



## Implementasi Teknologi Leaflet JS dalam Sistem Peta Radar Hujan untuk Meningkatkan Kesiapsiagaan Bencana Gunung Semeru

Geovandi Gamma Khusnaini <sup>a</sup>, Anik Vega Vitianingsih <sup>b\*</sup>, Slamet Kacung <sup>c</sup>, Erri Wahyu Puspitarini <sup>d</sup>, Seftin Fitri Ana Wati <sup>e</sup>

<sup>a,b,c</sup> Teknik Informatika, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, Indonesia

<sup>d</sup> Teknik Informatika, STMIK Yadika Bangil, Pasuruan, Indonesia

<sup>e</sup> Sistem Informasi, UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

email: <sup>a</sup> [geovandi99@gmail.com](mailto:geovandi99@gmail.com), <sup>b</sup> [vega@unitomo.ac.id](mailto:vega@unitomo.ac.id), <sup>c</sup> [slamet@unitomo.ac.id](mailto:slamet@unitomo.ac.id), <sup>d</sup> [www.eri@stmik-yadika.ac.id](mailto:www.eri@stmik-yadika.ac.id), <sup>e</sup> [seftin.fitri.si@upnjatim.ac.id](mailto:seftin.fitri.si@upnjatim.ac.id)

\*Corresponding Author

### INFORMASI ARTIKEL

**Sejarah artikel:**

Received 28 Februari 2024

Reviewed 20 Maret 2024

Revised 15 Mei 2024

Accepted 31 Mei 2024

### ABSTRACT

The eruption of Mount Semeru caused significant social impacts, including infrastructure damage and loss of life. Limited access to information complicates disaster mitigation efforts, especially since eruptions often occur at the end of the year during the rainy season, triggered by rising lava due to rainwater in the crater. Rain radar in the Mount Semeru area is very important to reduce damage and loss of life. This study aims to develop a Leaflet JS-based rain radar map website for the Mount Semeru area, providing rain radar information and the location of the BPBD office for disaster management based on digital maps. The technology used includes the extraction of C-Band Gematronik Radar data into CMAX product visualizations that are analyzed and plotted using wradlib-python software. The results showed that the application was able to monitor rainfall in real-time and display the geographic coordinates of the rainfall area. Reflectivity values ranged from 0 to 15 dBZ, indicating the intensity of rainfall in the area. Testing of the application showed effectiveness in real-time monitoring of rainfall and was well received by 90% of respondents, although there were recommendations for improving radar accuracy and further testing. This application is useful for BPBD in socializing and educating the community about disaster preparedness, especially during the rainy season.

**Keywords :** Rain Radar Map; Mount Semeru Eruption; Digital Map, Disaster Mitigation

### ABSTRAK

Erupsi Gunung Semeru menyebabkan dampak sosial signifikan, termasuk kerusakan infrastruktur dan korban jiwa. Akses informasi yang terbatas memperumit upaya mitigasi bencana, terutama karena erupsi sering terjadi setiap akhir tahun saat musim hujan, yang dipicu oleh lahar naik akibat air hujan di kawah. Radar hujan di wilayah Gunung Semeru sangat penting untuk mengurangi kerusakan dan korban jiwa. Penelitian ini bertujuan mengembangkan website peta radar hujan berbasis Leaflet JS untuk wilayah Gunung Semeru, menyediakan informasi radar hujan dan lokasi kantor BPBD untuk penanggulangan bencana berbasis peta digital. Teknologi yang digunakan mencakup ekstraksi data Radar Gematronik C-Band menjadi visualisasi produk CMAX yang dianalisis dan diplot menggunakan software wradlib-python. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi mampu memantau curah hujan secara real-time dan menampilkan koordinat geografis wilayah curah hujan. Nilai

---

reflektivitas berkisar antara 0 hingga 15 dBZ, menunjukkan intensitas curah hujan di wilayah tersebut. Pengujian aplikasi menunjukkan efektivitas dalam pemantauan real-time curah hujan dan diterima dengan baik oleh 90% responden, meskipun ada rekomendasi peningkatan akurasi radar dan pengujian lebih lanjut. Aplikasi ini bermanfaat bagi BPBD dalam sosialisasi dan masyarakat untuk kesiapsiagaan bencana, terutama saat musim hujan.

**Kata kunci** : Peta Radar Hujan; Erupsi Gunung Semeru; Peta Digital, Mitigasi Bencana

---

## 1. Pendahuluan

Gunung Semeru terletak pada dua wilayah yaitu kabupaten Lumajang dan kabupaten Malang. Gunung Semeru merupakan gunung dengan frekuensi letusan paling tinggi. Gunung Semeru pada 4 Desember 2021 mengalami erupsi. Erupsi ini disertai guguran lava dan awan panas yang merusak rumah-rumah warga dan lingkungan sekitarnya. Erupsi ini mengakibatkan 15 orang meninggal, 27 orang hilang, dan 1.707 warga mengungsi [1]. Tercatat sebanyak 2.970 rumah, fasilitas pendidikan, dan jembatan rusak. Pasca 3 hari erupsi, jumlah warga yang mengungsi mengalami peningkatan menjadi 3.697 jiwa, terutama di kabupaten Lumajang. Gunung Semeru adalah stratovolcano tipe A yang memiliki kubah lava serta kawah yang dikenal sebagai Jonggring Seloko, terletak pada ketinggian 3.744 meter di atas permukaan laut [2]. Dimana hal ini mengalami perubahan fase yang sangat cepat yaitu fase konstruktif dan fase destruktif. Fase konstruktif adalah fase pembentukan kubah lava disebabkan adanya ekstrusi magma, dan fase destruktif adalah fase penghancuran kubah lava karena adanya faktor internal (guguran, aliran lava dan ekstrusi magma) dan faktor eksternal (hujan) [3].

Pada kondisi saat ini, masyarakat menghadapi tantangan dalam mendapatkan informasi yang cepat mengenai curah hujan di wilayah Gunung Semeru. Hal ini menimbulkan kendala serius terkait mitigasi bencana erupsi, dimana masyarakat mengalami kesulitan dalam melaporkan peristiwa tersebut kepada Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dengan segera [4]. Keterlambatan dalam melaporkan peristiwa tersebut menghambat upaya penanganan yang tepat waktu dan akurat. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem peta radar hujan untuk penduduk dan intasi kebencanaan sekitar wilayah Gunung Semeru. Penting untuk mempelajari dan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan kesulitan tersebut dalam rangka meningkatkan efektivitas manajemen bencana dan penanganan darurat di wilayah yang terkena dampak bencana erupsi yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi. terlebih dalam Strategi pengelolaan risiko bencana di daerah rawan Gunung Semeru dibutuhkannya koordinasi agar terus optimal antara lembaga, dan keterbatasan dalam penyebaran informasi kepada masyarakat [5]. Sehingga dapat memberikan kontribusi berharga dalam pengembangan sistem peringatan dini dengan memanfaatkan data curah hujan. Sebuah sistem memiliki potensi besar untuk meningkatkan kesiapsiagaan dan mitigasi bencana [6][7].

Penelitian sebelumnya, metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode deskriptif analitis baik pada hasil tampilan citra satelit, citra radar maupun model European Center Medium Range Weather Forecast (ECMWF) [8]. Setelah data diolah, maka analisis data dilakukan dengan metode life history. Metode life history digunakan untuk menjelaskan waktu tahapan pertumbuhan awan konvektif. Perkembangan awan konvektif dapat dilihat secara rinci dengan memerhatikan waktu hidup per fase dan pergerakannya dari koordinat sel. Model ECMWF menjadi pedoman untuk menggambarkan kondisi dinamis atmosfer. Adapun Berdasarkan [3] hasil penelitian citra satelit Sentinel-1 dari bulan Maret 2021 hingga April 2022 Gunung Semeru mengalami perubahan fase yang sangat cepat yaitu fase konstruktif dan fase destruktif. Perubahan fase yang sangat cepat berdampak juga pada morfologi Gunung Semeru. Selanjutnya dilakukan delineasi pada perubahan morfologi sehingga didapat peta zona bahaya awan panas berdasarkan citra Sentinel-1. Sedangkan penelitian ini metode Z-based attenuation correction (ZATC). Perhitungan koreksi atenuasi dengan metode ZATC

---

---

menggunakan beberapa koefisien  $\alpha$  dan  $\beta$  adapun relasi Z-R ( $Z=200R^{1.6}$ ) digunakan untuk perhitungan estimasi curah hujan sebelum dan sesudah dilakukan koreksi atenuasi.

Penelitian pemantauan hujan dan peringatan potensi banjir berbasis radar hujan menggunakan aplikasi mobile android, ini membahas pengembangan aplikasi mobile berbasis Android yang dapat memantau kondisi hujan dan memberikan peringatan dini tentang potensi banjir. Aplikasi ini memanfaatkan data dari radar hujan untuk memberikan informasi yang akurat kepada pengguna [9]. Metode penelitian dengan pengumpulan data radar hujan digunakan untuk memantau intensitas hujan, pengembangan aplikasi menggunakan Android SDK dan mengintegrasikan data radar hujan dan fitur utama yang dapat memantau curah hujan secara real-time, memberikan peringatan dini mengenai potensi banjir, dan menyediakan informasi terkait cuaca. Hasil akhir berupa aplikasi berhasil mengintegrasikan data radar hujan dengan antarmuka pengguna yang ramah.

Adapun penelitian yang membahas secara analisa teknologi radar hujan berjudul Analisis Keberterimaan Teknologi Radar Hujan LAPAN, metodologi yang digunakan menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif meliputi survei, wawancara, dan studi literatur untuk memahami manfaat, hambatan, dan potensi aplikasi radar hujan LAPAN dalam mendukung manajemen bencana dan mitigasi dampak perubahan iklim [10]. Hasilnya menunjukkan bahwa teknologi ini memiliki potensi besar namun memerlukan peningkatan dalam sosialisasi dan integrasi data.

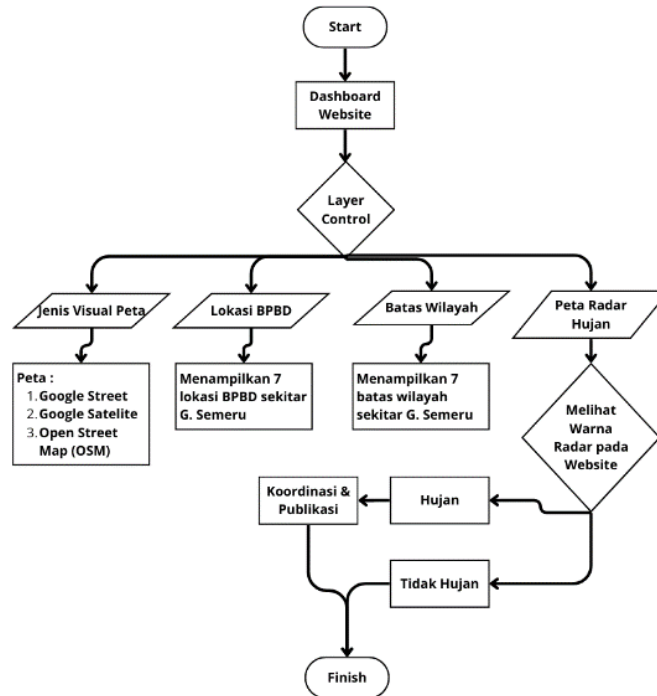
Tujuan dari penelitian ini adalah membuat aplikasi berbasis website peta radar hujan wilayah Gunung Semeru menggunakan *Leaflet JS*. *Leaflet* adalah pustaka *javascript* yang dirancang untuk membuat peta interaktif untuk situs web [11]. Penggunaan *Leaflet JS* dalam pengembangan aplikasi ini merupakan bagian integral dari Sistem Informasi Geografis (SIG), yang memanfaatkan teknologi untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menampilkan data geografis [12]. SIG memungkinkan integrasi berbagai jenis data dan visualisasi dalam bentuk peta interaktif, yang sangat penting untuk manajemen dan mitigasi bencana [13]. Untuk membuat peta interaktif menggunakan *Google Maps Application Programming Interface (API)*, tetapi *leaflet* memiliki banyak ekstensi yang mendukung pembuatan peta [14][15].

Aplikasi yang dibangun mampu menampilkan informasi peta radar hujan dan dapat menentukan titik turunnya hujan dengan titik koordinat geografis. Metode yang digunakan tertuju pada ekstraksi *rawdata* Radar Gematronik C-Band menjadi tampilan visual yang dapat diamati. Hasil ekstraksi dari *rawdata* radar berupa produk CMAX (*Coloumn Maximum*) dan dapat digunakan untuk menganalisa curah hujan di area yang terjangkau oleh radar. Adapun system pendukung lainnya, yaitu memberikan informasi batas wilayah Kabupaten dan Kota, dan letak kantor BPBD di wilayah sekitar Gunung Semeru menggunakan library *leaflet Js*. Manfaat hasil penelitian ini dapat membantu BPBD dalam melakukan sosialisasi dengan terkait dengan peta radar hujan yang terjadi secara real time. Manfaat lain adalah dapat membantu masyarakat untuk memantau langsung pergerakan curah hujan agar lebih bersiaga dan dapat menanggulangi bencana, apalagi saat musim hujan tiba.

## 2. Metode Penelitian

Sedangkan Tahapan dalam metode penelitian mengacu pada Gambar 1. Proses analisis spasial ini dimulai dengan tahap 'Mulai', diikuti oleh 'Dashboard Website' yang menampilkan peta wilayah Gunung Semeru dan berbagai API yang berasal dari BMKG Juanda Surabaya, Google Maps, dan Open Street Map (OSM). Data ini kemudian diproses untuk memfasilitasi fungsi sistem. Setelah data diolah, pengguna akan menemukan ikon 'Layer Control' disudut antarmuka, yang menawarkan empat opsi menu: Jenis Visual Peta, Lokasi BPBD, Batas Wilayah dan Peta Radar Hujan. Setiap menu ini dirancang untuk berfungsi sesuai dengan namanya, dengan 'Analisa Spasial' khususnya menggunakan metode *intersect* untuk memproses layer radar hujan, yang menghasilkan identifikasi wilayah yang terdampak hujan berdasarkan nama kabupaten atau kota yang ada disekitar Gunung Semeru. Proses ini berakhir dengan tahap 'Selesai', menandai penyelesaian analisis.

---



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data radar cuaca gematronik BMKG Stasiun Meteorologi Fatmawati Bengkulu dengan format .vol. Sebagai contoh, data radar format .vol yang digunakan adalah data tanggal 02 Agustus 2022 pukul 18.40 WIB dan 20 Juli 2023 pukul 13.30 WIB. Data radar cuaca ini dihasilkan setiap 10 menit sekali dengan menyapu seluruh wilayah 3600 secara horizontal dan 1800 secara vertikal. Radius sapuan radar tersebut mencakup 200 Km wilayah sapuan. Kemudian data dukung yang digunakan adalah data administrasi wilayah Bengkulu dari Badan Informasi Geospasial (BIG) berformat SHP. Seluruh data tersebut kemudian akan diolah dan dipetakan menggunakan bahasa pemrograman Python. Proses pengelompokkan curah hujan dari data intensitas gelombang (dBz) akan menggunakan metode K-Means Clustering. Data intensitas gelombang (dBz) terlebih dahulu diubah kedalam curah hujan (mm/jam) dengan menggunakan Persamaan (1) Palmer [4], dimana variabel  $Z$  merupakan Intensitas gelombang (dBz), dan variabel  $R$  merupakan Curah hujan (mm/jam).

$$Z = 250R^{1.2} \quad (1)$$

Selanjutnya data hujan dinormalisasi dalam rentang 0,06 mm/jam (hujan ringan) – 2,0833 mm/jam (hujan sedang-lebat) dengan tujuan untuk mempercepat proses iterasi. Data hujan kemudian dimasukkan ke dalam persamaan IBW menggunakan Persamaan (2) untuk menentukan indeks tingkat kemungkinan daerah yang akan terdampak banjir. Dimana, variabel  $CH$  merupakan curah hujan normalisasi 10 menit dengan nilai minimum 0,06 mm/jam dan maksimum 2,0833 mm/jam, dan variabel  $IRB$  merupakan indeks resiko banjir dengan nilai 50%.

$$IBW = (CH / 2,083 \text{ mm/jam}) \times 0,5 + (IRB \times 0,5) \quad (2)$$

Menurut [3], nilai rentang nilai tingkat kemungkinan antara 0-1, dibagi menjadi 4 kelas yakni; very low (0 – 0,25), low (0,26 – 0,50), medium (0,51 – 0,75) dan high (0,76 – 1,0). Pada penelitian ini, indeks tingkat kemungkinan akan dibagi menjadi dua kategori yaitu tingkat kemungkinan rendah dan tingkat kemungkinan sedang-tinggi. Data tingkat kemungkinan kemudian akan dimasukkan dalam persamaan (3), Euclidian untuk mencari nilai tetangga terdekat, dengan  $d$  adalah jarak antara titik pada data [16][17]. Jika nilai rata-rata jaraknya belum memenuhi dari nilai batas ambang rata-rata yang

ditetapkan maka proses iterasi terus berlanjut hingga nilai rata-rata jarak lebih kecil dari nilai batas ambang rata-rata jarak.

$$d(i, k) = \sqrt{\sum (C_{ij} - C_{kji} = 1)^2} \quad (3)$$

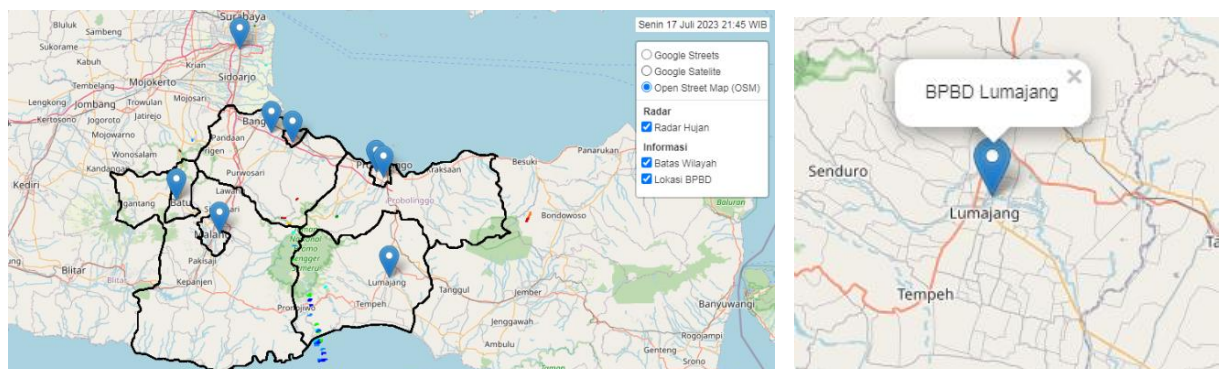
### 3. Hasil and Pembahasan

Website sistem Informasi Geografis (SIG) untuk dapat mengetahui informasi wilayah sekitar Gunung Semeru yang terdampak hujan ini, diperlukan pengujian apakah website berjalan sesuai dengan fungsionalnya. Pengujian melalui Black Box merupakan metode yang digunakan untuk menguji sistem informasi geografis yang berfokus untuk persyaratan fungsional perangkat lunak tersebut [18]. Pengujian kedua yaitu menggunakan White Box, yaitu pengujian cara kerja perangkat lunak itu sendiri yaitu prosedur programnya (basis path) atau proses looping (pengulangan) [19]. Tujuan pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa dekat hasil analisa [20].



Gambar 2. Tampilan corak radar hujan

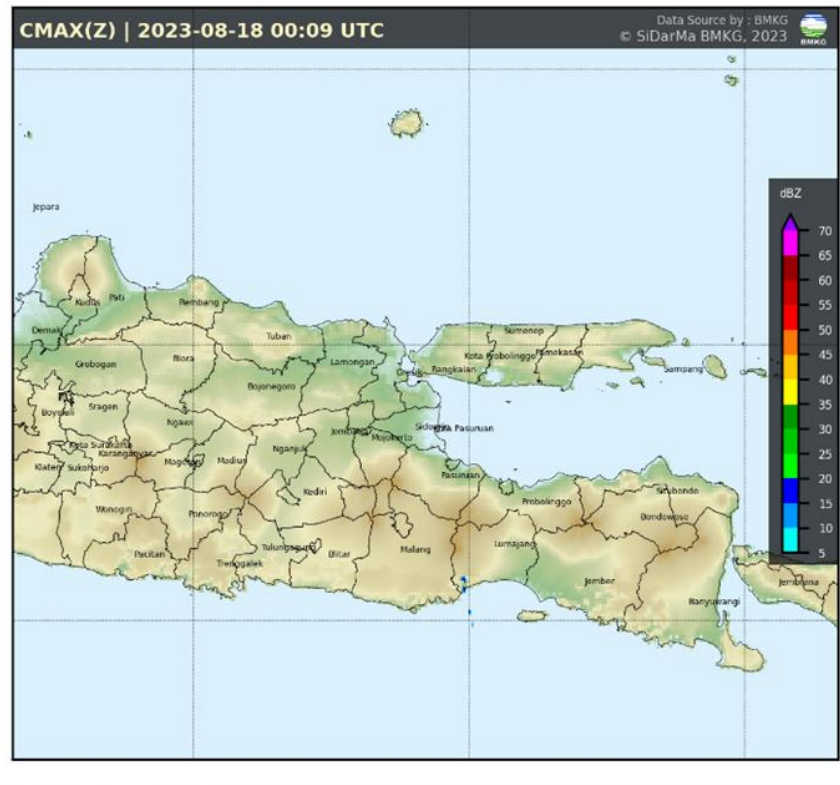
Pancaran radar hujan yang ditangkap oleh radar BMKG Juanda Surabaya pada Gambar 2, menghasilkan informasi cuaca secara real time dan akan otomatis update setiap 10 menit, dan menyesuaikan waktu setempat atau dapat dilihat pada legenda informasi waktu yang ada di website. Sedangkan terjemah dari warna corak tersebut merupakan pantulan kembali radar yang telah dipancarkan dan diterima kembali oleh satelit BMKG Juanda, dan akan menampilkan corak warna berdasarkan nilai dBz yang dihasilkan. Dengan pengartian, semakin gelap warna corak pada website maka nilai dBz radar semakin besar dan kemungkinan besarnya atau sedang berlangsungnya hujan yang turun dilokasi sesuai dengan radar tersebut, dan dapat disesuaikan dengan legenda yang ada di website.



Gambar 3. Gambar pembagian tiap wilayah (kiri), informasi kantor BPBD tiap wilayah (kanan) yang ada di sekitar Gunung Semeru

Dalam pengujian untuk evaluasi sistem digunakan White Box Testing. Pengujian pertama

menunjukkan wilayah Gunung Semeru mengalami cuaca cerah pada tanggal 17 Juli 2023 yang ditunjukkan dengan tidak adanya pola warna pada peta ditunjukkan Gambar 3. Namun pengujian tersebut terbatas karena musim kemarau dan tidak terdeteksi curah hujan di wilayah tersebut. Hal ini dibuktikan juga melalui Bagian ini, ini merupakan hasil ekstraksi dan plotting radar Gematronik menggunakan perangkat lunak wradlib-python.



Gambar 4. Produk CMAX 18 Agustus 2023 (Rainbow)

Sistem ini menggunakan data radar dari radar C-Band di Jawa Timur yang diekstraksi dan diplot menggunakan software wradlib-python pada Gambar 4. Data ini diambil pada tanggal 18 Agustus 2023 00:09 UTC dengan dengan jangkauan 200 km dari pusat radar. Sehingga dapat disimpulkan nilai reflektifitas berkisar antara 0 hingga 15 dBZ yang menunjukkan intensitas curah hujan di wilayah tersebut.

Setelah informasi cuaca yang telah didapatkan, apabila ada kemungkinan terjadinya bencana akibat curah hujan yang turun, maka informasi bantuan bisa segera di informasikan kepada kantor BPBD sesuai wilayah yang terdampak atau terdekat, dapat dilihat pada Gambar 3.

Serta dalam pengujian tingkat keefektivitasannya dilakukan uji penerimaan pengguna dinilai dengan 5 kategori, yaitu sangat setuju, setuju, cukup, tidak setuju, sangat tidak setuju. Hal ini dilakukan terhadap 10 responden yang terdiri dari 5 orang dari PUSDALOPS dan 5 orang dari masyarakat umum. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas aplikasi dan mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan.

Hasilnya menunjukkan bahwa aplikasi ini secara umum diterima dengan baik, dan sebagian besar responden setuju bahwa aplikasi ini berguna untuk memantau curah hujan. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, aplikasi terbukti efektif dalam mengidentifikasi wilayah curah hujan secara real-time.

#### 4. Kesimpulan

Aplikasi Sistem Web-GIS ini mampu menampilkan informasi peta radar hujan wilayah gunung

semeru mampu mengidentifikasi radar turunnya hujan secara real time sesuai dengan dilapangan. Dalam menentukan curah hujan setiap area dilakukan analisa terhadap produk CMAX yang dihasilkan oleh wradlib. Nilai reflectivity pada produk CMAX dapat digunakan untuk menentukan curah hujan di area tersebut. Data yang digunakan adalah data radar cuaca C-Band yang berada di Jawa Timur. Data ini diambil pada tanggal 18 Agustus 2023 00:09 UTC dengan dengan jangkauan 200 km dari pusat radar. Serta dapat disimpulkan bahwa nilai reflectivity di wilayah Jawa Timur berkisar 0 – 15 dBZ, yang artinya intensitas hujan di wilayah tersebut bervariasi dari hampir tidak ada hingga hujan ringan. Namun pengujian tersebut terbatas karena musim kemarau dan tidak terdeteksi curah hujan di wilayah tersebut. Penelitian lebih lanjut untuk pengembangan perangkat lunak yaitu dengan penambahan fitur untuk mengetahui keakuratan sistem hasil perhitungan radar. Perlu adanya uji coba penelitian dengan menggunakan metode lainnya yang dianggap mendukung dalam penambahan parameter uji.

## 6. Referensi

- [1] E. C. Gatut Rubiono, Neni Nur Indah Sari, "Peran Serta Perguruan Tinggi dalam Kepedulian Bencana Erupsi Gunung Semeru Tahun 2021," *JATI EMAS (Jurnal Apl. Tek. dan Pengabd. Masyarakat)*, 2021, [Online]. Available: doi:10.36339/je.v6i1.562
- [2] M. F. F Usman, M Rozikin, *Platform Digital sebagai Perangkat Mitigasi Bencana Erupsi Gunung Bromo dan Media Promosi Wisata*. 2023.
- [3] "Pemetaan Aliran Awan Panas Gunung Api Semeru Periode Maret 2021 - Juni 2022 Menggunakan Citra Sentinel-1 Dyah Retno Budiarti, Dr.rer.nat. Herlan Darmawan, M.Sc. ; Dr. Theodosius Marwan Irnaka, M.Sc.," pp. 2021–2022, 2022.
- [4] S. F. A. W. Moch Ghibran Jhi S, Anik Vega Vitianingtias, M. Syaiful Riza, "WEB-GIS untuk Mengetahui Penentuan Relokasi Daerah Terdampak Erupsi Gunung Semeru," *Informatics, Electr. Electron. Eng.*, vol. 4 No 1, 2024.
- [5] Z. A. A. M. R. Taufikur Rahman, "Kesiapsiagaan Masyarakat Desa Siaga Bencana dalam Menghadapi Bencana Erupsi Gunung Semeru di Kecamatan Penanggal Kota Lumajang," *Al-Khidmah J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4 No 2, 2024.
- [6] W. A. S. Naviatul Ilma Ilma, Agung Dewa Cendana Feoh, "Aplikasi Keselamatan Berbasis Smartphone dengan Integrasi Sinyal Sos Sebagai Solusi Pembentukan Masyarakat Tanggap Bencana," *CITRAWIRA J. Advert. Vis. Commun.*, vol. 2 No 1, 2021.
- [7] S. K. S. Joshua Banjarnahor, Hayatul Khairul Rahmat, "Implementasi Sinergitas Lembaga Pemerintah Untuk Mendukung Budaya Sadar Bencana Di Kota Balikpapan," *Nusant. J. Ilmu Pengetah. Sos.*, vol. 7 No 2, 2020.
- [8] A. Hamid *et al.*, "Kajian Pertumbuhan Awan Hujan Pada Saat Banjir Bandang Berbasis Citra Satelit dan Citra Radar ( Studi Kasus : Padang , 2 November 2018 )," vol. 6, no. 2, pp. 1–6, 2019.
- [9] A. A. Gian Nugraha, Umar Ali Ahmad, "Aplikasi Mobile Android Pemantauan Hujan dan Peringatan Potensi Banjir Berbasis Radar Hujan," in *e-Proceeding of Engineering*, 2023, vol. 10 No 1.
- [10] R. L. Dwi Prasetio, Andri Noor Rachman, Rachmad Budi Kusuma, "Analisis Keberterimaan Teknologi Radar Hujan LAPAN," *J. Kaji. Kebijak. Penerbangan dan Antariksa*, vol. 2 No 1, 2021.
- [11] P. V. Lobaton, Paul Genre O.; Magtiay, Jean Eileen C.; Mendez, Ven Gabriel E.; Moster, Guillan Jude G.; Casabuena, Michael M.; Gaspar, Maricel M.; Mojares, "LEAFLET: A Web-Based Leaf Classification System Using Convolutional Neural Networks.," *J. Electr. Syst.*, vol. 20, 2024.
- [12] H. S. Murjanatu Garba Ayawa, Mohammed Baba Jibril, Elizabeth Iwalaiye, Shuaibu Dabo, "Geographic Information System (GIS) For Disaster Management," *Int. J. Built Environ. Earth Sci.*, vol. 3, 2024.
- [13] S. H. Juan Andrian, Arif Ismail, Iwan Setiawan, "An Interactive Web-Gis Development for Risk Tsunami Hazard Potential Information In Pangandaran Village West Java," in *SHEs: Conference Series*, 2020, vol. 3 No 1.
- [14] A. R. S. Oki Arifin, "Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Lahan Kakao Menggunakan Leaflet JS Dan Geojson," *J. TEKNOINFO*, vol. 17 No 1, 2023.
- [15] Listyo Yudha Irawan; Widodo Eko Prasetyo; Melinda Meganagatha; Rosbella Devy; Damar Panoto; Irfan Helmi Pradana; Dicky Arinta, "Developing a real-time detection and visualization

- 
- of landslide hazards using web-GIS: A case study in Pacet, Mojokerto, East Java, Indonesia," in *AIP Conference Proceedings*, 2024.
- [16] S. A. Cian Ramadhona Hassolthine, Riad Sahara, Fesa Asy Syifa Nurul Haq, "Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbour (K-NN) Sebagai Klasifikasi Tweets Pada Twitter," *JOISIE J. Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 7 No 2, 2023.
- [17] J. E. K. Kenneth E. Kendall, *Systems Analysis and Design*, 8th ed. 2011.
- [18] I. Y. Disti Ayu Sadewa, Erwin Hermawan, "Identifikasi Pola Perubahan Urban Sprawl Menggunakan Cloud Computing Google Earth Engine Berbasis Web Gis (Studi Kasus : Kecamatan Jonggol, Jawa Barat)," *J. Infotech*, vol. 7 No 2, 2021.
- [19] S. B. Judith Bryan L Sie1, Izmy Alwiah Musdar, "Pengujian White Box Testing Terhadap Website Room Menggunakan Teknik Basis Path," *J. Ilmu Komput. Kharisma Tech*, vol. 17 No 2, 2022.
- [20] Muammar Farhan Londjo, "Implementasi White Box Testing Dengan Teknik Basis Path Pada Pengujian Form Login," *J. Siliwangi Seri Sains dan Teknol.*, vol. 7 No 2, 2021.
-