

# Perubahan Resapan Airtanah Pasca Erupsi Gunungapi Semeru 4 Desember 2021

Faizatul Amalia<sup>1</sup>, Alfi Nur Rusydi<sup>1</sup>, Ferryati Masitoh<sup>2</sup>, Ardaneswari Dyah Pitaloka Citraresmi<sup>3</sup>, Andan Linggar Rucitra<sup>3</sup>, Endah Rahayu Lestari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Sistem Informasi, Universitas Brawijaya; e-mail: [alfi.nurrusydi@ub.ac.id](mailto:alfi.nurrusydi@ub.ac.id)

<sup>2</sup>Departemen Geografi, Universitas Negeri Malang

<sup>3</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Universitas Brawijaya

## ABSTRAK

Letusan gunung berapi dapat menyebabkan kerusakan ekosistem, dimana banyak vegetasi yang hilang sehingga mengurangi resapan airtanah, yang menyebabkan ketersediaan air bagi masyarakat semakin berkurang di masa yang akan datang. Oleh karena itu, sumber daya air perlu dilestarikan untuk masa depan. Kajian ini mengidentifikasi kondisi spasial imbuhan di lereng Gunungapi Semeru dan potensi airtanah sebelum dan sesudah letusan gunungapi. Selain itu, pengaruh kondisi daerah resapan dan potensi air tanah pasca erupsi di lereng Gunung Api Semeru juga dianalisis berdasarkan metode Multi Influence Factor (MIF). Penelitian ini menggunakan tujuh parameter yaitu curah hujan, geomorfologi, geologi, kemiringan lereng, tekstur tanah, kerapatan drainase dan tutupan lahan. Parameter-parameter tersebut diukur dengan menggunakan teknik Multiple Influence Factors (MIF), dimana informasi yang diperoleh dari masing-masing parameter ditimbang dan disortir untuk mengevaluasi potensi zona resapan airtanah. Hasil perhitungan dengan menggunakan teknik MIF menunjukkan bahwa terjadi penurunan potensi airtanah di lereng Gunung Api Semeru pasca erupsi, sehingga tidak dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap kondisi airtanah di lereng Gunung Api Semeru. Faktor tutupan lahan merupakan faktor yang paling terpengaruh oleh erupsi Gunung Semeru, sehingga berpengaruh signifikan terhadap penurunan potensi airtanah di lereng Gunung Api Semeru.

**Kata kunci:** resapan airtanah, erupsi gunungapi, airtanah, MIF

## ABSTRACT

Volcanic eruptions could cause ecosystem damage, where a lot of vegetation was lost. It reduced groundwater infiltration, so that it caused water availability decrease for the community in the future. Therefore, water resources need to be preserved for the future. This study spatially identified groundwater recharge area conditions and groundwater potential before and after volcanic eruptions in the slopes of Semeru Volcano. In addition, the influence of recharge area conditions and post-eruption groundwater potential in the slopes of Semeru Volcano was also analyzed based on the Multi Influence Factor (MIF) method. This study used seven parameters: rainfall, geomorphology, geology, slope, soil texture, drainage density, and landcover. These parameters were measured using the Multiple Influence Factors (MIF) technique. The information obtained from each parameter was weighted and sorted to evaluate potential groundwater infiltration zones. The results of MIF calculations showed that there was groundwater potential decrease after the volcanic eruption in the slopes of Semeru Volcano, so it was not able to give good influence for groundwater conditions in that slope. The land cover factor was the most influence factor affected by the eruption of Mount Semeru, so it had significant effect in the groundwater potential decrease in the slopes of Semeru Volcano.

**Keywords:** recharge area, volcanic eruption, groundwater; MIF

**Citation:** Amalia, F., Rusydi, A. N., Masitoh, F., Citraresmi, A. D. P., Rucitra, A. L., dan Lestari, R. (2023). Perubahan Resapan Airtanah Pasca Erupsi Gunungapi Semeru 4 Desember 2021. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(3), 594-602, Doi:10.14710/Jil.21.3. 594-602

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang terletak di jalur gunungapi aktif dunia (*ring of fire*). Gunungapi yang berada di jalur ini memiliki risiko erupsi yang tinggi. Salah satunya adalah Gunungapi Semeru. Gunungapi Semeru adalah gunungapi aktif yang terletak di Jawa Timur. Erupsi Gunungapi Semeru terjadi hampir setiap tahun dengan tingkat kejadian yang bervariasi.

Salah satu kejadian erupsi Gunungapi Semeru yaitu pada tanggal 4 Desember 2021. Dampak dari erupsi gunung berapi dapat menyebabkan kerusakan ekosistem. Banyaknya vegetasi yang hilang akibat terdampak erupsi menimbulkan menurunnya zona resapan air, serta banyak lahan pertanian, peternakan, pemukiman serta berbagai kegiatan

masyarakat yang hancur atau terhambat (Zagarino et al., 2021).

Salah satu dampak erupsi adalah terjadinya perubahan vegetasi dan penutupan lahan (Wibowo, 2021). Vegetasi akan membantu meningkatkan kemampuan tanah untuk meresapkan air. Tingkat resapan air yang tinggi akan meningkatkan cadangan airtanah (Minnig et al., 2018; Verma et al., 2015). Cadangan airtanah yang tinggi mengartikan adanya kesinambungan ketersediaan air bagi masyarakat di masa. Erupsi juga merubah penutupan lahan. Penutupan lahan berupa lahan terbangun, perkebunan dan pertanian, lahan terbuka, dan hutan. Setelah erupsi, tutupan lahan akan mengalami perubahan, sehingga akan mempengaruhi zona resapan airtanahnya (Dar et al., 2020).

Pentingnya penilaian risiko bencana telah diakui secara global karena penekanannya pada framework untuk pengurangan risiko bencana dan tujuan pembangunan berkelanjutan untuk mendorong perencanaan yang peka terhadap risiko dan pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan: (1) mengidentifikasi kondisi spasial recharge area lereng Gunungapi Semeru dan potensi air tanah sebelum dan sesudah erupsi gunungapi; (2) mengidentifikasi faktor pengaruh kondisi recharge area dan potensi air tanah pasca erupsi di lereng Gunungapi Semeru berdasarkan metode Multi Influence Factor (MIF). Hal tersebut dilakukan agar risiko krisis resapan air tanah di wilayah Gunung Semeru dapat diukur sehingga dapat memfasilitasi kerangka kerja manajemen risiko dan pengambilan keputusan yang mendorong keberlanjutan, pengurangan risiko bencana, dan ketahanan bencana di tingkat masyarakat.

## 2. METODE

Tempat penelitian dilakukan di kawasan Gunung Semeru, yang masuk dalam kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) selama bulan Juni – Desember 2022, dengan mengadopsi metodologi *Multi Influence Factor* (MIF). Langkah-langkah metode MIF antara lain:

### 2.1. Penetapan Bobot dan Peringkat

Faktor yang mempengaruhi potensi resapan air tanah mencakup geologi, geomorfologi, kerapatan kelurusan, kemiringan, ketinggian, kerapatan drainase, jenis tanah, tata guna lahan dan tutupan lahan, kedalaman batuan dasar, kedalaman ke muka air, serta curah hujan dan akuifer (Magesh et al., 2012; Masitoh et al., 2022; Senanayake et al., 2016; Thapa et al., 2017) Berdasarkan teknik MIF, setiap faktor yang mempengaruhi terbagi menjadi dua kelompok yaitu faktor yang memiliki efek besar dan faktor yang memiliki efek kecil yang memiliki korelasi satu sama lain. Efek ini dipertimbangkan dalam konteks prospek resapan air tanah. Nilai bobot untuk efek utama ditetapkan sebesar 1,0 untuk setiap faktor, dan nilai bobot untuk efek kecil ditetapkan sebesar 0,5 untuk setiap faktor. Penetapan faktor-faktor yang mempengaruhi dalam

skala mayor dan minor ditetapkan berdasarkan observasi dan wawancara dengan pakar serta studi Pustaka. Skor gabungan yang diusulkan dari setiap faktor yang mempengaruhi (skala mayor maupun minor) dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

$$\frac{(A+B)}{\sum A+B} \times 100 \quad (1)$$

A adalah faktor-faktor utama yang mempengaruhi utama dan B adalah faktor-faktor yang memiliki pengaruh kecil. Skor yang diusulkan dari setiap faktor yang berpengaruh adalah skor yang dinormalisasi pada skala 100 (Thapa et al., 2017). Setelah skor yang diusulkan dari setiap faktor yang berpengaruh dihitung, selanjutnya menghitung nilai tingkat kepentingan parameter dari setiap faktor yang berpengaruh terhadap prospek resapan air tanah. Pendekatan yang digunakan yaitu metode *heuristik* serta metode berbasis pengetahuan sehingga diperoleh peringkat untuk setiap parameter (Machireddy et al., 2022). Penetapan peringkat untuk setiap parameter dari masing-masing faktor yang berpengaruh ditetapkan observasi dan wawancara dengan pakar serta studi pustaka (Magesh et al., 2012; Thapa et al., 2017).

### 2.2 Weighted Overlay Method

Setelah diperoleh bobot faktor yang berpengaruh dan *ranking* untuk masing-masing parameter, selanjutnya dilakukan proses integrasi input faktor yang berpengaruh untuk mengetahui prospek resapan air tanah secara keseluruhan di wilayah studi. Integrasi faktor yang berpengaruh tersebut dilakukan dengan *Weighted Overlay Method* dengan menggunakan Persamaan (2).

$$GWPZ = \sum_1^n (GO_x GO_y + GM_x GM_y + LD_x LD_y + SL_x SL_y + EL_x EL_y + DD_x DD_y + ST_x ST_y + LULC_x LULC_y + DB_x DB_y + DW_x DW_y + RF_x RF_y + AQ_x AQ_y) \quad (2)$$

GWPZ (*Ground Water Potential Zone*) adalah singkatan dari zonasi potensi resapan air tanah, 'x' dan 'y' masing-masing mewakili faktor bobot dan peringkat parameter, GO mewakili geologi, GM mewakili geomorfologi, LD mewakili kerapatan kelurusan, SL mewakili kemiringan, EL mewakili elevasi, DD mewakili kerapatan drainase, ST mewakili jenis tanah, LULC mewakili tutupan lahan penggunaan lahan, DB mewakili kedalaman batuan dasar, DW mewakili kedalaman hingga muka air, RF mewakili curah hujan dan AQ mewakili akuifer.

Data dikumpulkan melalui wawancara, survei lapang, dan data sekunder. Data jenis dan tekstur tanah diperoleh melalui survei lapangan pada objek penelitian yaitu Gunung Semeru, vegetasi, serta resapan air tanah di wilayah tersebut. Data curah hujan diperoleh melalui wawancara dan data sekunder Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data geologi diperoleh melalui

wawancara dan data sekunder Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) geologi. Data DEMNAS diperoleh melalui BIG. Data citra satelit Sentinel 2A diperoleh melalui ESA/*European Satellite Agency*. Data kedalaman akuifer diperoleh melalui survei lapangan pada objek penelitian yaitu Gunung Semeru, vegetasi, serta resapan air tanah di wilayah tersebut atau data geolistrik.

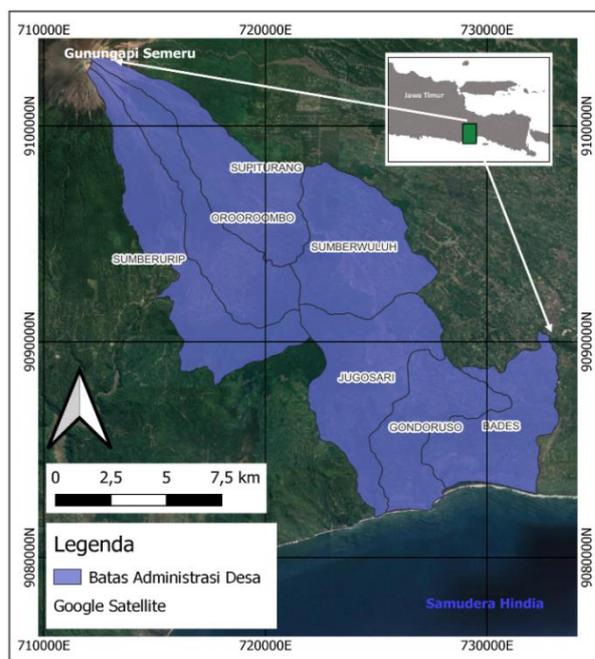
## 2. Hasil dan Pembahasan

Penelitian perubahan *Recharge Area* pasca erupsi Gunung Api Semeru menggunakan Multi Influence Factor (MIF). Daerah yang menjadi obyek kajian adalah lereng Gunungapi Semeru bagian selatan dengan melibatkan 35 wilayah administratif desa di kabupaten Lumajang (Gambar 1). Daerah tersebut dilalui oleh banyak jaringan sungai dan berbagai tutupan lahan. Berdasarkan data Google Satellite Hybrid, jenis tutupan lahan yang ada berupa tutupan vegetasi dan lahan terbangun. Tutupan vegetasi ini mempunyai fungsi sebagai area resapan air (*recharge area*). Survei lapangan dilakukan dengan hasil beberapa area vegetasi mengalami kerusakan sehingga berpotensi mengganggu fungsi infiltrasi air ke dalam tanah. Proses infiltrasi air ke dalam tanah yang berkurang, akan menyebabkan gangguan pada suplai dan debit air tanah. Pembentukan limpasan permukaan yang semakin cepat akan berpotensi menyebabkan erosi yang mengganggu kesuburan tanah. Hal ini akibat lapisan permukaan tanah yang subur (solum tanah) terpindahkan ke tempat lain sehingga hanya menyisakan lapisan tanah bawah yang kurang subur.

Faktor yang dipertimbangkan dalam penelitian ini meliputi faktor geomorfologi, (tutupan lahan (*landcover*), penggunaan lahan (*landuse*), kelurusan (*lineament*), jaringan sungai (*drainage*), geologi (*geology*), tanah (*soil*), curah hujan (*rainfall*). Lereng gunungapi Semeru yang menjadi daerah penelitian memiliki bentuklahan asal proses vulkan yang bervariasi (Gambar 2a). Morfologi gunungapi Semeru dapat berubah jika aktivitas erupsi Gunungapi Semeru berlangsung secara eksplosif sehingga beberapa bagian bentuklahan mengalami deformasi. Lereng yang semakin curam akan semakin cepat mengalirkan air hujan yang turun ke permukaan tanah ke lereng bawah. Hal ini akan semakin mengurangi probabilitas proses infiltrasi air hujan ke dalam tanah. Keberadaan vegetasi di atas permukaan tanah dapat meningkatkan laju infiltrasi air ke dalam tanah (Morbidegli et al., 2018).

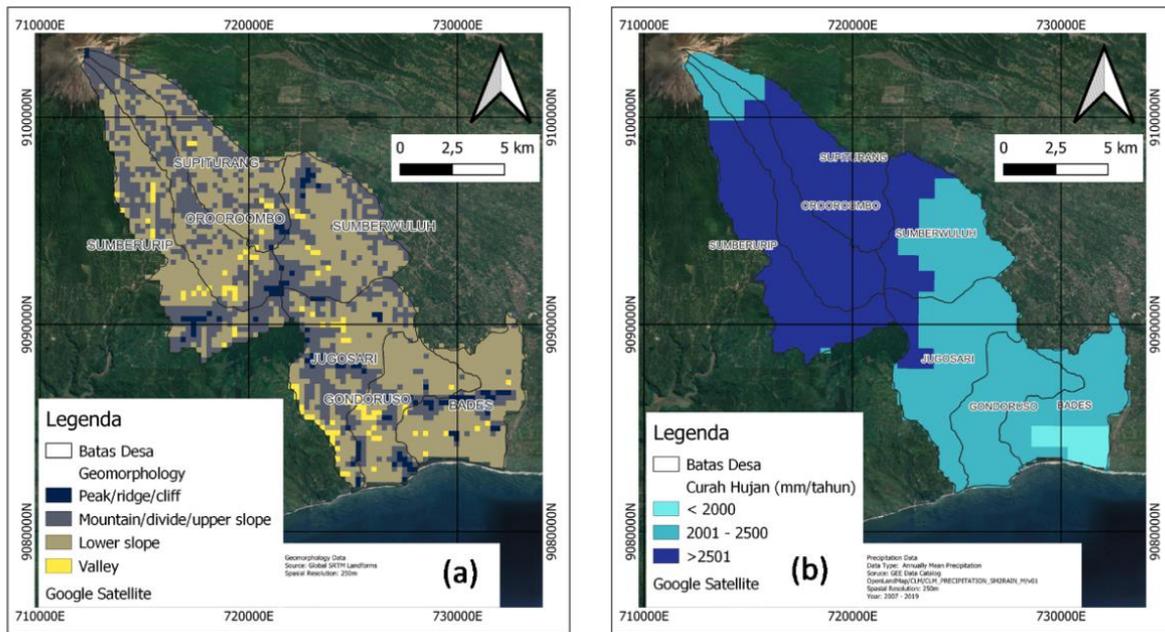
Penilaian skor untuk faktor geomorfologi didasarkan pada karakteristik bentuk lahan dalam menerima dan menampung air hujan atau air permukaan lainnya. Semakin banyak air yang diterima dan tertampung pada jenis bentuklahan tersebut, maka semakin banyak air yang akan menjadi input air tanah melalui proses infiltrasi. Jenis bentuk lahan lembah (*valley*) merupakan bentuk

lahan yang diberikan skor paling tinggi (skor 14) karena bentuk lembah yang cekung sehingga semakin banyak air yang mengalir dan tertampung di daerah tersebut. Daerah lembah menjadi daerah yang paling berpengaruh terhadap tangkapan air permukaan untuk menjadi air tanah. Daerah yang merupakan jenis bentuk lahan punggung (*ridge/peak/cliff*) merupakan daerah yang mempunyai skor paling rendah (skor 1) karena air permukaan yang di daerah ini akan langsung mengalir turun ke daerah yang lebih rendah dengan mengikuti variasi relief dan elevasi permukaan tanah yang lebih rendah. Laju proses terbentuknya *surface runoff* di daerah ini lebih cepat dibandingkan proses infiltrasi, sehingga daerah ini kurang berkontribusi terhadap penangkapan dan penampungan air permukaan untuk menjadi airtanah.



Gambar 1. Daerah penelitian di lereng Gunungapi Semeru

Gambar 2b menunjukkan bahwa daerah di sekitar hulu bagian lereng atas Gunungapi Semeru (daerah Supit Urang, Oro-oro Ombo dan Sumber Urip) mempunyai curah hujan lebih dari 2500 mm/tahun. Lereng di bawahnya memiliki curah hujan yang lebih rendah yaitu sebesar 2000-2500 mm/tahun. Penilaian skor untuk faktor curah hujan ditentukan dengan memberikan skor yang lebih tinggi pada daerah yang mempunyai curah hujan lebih dari 2500 mm/tahun (skor 9) dibandingkan skor untuk daerah yang mempunyai curah hujan kurang dari 2500 mm/tahun (2000-2500 mm/tahun). Semakin banyak curah hujan di suatu daerah, maka daerah tersebut semakin berpotensi untuk menjadi daerah resapan air tanah, karena semakin banyak air hujan yang juga akan terinfiltrasi ke dalam tanah.



**Gambar 2.** Peta geomorfologi (a) dan Peta Hujan (b) di lereng Gunungapi Semeru

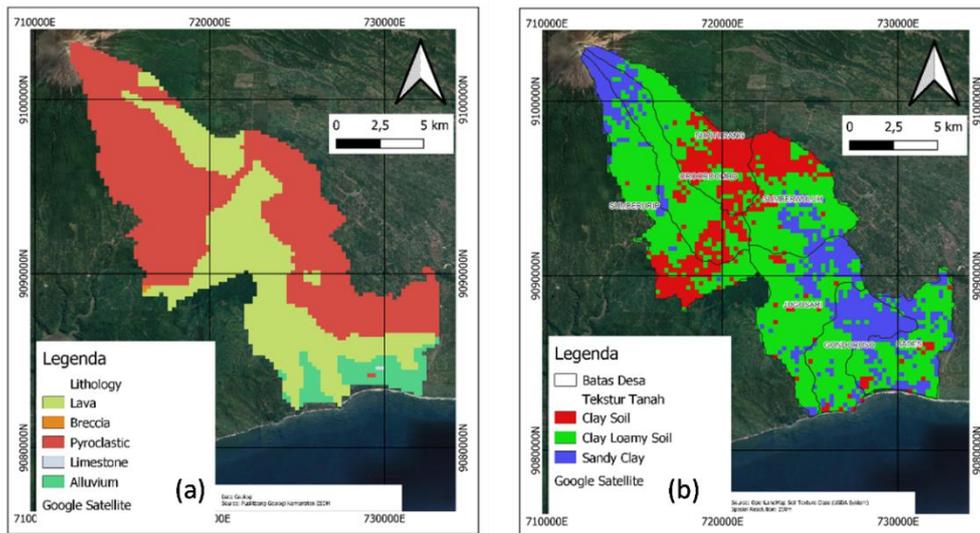
Lereng atas Gunungapi Semeru didominasi oleh material piroklastik dan lava sebagai hasil aktivitas erupsi gunungapi (Gambar 3a). Material ini terletak di sekitar kerucut gunungapi, lereng atas, dan lembah sungai. Material alluvium yang mempunyai karakteristik sebagai material lunak terletak di daerah muara sungai yang juga merupakan bagian dari ekosistem gunungapi Semeru. Material aluvium ini berasal dari hasil pelapukan batuan yang lebih lunak yang terendapkan dan terbawa oleh aliran sungai. Penilaian skor untuk faktor geologi didasarkan pada sifat karakteristik material litologi tersebut dalam mengalirkan air ke dalam lapisan tanah. Daerah yang didominasi oleh material batu gamping (*limestone*) dan napal dinilai lebih berpotensi dalam meresapkan air ke dalam tanah yang selanjutnya air tersebut mengisi akuifer di dalam lapisan tanah. Daerah tersebut diberikan skor yang paling tinggi dengan skor 5. Daerah yang didominasi oleh aliran lava beku mempunyai skor yang paling rendah, yaitu skor 1, karena sifat aliran lava beku yang padas, sehingga air sulit untuk menembus material lava dan masuk ke dalam lapisan tanah.

Data lain yang telah dihasilkan dalam kegiatan penelitian ini adalah data tanah. Data tanah ini dihasilkan dari data OpenLandMap Soil Texture Class (USDA System) dan diolah menggunakan aplikasi Google Earth Engine. Data ini mempunyai resolusi spasial 250 meter. Data tanah yang digunakan adalah data tanah sedalam 200 meter di bawah permukaan tanah dan diidentifikasi tekstur tanahnya. Tekstur tanah terklasifikasi ke dalam tekstur Sand (Sa), Silt (Si), Clay (Cl), dan Loam (Lo). Teknik membaca data tanah ini misalnya tekstur SiClLo. Tekstur ini berarti adalah tekstur Silt Clay Loam yang diperkirakan

bertekstur mostly clay dan minor clay loam. Berdasarkan data yang telah diolah, jenis tekstur tanah di sekitar Gunungapi Semeru didominasi oleh tekstur lempung liat (Clay Loam) dan lempung liat berpasir (Sandy Clay Loam) dan hanya sebagian kecil saja yang bertekstur lempung (Loam) di bagian utara (Gambar 3b).

Survei lapangan yang dilakukan menunjukkan bahwa tanah lempung berliat ini terasa agak licin, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh, dan dapat dibentuk gulungan yang agak mudah hancur. Hal ini berbeda dengan tekstur tanah lempung liat berpasir, yang teksturnya terasa halus dengan sedikit bagian agak kasar, agak melekat, dapat dibentuk bola agak teguh, dan dapat dibentuk gulungan mudah hancur.

Penilaian skor untuk faktor tanah didasarkan pada kemampuan tekstur tanah dalam proses drainase dan infiltrasi air permukaan ke dalam tanah. Tekstur tanah lempung liat berpasir dinilai mempunyai sifat yang lebih baik dibandingkan jenis tekstur tanah lainnya dalam proses drainase dan infiltrasi air permukaan ke dalam tanah. Lempung pada tekstur ini berkontribusi pada proses infiltrasi sedangkan pasir berperan dalam proses drainase, sehingga air mudah meresap dan mengalir ke dalam lapisan tanah menjadi air tanah melalui pengisian air pada rongga-rongga akuifer. Jenis tekstur ini dinilai dengan skor 3, sedangkan skor yang paling rendah yaitu skor 1 untuk jenis tekstur lempung. Tanah yang mempunyai tekstur lempung saja akan sulit mengalirkan air, bahkan ketika air telah jenuh dalam tanah tersebut. Tekstur tanah lempung mempunyai sifat mudah meresapkan air ke dalam tanah namun sangat sulit mengalirkannya (Morgan, 1979; Saputra et al., 2022).



Gambar 3. Peta Litologi (a) dan Peta Tekstur Tanah (b) di lereng Gunungapi Semeru

Faktor kemiringan lereng juga berkontribusi terhadap dinamika potensi air tanah. Lokasi penelitian merupakan gunungapi yang sebagian besar mempunyai kemiringan lereng 30-45 derajat, terutama di lereng tengah (Gambar 4a). Lereng atas Gunungapi Semeru memiliki kemiringan yang lebih curam yaitu lebih dari 45 derajat. Semakin curam lereng, maka air permukaan akan lebih cepat untuk menjadi aliran permukaan dibandingkan terinfiltrasi ke dalam tanah (Morbideilli et al., 2018). Suatu daerah dengan laju air permukaan menjadi aliran permukaan yang semakin cepat, maka kontribusi air tersebut menjadi air tanah juga akan semakin berkurang. Hal ini menjadi dasar penilaian skor, bahwa semakin curam suatu lereng maka semakin kecil skor yang diberikan. Lereng dengan kemiringan yang terjal (lebih dari 45 derajat) mempunyai skor 1, sedangkan lereng yang landau mempunyai skor yang lebih tinggi yaitu skor 16.

Kerapatan sungai juga menentukan potensi air tanah di lereng Gunungapi Semeru. Sungai sebagai tempat penampungan dan pengaliran air, terutama dari air hujan juga berperan dalam proses peresapan air ke dalam tanah. Sungai influen merupakan jenis sungai yang berperan dalam memberikan pasokan air sungai ke dalam air tanah. Semakin rapat sungai pada suatu daerah, maka semakin banyak air sungai yang dimungkinkan berkontribusi besar terhadap input air di dalam tanah, sehingga semakin besar potensi air tanah di daerah tersebut. Lereng gunungapi Semeru sebagian besar mempunyai kerapatan sungai seluas 1000-4500 km/km<sup>2</sup> (Gambar 4b). Semakin rapat sungai di suatu daerah, maka skor yang diberikan juga akan semakin banyak. Skor maksimum untuk kerapatan sungai di lereng Gunungapi Semeru yaitu skor 5 untuk kelas kerapatan sungai lebih dari 4500 km/km<sup>2</sup>. Daerah yang mempunyai keraat sungai seluas 0-500 km/km<sup>2</sup> diberikan skor 1.

Potensi air tanah dipengaruhi oleh faktor penutup lahan dengan memperhatikan karakteristik

jenis penutup lahan di daerah tersebut (Páscoa et al., 2020; Siddi Raju et al., 2019). Lereng gunungapi secara umum didominasi oleh penutup lahan vegetasi yang diduga adalah jenis penggunaan lahan hutan, terutama di lereng atas. Jenis penutup lahan lainnya yang mendominasi adalah lahan pertanian, terutama di lereng tengah hingga lereng bawah (Gambar 4a).

Daerah dengan jenis penutup lahan debris bertambah luas akibat akumulasi material debris dari aktivitas erupsi Gunungapi Semeru (Gambar 5). Material ini terutama terletak di kanan dan kiri sungai. Proses penentuan zona potensi air tanah dilakukan melalui model hubungan antar faktor pengaruh. Model tersebut mencakup faktor-faktor pengaruh antara lain curah hujan, geomorfologi, geologi, kemiringan lereng, taktur tanah, kerapatan sungai, dan penutup lahan (Gambar 5).

Faktor curah hujan berpengaruh secara mayor terhadap faktor kerapatan sungai (*drainage density*). Curah hujan mempengaruhi secara minor terhadap faktor tekstur tanah. Faktor geomorfologi atau bentuklahan berpengaruh secara mayor terhadap faktor kemiringan lereng dan faktor kerapatan sungai. Faktor geomorfologi memberikan pengaruh secara minor terhadap faktor tekstur tanah dan faktor penutup lahan. Faktor geomorfologi dipengaruhi secara mayor oleh faktor geologi. Faktor geologi juga memberikan pengaruh mayor terhadap faktor kerapatan sungai dan faktor kemiringan lereng. Faktor kemiringan lereng saling berpengaruh secara mayor terhadap faktor kerapatan sungai. Hubungan saling mempengaruhi secara minor terjadi antara faktor kemiringan lereng terhadap faktor penutup lahan. Faktor kerapatan sungai berpengaruh secara mayor terhadap faktor penutup lahan. Faktor kerapatan sungai juga mendapatkan pengaruh secara mayor dari faktor penutup lahan.

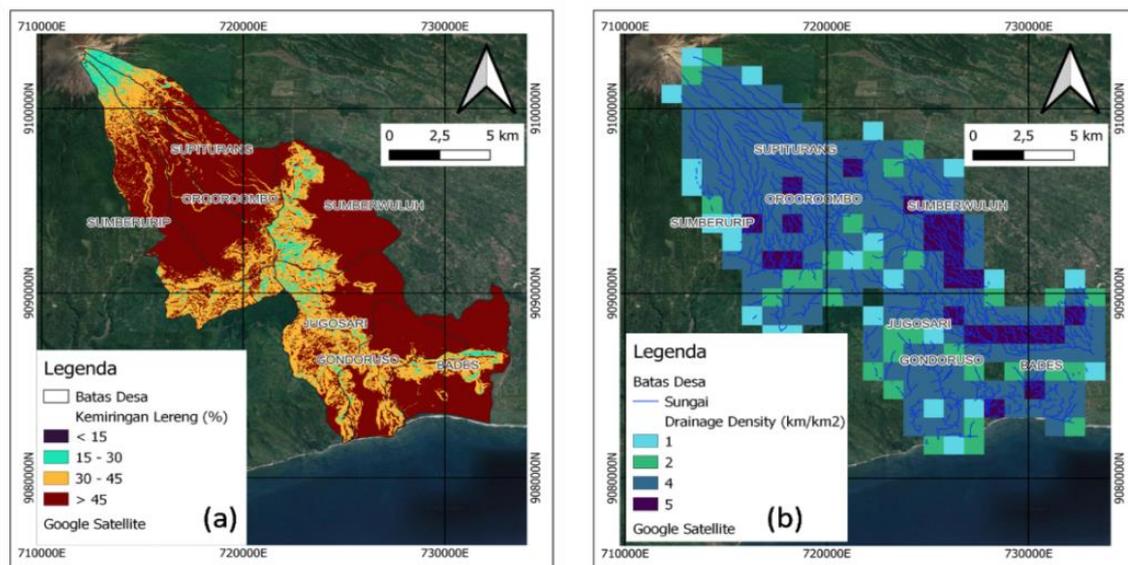
Tabel 1 menunjukkan perhitungan *Multi Influence Factor* (MIF) menggunakan pertimbangan major effect dan minor effect. Major effect dapat

diartikan bahwa faktor tersebut memberikan efek terhadap faktor yang lain secara, sedangkan minor effect dapat diartikan bahwa faktor tersebut dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai major effect untuk setiap pengaruh dari suatu faktor terhadap faktor yang lain adalah 1, sedangkan nilai minor effect untuk setiap pengaruh yang berasal dari faktor lain terhadap faktor tersebut adalah 0,5. Metode MIF ini memungkinkan sebuah pemodelan yang menggambarkan pengaruh suatu faktor terhadap faktor lain dan sebaliknya. Kontribusi pengaruh setiap faktor dalam penentuan zona potensi air tanah ini juga dapat diestimasi dengan menggunakan metode MIF (Masitoh et al., 2022; Senanayake et al., 2016).

Tabel 2 menunjukkan skor setiap faktor pengaruh ditentukan berdasarkan karakteristik setiap faktor tersebut terhadap potensi air tanah. Semakin besar pengaruh suatu faktor terhadap potensi air tanah, maka semakin banyak skor yang diberikan. Kondisi potensi air tanah pasca erupsi Gunungapi Semeru mengalami perubahan. Beberapa daerah mengalami penurunan potensi air tanah menjadi buruk dan sangat buruk. Hal ini karena beberapa faktor pengaruh mengalami perubahan akibat dampak erupsi Gunungapi Semeru.

Penambahan material lava di kanan dan kiri sungai menjadi salah satu penyebab berkurangnya daya resapan permukaan tanah untuk meresapkan air permukaan menjadi air tanah. Semakin luas area aliran lava, maka akan semakin berpengaruh terhadap penurunan potensi air tanah di lereng Gunungapi Semeru.

Gambar 6 menunjukkan peta resapan air sebelum dan sesudah erups Gunungapi Semeru. Dampak erupsi yang berupa banjir lahan mengubah penutupan lahan yang awalnya berupa vegetasi menjadi non vegetasi. Kondisi zona resapan air akan memberikan cadangan airtanah yang tinggi. Klasifikasi zona resapan dengan potensi cadangan airtanah antara lain *very poor*, *poor*, *moderate*, *good*, dan *very good*. Secara keseluruhan, daerah penelitian didominasi kelas *Poor* dan *Good*. Kelas *Poor* tersebar di berbagai lokasi yang memiliki kelereng curam, sedangkan kelas *Good* berada di daerah yang kelerengannya lebih landai. Perubahan signifikan berada di daerah Gondoruso dan Bades. Setelah terjadinya erupsi, kelas resapan airtanah mengalami perubahan dari *Very Good* menjadi *Good*. Hal ini terjadi akibat adanya perubahan tutupan lahan yang awalnya vegetasi menjadi non vegetasi.



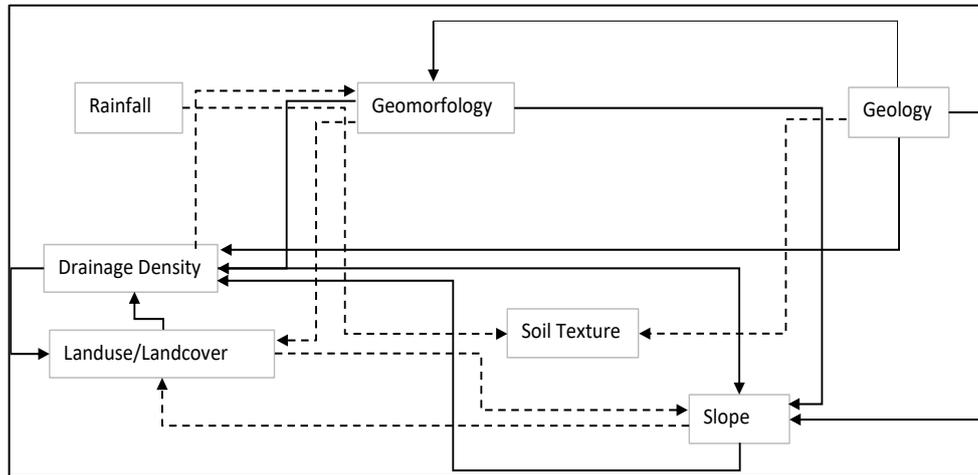
**Gambar 4.** Peta kemiringan lereng (a) dan Peta Kerapatan Drainase (b) di lereng Gunungapi Semeru

**Tabel 1.** Efek Mayor dan Efek Minor Faktor Pengaruh Potensi Air Tanah di Lereng Gunungapi Semeru

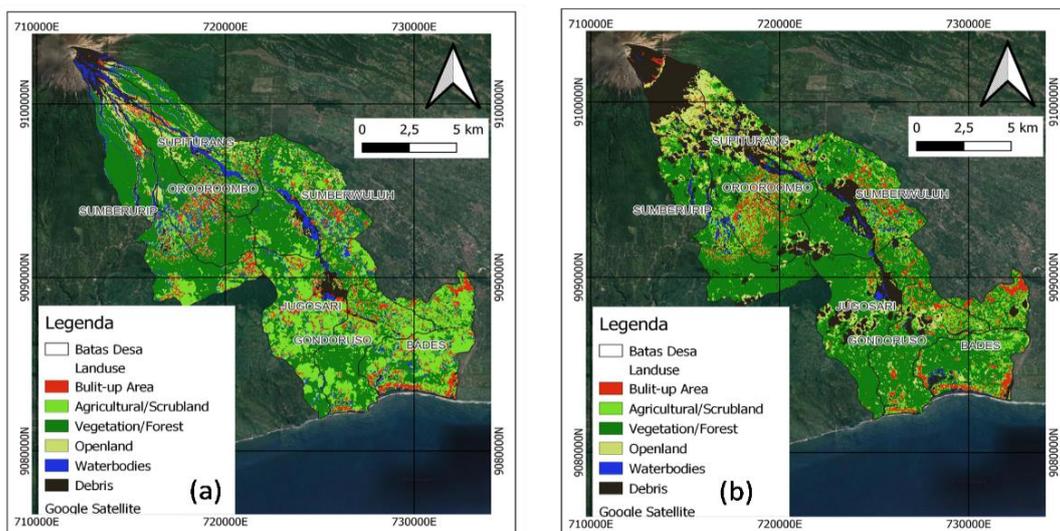
Faktor	Major Effects (A)	Minor Effects (B)	Bobot Relatif (A + B)	Bobot
Rainfall	1	1.5	2.5	18
Geomorphology	2	1.5	3.5	25
Geology	2	0.5	2.5	18
Slope	1	0.5	1.5	11
Soil Texture	0	0.5	0.5	4
Drainage Density	1	0.5	1.5	11
Landcover	1	1	2	14
<b>TOTAL</b>			<b>14</b>	<b>100</b>

Tabel 2. Skor Faktor Pengaruh Potensi Air Tanah di Lereng Gunungapi Semeru

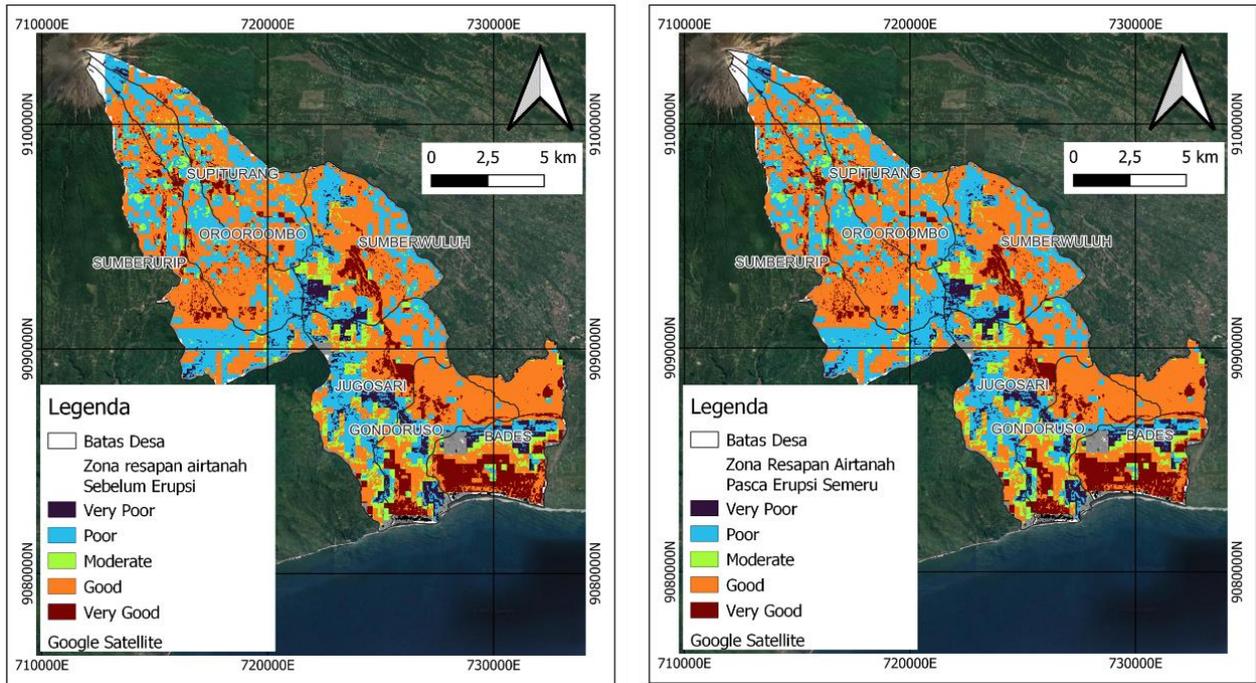
Factor	Class	Weighted Value	Factor	Class	Weighted Value
Curah Hujan (Rainfall) (mm/years)	1351 - 2000	6	Geologi (Geology/ Lithology)	Alluvium	9
	2001 - 2500	8		Marl and Limestone	5
	2501 ≤	9		Lava, Pyroclastic, tuff, Polymict	3
Kerapatan Sungai (Drainage Density) (km/km <sup>2</sup> )	0 - 500	1		Breccia, conglomerate	2
	500 - 1000	2	Lava	1	
	1000 - 4500	4			
Kemiringan Lereng (Slope) (derajat)	0 - 15	16	Geomorfologi (Geomorphology)	Peak/ridge/cliff	1
	15 - 30	12		Mountain/ divide/upper slope	2
	30 - 45	8		Lower slope	12
	45 ≤	4		Valley	14
Penutup Lahan (Landcover)	Plantation (Agriculture)	8	Tekstur Tanah (Soil Texture)	Clay Soils	1
	Vegetation/ Forest	6		Clay Loamy Soils	2
	Openland	7		Sandy Clay Loam	3
	waterbodies	8		Sandy Loam	4
	Agricultural	5			
	Scrubland	5			
	Builtup area	1			
	Debris	10			



Gambar 5. Model faktor pengaruh air tanah di lereng Gunungapi Semeru



Gambar 6. Peta penutup lahan Sebelum (a) dan Sesudah (b) Erupsi di lereng Gunungapi Semeru sebelum erupsi



Gambar 7. Peta Resapan Air Sebelum (a) dan Sesudah Erupsi

### 3. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini adalah metode Multi Influence Factor (MIF) dapat diimplementasikan sebagai salah satu metode analisis spasial untuk zonasi potensi air tanah dengan melibatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kondisi air tanah. Hasil metode MIF dipengaruhi oleh banyaknya faktor pengaruh dan hubungan antar pengaruh tersebut yang disajikan dalam sebuah model hubungan antar faktor pengaruh terhadap potensi air tanah. Potensi air tanah di lereng Gunungapi Semeru sebelum erupsi masih relatif baik, karena faktor yang berpengaruh masih memberikan pengaruh yang baik terhadap kelestarian air tanah di daerah tersebut. Potensi air tanah di lereng Gunungapi Semeru sesudah erupsi mengalami penurunan, karena beberapa faktor pengaruh terdampak oleh aktivitas erupsi sehingga faktor tersebut tidak dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap kondisi air tanah di lereng Gunungapi Semeru. Faktor penutup lahan merupakan faktor yang paling terdampak akibat erupsi Gunungapi Semeru sehingga berpengaruh cukup besar terhadap penurunan potensi air tanah di lereng Gunungapi Semeru.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Brawijaya (LPPM UB) atas dukungan dana yang diberikan dalam penelitian ini melalui skema penelitian Hibah Penelitian Strategis pada tahun 2022.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alnizar Zagarino, Dhea Cika Pratiwi, Rika Nurhayati, dan D. H. (2021). Peran Badan Penanggulangan Bencana Daerah Dalam Manajemen Bencana Erupsi Gunung Semeru Di Kabupaten Lumajang. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(5), 2013–2015.
- Dar, T., ai, N., & Bhat, A. (2020). Delineation of potential groundwater recharge zones using analytical hierarchy process (AHP). *Geology, Ecology, and Landscapes*, 00(00), 1–16. <https://doi.org/10.1080/24749508.2020.1726562>
- Magesh, N. S., Chandrasekar, N., & Soundranayagam, J. P. (2012). Delineation of groundwater potential zones in Theni district, Tamil Nadu, using remote sensing, GIS and MIF techniques. *Geoscience Frontiers*, 3(2), 189–196. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2011.10.007>
- Masitoh, F., Ar-Rouf, F. B., & Rusydi, A. N. (2022). Identification of Groundwater Potential Zone using Multi-Influence Factor Technique (Study Case: Brantas Groundwater Basin, East Java, Indonesia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1066(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1066/1/012004>
- Minnig, M., Moeck, C., Radny, D., & Schirmer, M. (2018). Impact of urbanization on groundwater recharge rates in Dübendorf, Switzerland. *Journal of Hydrology*, 563, 1135–1146. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.09.058>
- Morbideilli, R., Saltalippi, C., Flammini, A., & Govindaraju, R. S. (2018). Role of slope on infiltration: A review. *Journal of Hydrology*, 557, 878–886. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.01.019>
- Morgan, R. C. P. (1979). *Soil Erosion*. Longman.
- Páscoa, P., Gouveia, C. M., & Kurz-Besson, C. (2020). A simple method to identify potential groundwater-dependent vegetation using NDVI MODIS. *Forests*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/f11020147>

- Reddy Machireddy, S., Reddy, N. N., Naik, M. N., & Kumar, M. B. (2022). *Demarcation of Ground Water Potential Zones using Remote Sensing and GIS Applications* (Vol. 11, Issue 1).
- Saputra, D. D., Sari, R. R., Hairiah, K., Widiyanto, Suprayogo, D., & van Noordwijk, M. (2022). Recovery after volcanic ash deposition: vegetation effects on soil organic carbon, soil structure and infiltration rates. *Plant and Soil*, 474(1-2), 163-179. <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05322-7>
- Senanayake, I. P., Dissanayake, D. M. D. O. K., Mayadunna, B. B., & Weerasekera, W. L. (2016). An approach to delineate groundwater recharge potential sites in Ambalantota, Sri Lanka using GIS techniques. *Geoscience Frontiers*, 7(1), 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.03.002>
- Siddi Raju, R., Sudarsana Raju, G., & Rajasekhar, M. (2019). Identification of groundwater potential zones in Mandavi River basin, Andhra Pradesh, India using remote sensing, GIS and MIF techniques. *HydroResearch*, 2, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.hydes.2019.09.001>
- Thapa, R., Gupta, S., Guin, S., & Kaur, H. (2017). Assessment of groundwater potential zones using multi-influencing factor (MIF) and GIS: a case study from Birbhum district, West Bengal. *Applied Water Science*, 7(7), 4117-4131. <https://doi.org/10.1007/s13201-017-0571-z>
- Verma, R., Jayanti, T., Vinoda, S., & Gowda, A. N. S. (2015). Tree species as indicators of ground water recharge and discharge. *International Journal of Engineering and Technical Research*, 3(11), 127-135.
- Wibowo, A. (2021). *Decadal Modeling (2004-2021) Ecosystem Recovery Impacted by Mount Semeru Eruption Volcanic Activities using Vegetation Succession as a Proxy in the Lava Flow Stream*. <https://doi.org/10.20944/preprints202112.0224.v1>