



Sistem Informasi Geografis Berbasis Web untuk Visualisasi dan Analisis Persebaran Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado

Joiritske Budiman¹, Christiany Lomboan², Adinda Makaghana³, Marike Kondojo⁴, Billy Waworuntu⁵, Yoice Putung⁶

^{1,2,3,4,5}Teknik Informatika, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado

⁶Teknik Listrik, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Manado, Manado E-mail:
joiritskebudiman@gmail.com

Abstrak

Persebaran asal mahasiswa merupakan informasi strategis bagi perguruan tinggi dalam menyusun kebijakan promosi dan penerimaan mahasiswa baru, namun pada banyak institusi data tersebut masih disajikan dalam bentuk tabel sehingga sulit dibaca secara keruangan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem informasi geografis (SIG) berbasis web untuk memvisualisasikan dan menganalisis persebaran mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado. Sistem dibangun menggunakan arsitektur Single Page Application berbasis React.js dengan pustaka pemetaan Leaflet, memanfaatkan data batas administrasi GADM versi 4.1 untuk menghasilkan peta choropleth pada tingkat kabupaten/kota, dan di-deploy melalui platform Vercel. Pengembangan dilakukan dengan metode Prototype. Data yang diolah berjumlah 742 record mahasiswa angkatan 2021 hingga 2025 yang berasal dari 15 kabupaten/kota di Sulawesi Utara. Sistem menyediakan tiga modul utama, yaitu dashboard ringkasan, pemetaan choropleth interaktif dengan filter dinamis, serta analisis wilayah yang dilengkapi rekomendasi prioritas promosi. Hasil pengujian menunjukkan seluruh 742 data berhasil dipetakan ke 15 wilayah dengan tingkat keberhasilan 100%, seluruh 52 skenario pengujian black-box berjalan tanpa kegagalan, dan halaman termuat dalam waktu kurang dari dua detik. Sistem terbukti membantu pihak jurusan dalam membaca pola sebaran mahasiswa dan menentukan strategi promosi yang lebih tepat sasaran.

Kata Kunci: Sistem Informasi Geografis; Web GIS; Persebaran Mahasiswa; Peta Choropleth; Politeknik Negeri Manado

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mengubah cara institusi mengelola dan menyajikan data, termasuk di sektor pendidikan tinggi. Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web menjadi salah satu teknologi yang banyak dikaji karena mampu menyajikan dan menganalisis data spasial secara interaktif melalui peramban tanpa memerlukan perangkat lunak khusus (Vinueza-Martinez et al., 2024). Pemanfaatan SIG berbasis web terus berkembang seiring kemajuan arsitektur aplikasi dan visualisasi data geografis (Li et al., 2024), dan pada konteks pendidikan, teknologi geospasial terbukti mendukung peningkatan mutu pembelajaran serta pencapaian tujuan pendidikan berkualitas (Saini et al., 2023). Di lingkungan perguruan tinggi, data asal mahasiswa merupakan aset informasi strategis. Informasi mengenai daerah asal mahasiswa dapat menjadi dasar dalam menentukan strategi promosi, menjalin kerja sama

dengan sekolah menengah, serta merencanakan kebijakan penerimaan mahasiswa baru. Namun, pada banyak institusi data tersebut masih disajikan dalam bentuk tabel atau laporan konvensional yang sulit dibaca secara keruangan, sehingga pola sebaran mahasiswa antarwilayah tidak mudah dikenali secara cepat dan menyeluruh.

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado (Polimdo) sebagai institusi pendidikan vokasi di Sulawesi Utara memiliki mahasiswa yang berasal dari beragam kabupaten/kota. Secara administratif, Provinsi Sulawesi Utara terbagi atas 15 kabupaten/kota (Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara, 2024), dan keberagaman wilayah asal tersebut menghasilkan data yang berpotensi dianalisis untuk mengetahui pola sebaran mahasiswa. Keterbatasan dalam menyajikan data secara spasial menyebabkan pihak jurusan kesulitan memperoleh gambaran wilayah yang dapat dijadikan dasar penyusunan strategi promosi maupun evaluasi jangkauan penerimaan. Penerapan SIG berbasis web dapat menjawab permasalahan tersebut. Peta choropleth mampu merepresentasikan intensitas suatu fenomena antarwilayah melalui gradasi warna sehingga memudahkan pembacaan pola (Lei et al., 2024; Bradley et al., 2024). Dari sisi rekayasa, arsitektur Single Page Application (SPA) berbasis React.js memungkinkan antarmuka yang responsif dan interaktif (Jonathan & Supriyadi, 2023), sementara pustaka pemetaan sumber terbuka seperti Leaflet menyediakan kemampuan visualisasi data spasial yang ringan dan efisien di sisi peramban (Balla & Gede, 2025).

Beberapa penelitian terdahulu telah memanfaatkan teknologi web dan SIG, namun arah kajiannya dapat dikelompokkan menjadi dua dan masing-masing menyisakan keterbatasan. Kelompok pertama menempatkan Web GIS sebagai alat pedagogis, di mana peta interaktif berbasis web terbukti meningkatkan kemampuan berpikir spasial dan literasi geospasial peserta didik (Cao et al., 2024; Lee, 2023), termasuk pemanfaatan dasbor geospasial untuk pembelajaran (De Miguel González et al., 2025). Penelitian pada kelompok ini telah memanfaatkan teknologi spasial secara optimal, tetapi orientasinya tertuju pada proses pembelajaran dan belum menyentuh kebutuhan pengambilan keputusan di tingkat institusi. Kelompok kedua berfokus pada pengembangan platform web di tingkat daerah untuk tujuan promosi dan ekonomi, seperti sistem informasi geografis pariwisata (Sumantri et al., 2022) serta model e-commerce untuk pemberdayaan UMKM di Sulawesi Utara (Kondojo et al., 2023). Penelitian-penelitian ini berhasil membangun layanan digital pada konteks wilayah yang sama, namun tidak memuat komponen analisis sebaran berbasis data institusional. Berdasarkan pemetaan tersebut, terdapat satu celah yang belum terjawab, yaitu belum tersedianya SIG berbasis web yang secara khusus mengolah data asal mahasiswa menjadi informasi spasial yang siap digunakan institusi pendidikan tinggi untuk merumuskan strategi promosi. Penelitian terdahulu cenderung berhenti pada fungsi pembelajaran maupun visualisasi semata, dan belum menjembatani data sebaran mahasiswa dengan rekomendasi tindakan yang konkret serta terukur pada tingkat wilayah administratif. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengarahannya Web GIS dari ranah pedagogis ke ranah pengambilan keputusan institusional, melalui sistem yang tidak hanya menyajikan peta choropleth pada tingkat kabupaten/kota dengan data batas administrasi GADM versi 4.1, tetapi juga dilengkapi mekanisme klasifikasi otomatis dan daftar rekomendasi prioritas promosi, serta diintegrasikan dalam satu arsitektur SPA yang dapat diakses publik.

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan website Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menampilkan data

- sebaran mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Polimdo.
2. Menyajikan informasi persebaran mahasiswa dalam bentuk visualisasi peta digital yang interaktif dan mudah dipahami.
 3. Membantu pihak jurusan dalam melakukan analisis data mahasiswa berdasarkan wilayah asal sebagai dasar penyusunan strategi promosi dan penerimaan mahasiswa baru.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Prototype dalam pengembangan sistem. Metode ini dipilih karena memungkinkan pengembang dan pengguna berinteraksi secara langsung selama proses pengembangan sehingga kebutuhan dapat diidentifikasi dan disesuaikan secara bertahap melalui pembuatan versi awal sistem sebelum sistem akhir dikembangkan secara penuh (Bjarnason et al., 2023). Tahapan yang dilakukan meliputi pengumpulan kebutuhan, perancangan prototype, evaluasi prototype, pengkodean sistem, pengujian sistem, serta implementasi dan evaluasi akhir.

Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan melalui teknik dokumentasi terhadap arsip administrasi akademik Jurusan Teknik Elektro Polimdo. Pengambilan data dilakukan pada semester ganjil Tahun Akademik 2025/2026 dan mencakup seluruh mahasiswa angkatan 2021 hingga 2025 yang berasal dari Provinsi Sulawesi Utara. Data diekspor dari sistem administrasi dalam bentuk tabular, lalu diperiksa kembali secara manual untuk memastikan kelengkapan setiap atribut sebelum dianalisis. Dataset akhir terdiri atas 742 record dengan 12 atribut.

Berdasarkan tahun masuk, jumlah mahasiswa pada setiap angkatan tidak merata. Penerimaan meningkat dari 61 mahasiswa (8,22%) pada angkatan 2021 menjadi 80 mahasiswa (10,78%) pada 2022, kemudian melonjak ke jumlah tertinggi sebanyak 219 mahasiswa (29,51%) pada 2023. Memasuki 2024 jumlahnya menurun menjadi 188 mahasiswa (25,34%) dan kembali naik tipis menjadi 194 mahasiswa (26,15%) pada 2025. Dengan komposisi tersebut, lebih dari 80% data berasal dari tiga angkatan terakhir, yaitu 2023 hingga 2025.

Selain atribut mahasiswa, penelitian ini menggunakan data spasial berupa batas administrasi wilayah sebagai dasar pemetaan. Geometri poligon untuk 15 kabupaten/kota di Sulawesi Utara diperoleh dari basis data GADM versi 4.1 dalam format GeoJSON, yang kemudian ditautkan dengan hasil agregasi jumlah mahasiswa per wilayah melalui kolom kabupaten/kota asal. Pemetaan dilakukan menggunakan poligon batas administrasi, bukan titik koordinat individual setiap mahasiswa, karena unit analisis penelitian ini berada pada level wilayah administratif.

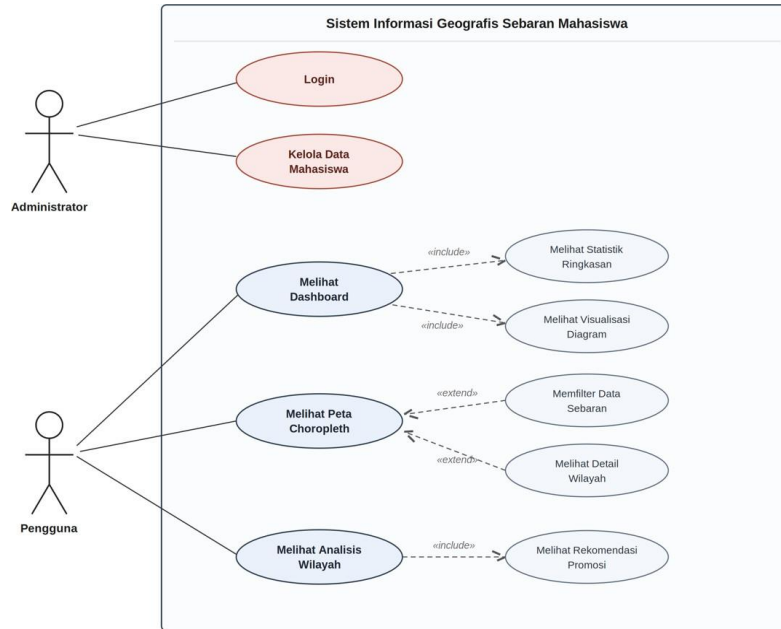
Tahap akhir pengumpulan data adalah normalisasi pada atribut asal sekolah dan alamat. Ragam penulisan nama sekolah disatukan menjadi satu entitas yang konsisten, misalnya “SMKN 1 Manado” dan “SMK Negeri 1 Manado” diperlakukan sebagai satu sekolah yang sama, sedangkan informasi kecamatan diekstraksi dari teks alamat yang tidak terstruktur menggunakan pencocokan pola. Proses ini menghasilkan 131 nama sekolah unik dan 113 kecamatan unik yang tersebar di seluruh Sulawesi Utara.

Perancangan dan Pengujian Sistem

Sistem dirancang untuk dua jenis pengguna, yaitu administrator yang bertugas mengelola data mahasiswa (menambah, mengubah, dan menghapus data) serta pengguna umum yang dapat melihat dashboard, peta sebaran, dan hasil analisis wilayah. Interaksi kedua aktor dengan fungsi-fungsi sistem digambarkan melalui use case diagram pada Gambar 1.

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode black-box testing untuk memverifikasi

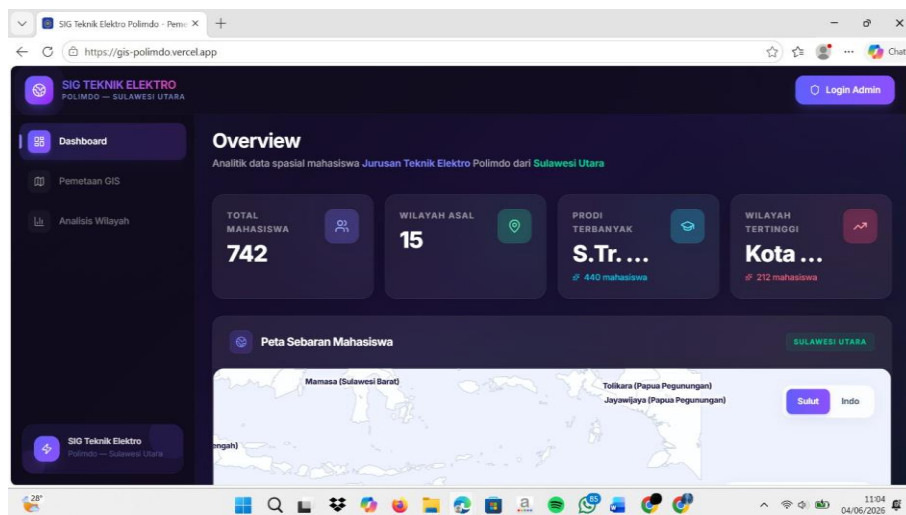
setiap fitur tanpa memperhatikan struktur internal kode (Khan & Khan, 2012), dilengkapi pengujian usability untuk menilai kemudahan penggunaan antarmuka oleh pengguna akhir (Kurniawan et al., 2023). Halaman dashboard merupakan halaman utama yang menampilkan ringkasan data mahasiswa, meliputi total 742 mahasiswa, 15 wilayah asal, program studi dengan jumlah mahasiswa terbanyak, serta wilayah dengan kontribusi tertinggi.



Gambar 1. Use Case Diagram Sistem Informasi Geografis Sebaran Mahasiswa

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

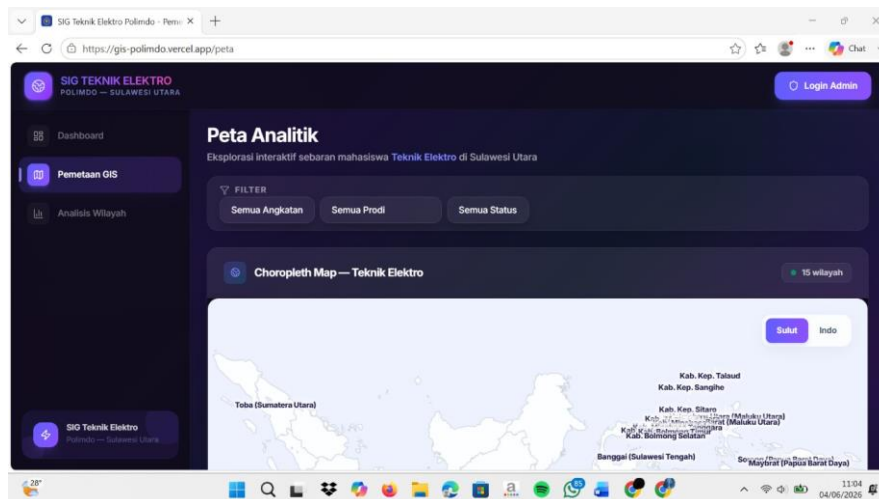
Penyajian dalam bentuk kartu statistik memudahkan pengguna memperoleh gambaran umum tanpa harus melakukan pencarian secara manual, dan dilengkapi peta sebaran untuk analisis awal secara visual (Gambar 2).



Gambar 2. Halaman Dashboard Sistem Informasi Geografis Sebaran Mahasiswa

Halaman Pemetaan GIS menampilkan persebaran mahasiswa secara lebih rinci melalui peta

choropleth. Tersedia fitur filter berdasarkan angkatan, program studi, dan status mahasiswa yang memberikan fleksibilitas analisis sesuai kebutuhan. Intensitas warna pada peta merepresentasikan jumlah mahasiswa pada setiap wilayah sehingga memudahkan pengguna mengidentifikasi wilayah potensial yang dapat menjadi target promosi maupun pengembangan strategi penerimaan mahasiswa baru (Gambar 3). Keberhasilan sistem diukur dari tiga sisi, yaitu kelengkapan data, fungsionalitas, dan performa. Dari sisi data, seluruh 742 record yang diolah memiliki atribut lengkap dan berhasil dipetakan ke 15 poligon kabupaten/kota pada data batas administrasi GADM versi 4.1, sehingga tingkat keberhasilan pemetaan wilayah mencapai 100%. Proses ekstraksi kecamatan dari alamat yang semula tidak terstruktur juga berhasil dikenali



pada seluruh record dan menghasilkan 113 kecamatan unik, yang menandakan tahap normalisasi serta penautan data telah berjalan dengan baik.

Gambar 3. Halaman Pemetaan GIS

Dari sisi fungsionalitas, seluruh 52 skenario pengujian black-box dapat dijalankan tanpa satu pun kegagalan, sehingga setiap fitur mulai dari dashboard, peta choropleth, filter dinamis, hingga modul rekomendasi promosi terbukti bekerja sesuai rancangan. Dari sisi performa, sistem yang di-deploy pada platform Vercel mampu memuat halaman dan menampilkan peta dalam waktu kurang dari dua detik, dengan pembaruan tampilan yang berlangsung seketika setiap kali filter diterapkan. Hasil pengujian usability terhadap pengguna akhir memperkuat temuan tersebut, karena antarmuka sistem dinilai mudah dipahami dan dioperasikan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem informasi geografis berbasis web untuk visualisasi dan analisis persebaran mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado berhasil dikembangkan menggunakan arsitektur Single Page Application berbasis React.js, pustaka pemetaan Leaflet, dan data batas administrasi GADM versi 4.1 yang di-deploy melalui platform Vercel. Sistem mampu menyajikan persebaran 742 mahasiswa dari 15 kabupaten/kota secara interaktif melalui modul dashboard, pemetaan choropleth, dan analisis wilayah yang dilengkapi rekomendasi prioritas promosi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua mahasiswa Politeknik Negeri Manado yang

turut berkontribusi dalam pengumpulan data untuk penulisan artikel ini termasuk Politeknik Negeri Manado yang memberikan pendanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara. (2024). *Sulawesi Utara dalam angka 2024*. BPS Provinsi Sulawesi Utara. <https://sulut.bps.go.id>
- Balla, D., & Gede, M. (2025). Vector data rendering performance analysis of open-source web mapping libraries. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *14*(9), Article 336. <https://doi.org/10.3390/ijgi14090336>
- Bjarnason, E., Lang, F., & Mjöberg, A. (2023). An empirically based model of software prototyping: A mapping study and a multi-case study. *Empirical Software Engineering*, *28*(5), Article 115. <https://doi.org/10.1007/s10664-023-10331-w>
- Bradley, D., Zhang, B., Jay, C., & Stewart, A. J. (2024). Choropleth maps can convey absolute magnitude through the range of the accompanying colour legend. *Behaviour & Information Technology*, *43*(12), 2821–2837. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2260889>
- Cao, K., Qi, Y., Neo, H. Y. R., & Guo, H. (2024). Web GIS as a pedagogical tool in tourist geography course: The effect on spatial thinking ability and self-efficacy. *Journal of Geography in Higher Education*, *48*(2), 193–210. <https://doi.org/10.1080/03098265.2023.2198200>
- De Miguel González, R., Mar-Beguiría, J., Sebastián López, M., & Kratochvíl, O. (2025). GIS-based dashboards as advanced geospatial applications for climate change education and teaching the future. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *14*(2), Article 89. <https://doi.org/10.3390/ijgi14020089>
- Jonathan, R., & Supriyadi, S. (2023). Development of front-end web applications utilizing single page application framework and React.js library. *International Journal of Software Engineering and Computer Science*, *3*(3), 529–536. <https://doi.org/10.35870/ijsecs.v3i3.1943>
- Khan, M. E., & Khan, F. (2012). A comparative study of white box, black box and grey box testing techniques. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *3*(6), 12–18. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2012.030603>
- Kondo, M., Langi, H., Putung, Y., & Kumaat, A. (2023). Model e-commerce untuk meningkatkan daya saing UMKM dalam ekosistem kewirausahaan digital di Sulawesi Utara. *Technomedia Journal*, *8*(2), 221–234. <https://doi.org/10.33050/tmj.v8i2.2089>
- Kurniawan, D., Rosa Indah, D., Sari, P., & Alif, R. (2023). Understanding the landscape of usability evaluation in geographic information systems: A systematic literature review. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, *5*(1), 35–45. <https://doi.org/10.35877/454RI.asci1815>
- Lee, J. (2023). Beyond geospatial inquiry—How can we integrate the latest technological advances into geography education? *Education Sciences*, *13*(11), Article 1128. <https://doi.org/10.3390/educsci13111128>
- Lei, F., Fan, A., MacEachren, A. M., & Maciejewski, R. (2024). GeoLinter: A linting framework for choropleth maps. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, *30*(2),

1592–1607. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3322372>

- Li, X., Yue, J., Wang, S., Luo, Y., Su, C., Zhou, J., Xu, D., & Lu, H. (2024). Development of geographic information system architecture: Feature analysis and evolution trend research. *Sustainability*, *16*(1), Article 137. <https://doi.org/10.3390/su16010137>
- Saini, M., Sengupta, E., Singh, M., Singh, H., & Singh, J. (2023). Sustainable development goal for quality education (SDG 4): A study on SDG 4 to extract the pattern of association among the indicators of SDG 4 employing a genetic algorithm. *Education and Information Technologies*, *28*(2), 2031–2069. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11265-4>
- Sumantri, R. B. B., Setiawan, R. A., & Sandi A., A. S. (2022). Sistem informasi geografis untuk pemetaan pariwisata Kabupaten Karanganyar berbasis web. *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, *6*(1), 1–9. <https://doi.org/10.46880/jmika.vol6no1.pp1-9>
- Vinueza-Martinez, J., Correa-Peralta, M., Ramirez-Anormaliza, R., Franco Arias, O., & Vera Paredes, D. (2024). Geographic information systems (GISs) based on WebGIS architecture: Bibliometric analysis of the current status and research trends. *Sustainability*, *16*(15), Article 6439. <https://doi.org/10.3390/su16156439>
