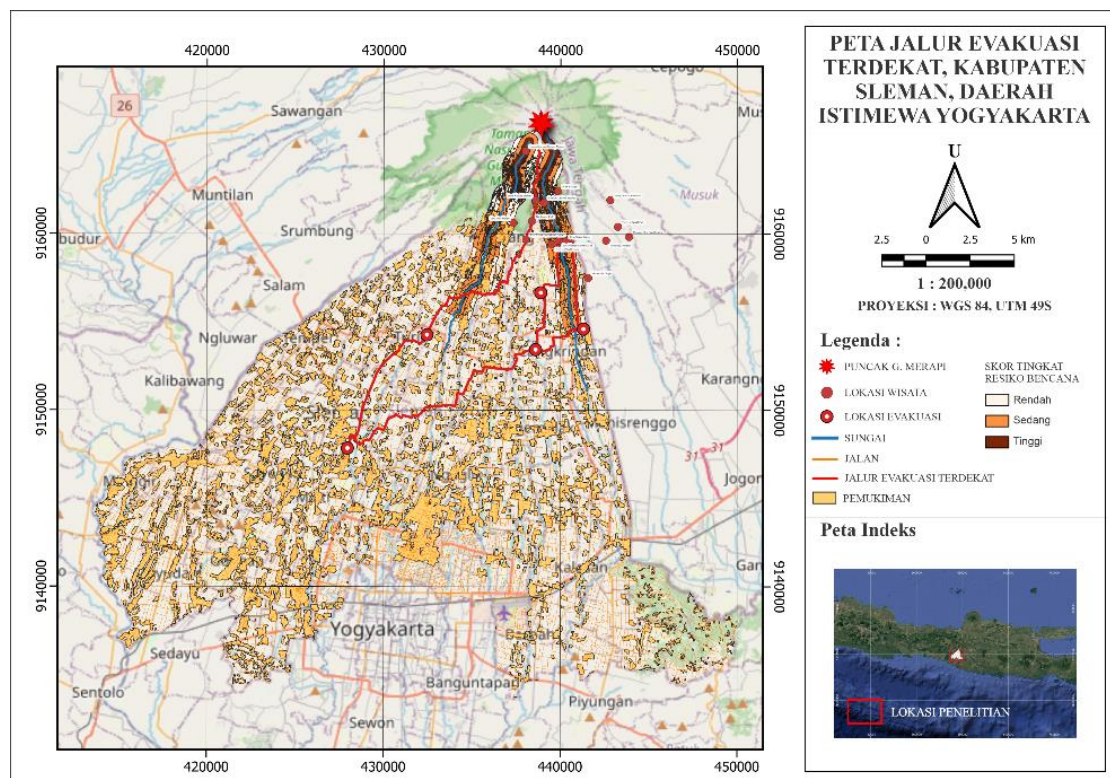


**Gambar 5.** Peta Identifikasi Rawan Bencana

Dari wilayah-wilayah ini, jalur evakuasi terdekat diarahkan menuju zona risiko yang lebih rendah melalui jaringan jalan utama yang telah dimodelkan sebagai rute evakuasi tercepat menggunakan analisis *Shortest Path*. Hasil *overlay* antara jalur evakuasi, zona risiko, dan titik-titik penting (lokasi wisata, pemukiman, dan lokasi evakuasi) menunjukkan bahwa sebagian besar lokasi wisata berada dalam zona risiko sedang hingga tinggi, sehingga sangat penting untuk memastikan keterhubungan yang cepat dan aman ke tempat evakuasi. Lokasi evakuasi ditempatkan secara strategis di zona risiko rendah dan ditandai sebagai titik akhir jalur evakuasi. Visualisasi spasial juga menunjukkan bahwa jalur-jalur ini menghindari alur sungai yang berpotensi menjadi jalur lahar, serta mempertimbangkan kedekatan dengan pemukiman. Dengan demikian, sistem jalur evakuasi yang dirancang dapat dikatakan cukup responsif terhadap tingkat kerentanan wilayah dan dapat digunakan sebagai dasar perencanaan mitigasi bencana berbasis spasial.

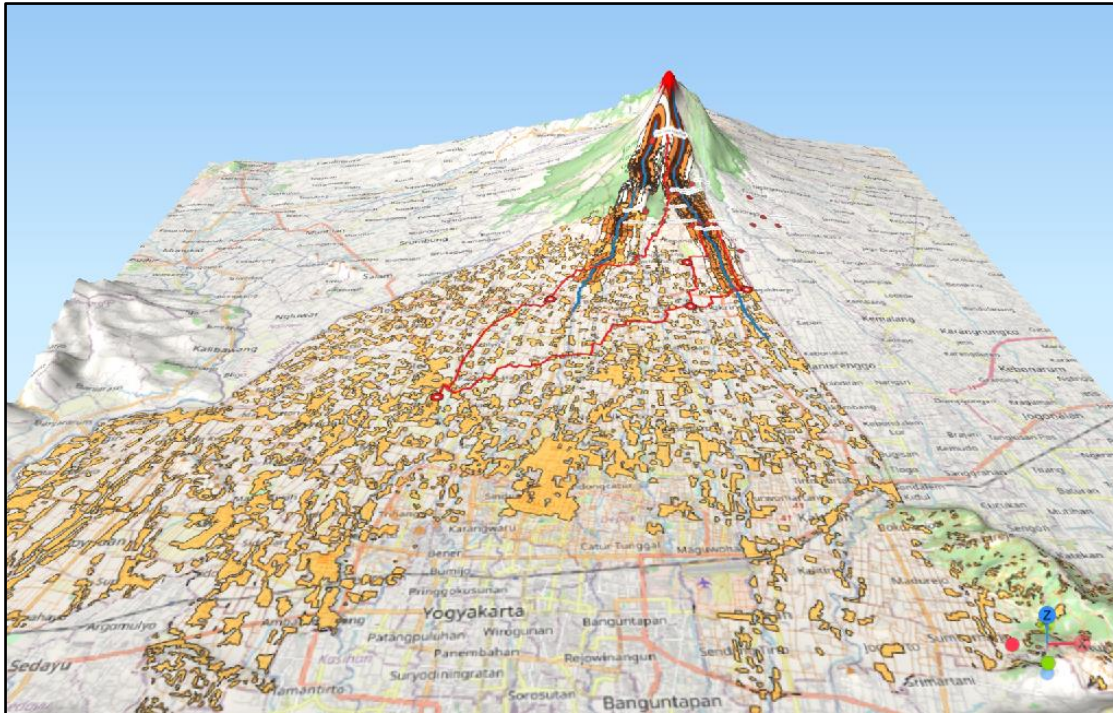
### Permodelan 3D

Peta merupakan salah satu media dapat melatih kemampuan spasial analisis masyarakat, sayangnya peta merupakan hal yang sering dianggap kompleks sehingga kurang menarik minat bagi masyarakat. Pengembangan tampilan media Permodelan 3D merupakan upaya pengembangan untuk membangun kemampuan spasial kebencanaan erupsi gunung Merapi. Media ini menampilkan peta rawan bencana pada lereng gunung Merapi, daerah Sleman dalam tampilan 3D. Kelebihan media ini adalah visualisasi warna membantu masyarakat melatih kemampuan spasial dengan memahami daerah yang berisiko tinggi saat terjadi bencana erupsi gunung Merapi serta daerah yang aman digunakan sebagai lokasi penyelamatan diri.



**Gambar 6.** Peta Jalur Evakuasi Terdekat





**Gambar 7.** Permodelan 3D Rawan Bencana

## SIMPULAN

Erupsi gunung Merapi merupakan ancaman yang perlu diwaspadai oleh penduduk dan tempat wisata yang berada di daerah rawan bencana. Hasil analisis yang dilakukan menggunakan *Buffer daerah*, *Intersection*, *Shortest Path* pada wilayah sleman memiliki tingkat ancaman tinggi hingga rendah, dimana pada daerah yang dekat dengan sungai dan dekat dari puncak gunung memiliki ancaman yang tinggi sehingga masuk pada daerah yang tidak aman. Untuk mengurangi potensi kerugian baik secara materiil maupun non-materiil serta menekan jumlah korban jiwa dalam menghadapi berbagai potensi bahaya, terdapat jalur evakuasi terdekat menuju area yang lebih aman. Upaya mitigasi risiko bencana harus menjadi prioritas utama dengan pendekatan menyeluruh guna menjamin keselamatan serta keberlanjutan kawasan tersebut sebagai area permukiman dan destinasi wisata yang aman bagi masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andaru, R., & Santosa, P. B. (2017). Analisis Spasial Bencana Longsor Bukit Telogolele Kabupaten Banjarnegara Menggunakan Data Foto Udara UAV. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, 1(1), 77-86.
- Aqli, W. (2010). Analisa Buffer Dalam Sistem Informasi Geografis Untuk Perencanaan Ruang Kawasan. *Inersia*, 6(2), 192–201.
- Baiquni, M., Rijanta, R., & Hizbaron, D. R. (2018). *Modal Sosial Dalam Manajemen Bencana*. Gajah Mada University Press, 219. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=E6hcDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=modal+sosial&ots=yfEipknVxn&sig=IMTmvaWwhGG7d6dCfatQEfstzSk>

- Lavigne, F., De Coster, B., Juvin, N., Flohic, F., Gaillard, J. C., Texier, P., Morin, J., & Sartohadi, J. (2008). People's behaviour in the face of volcanic hazards: Perspectives from Javanese communities, Indonesia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 172(3–4), 273–287.  
<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.12.013>.
- Marif, S., & Hizbaron, D. R. (2018). *Strategi Menuju Masyarakat Tangguh Bencana dalam Perspektif Sosial*. Gadjah Mada University Press.
- Susilo, A. N., & Rudiarto, I. (2014). Dampak Erupsi Gunung Merapi. *Jurnal Teknik PWK*, 3(1), 34-49.