

Visualisasi Interaktif Disparitas Stunting Berbasis WebGIS sebagai Spatial Decision Support System di Provinsi Jawa Timur

M Syauqi Haris*, Wahyu Teja Kusuma, Ahsanun Naseh Khudori

Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi, Sains, dan Kesehatan RS DR Soepraoen Kesdam V/Brw, Malang, Indonesia

Email: ^{1,*}haris@itsk-soepraoen.ac.id, ²wtkusuma@itsk-soepraoen.ac.id, ³ahsanunnaseh@itsk-soepraoen.ac.id

Email Penulis Korespondensi: haris@itsk-soepraoen.ac.id

Submitted 07-08-2026; Accepted 30-08-2026; Published 31-08-2026

Abstrak

Stunting merupakan permasalahan kesehatan masyarakat yang mendapatkan perhatian serius di Indonesia karena berdampak langsung terhadap kualitas sumber daya manusia jangka panjang. Di Provinsi Jawa Timur, keterbatasan penyajian data spasial yang masih bersifat statis pada penelitian terdahulu menjadi hambatan utama dalam memanfaatkan informasi geografis untuk proses pengambilan keputusan berbasis wilayah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem WebGIS interaktif sebagai *Spatial Decision Support System* (SDSS) guna meningkatkan visualisasi, aksesibilitas, dan interpretasi informasi spasial disparitas stunting secara komprehensif. Metode pengembangan sistem menerapkan pendekatan SDLC *Waterfall* berbasis *framework* Laravel, Leaflet.js, basis data MySQL, dan format data spasial GeoJSON yang diintegrasikan secara langsung dengan hasil analisis *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) dari 38 kabupaten/kota. Hasil pengujian fungsionalitas sistem melalui metode *blackbox testing* menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh kriteria pengujian, mencakup rendering peta *choropleth* interaktif, *filtering* kluster spasial, pencarian lokasi, penyajian popup informasi detail, serta dashboard peringkat wilayah. Platform WebGIS ini berhasil mentransformasikan data spasial kompleks menjadi visualisasi dinamis yang mempermudah pemangku kebijakan dalam mengidentifikasi wilayah prioritas penanganan, khususnya pada kawasan kerentanan tinggi di Madura dan Tapal Kuda. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan terbukti efektif dan teruji layak dimanfaatkan sebagai alat bantu pendukung keputusan bagi pemerintah daerah dalam merencanakan kebijakan intervensi penanganan stunting secara lebih transparan, efisien, dan tepat sasaran.

Kata Kunci: WebGIS; stunting; visualisasi spasial; LISA; Jawa Timur

Abstract

Stunting remains a critical public health issue in Indonesia, significantly impacting long-term human resource quality and child development. In East Java Province, the limitations of static spatial data presentation in previous studies represent a major barrier to utilizing geographic information for regional decision-making processes. Therefore, this study aims to implement an interactive WebGIS as a *Spatial Decision Support System* (SDSS) to enhance the visualization, accessibility, and interpretation of spatial stunting disparity data comprehensively. The system development methodology applied the Waterfall Software Development Life Cycle approach using the Laravel framework, Leaflet.js, MySQL database, and GeoJSON spatial data integrated with *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) analysis results across 38 regencies/cities. Functional evaluation using blackbox testing achieved a 100% success rate across all testing criteria, including interactive choropleth map rendering, spatial cluster filtering, location search, detailed information popup displays, and regional ranking dashboards. The proposed WebGIS effectively transforms complex spatial data into dynamic visualizations that assist policy makers in rapidly identifying priority intervention areas, particularly high-vulnerability regions in Madura and Tapal Kuda. Overall, the developed system proves highly effective and functionally valid as a practical decision-support tool for local governments to formulate targeted public health intervention policies efficiently and transparently.

Keywords: WebGIS; stunting; spatial visualization; LISA; East Java

1. PENDAHULUAN

Stunting masih menjadi salah satu permasalahan kesehatan masyarakat yang mendapatkan perhatian serius di Indonesia. Kondisi ini berdampak langsung terhadap kualitas sumber daya manusia pada masa mendatang[1]. Stunting merupakan bentuk kegagalan pertumbuhan linear yang merepresentasikan kondisi malnutrisi kronis, yang sebagian besar bersifat ireversibel dan disebabkan oleh interaksi kompleks antara kekurangan gizi jangka panjang, serta faktor lingkungan yang buruk seperti kemiskinan dan stres psikososial[2]. Permasalahan stunting hingga saat ini masih menjadi isu prioritas dalam mendukung pencapaian target pembangunan nasional, meskipun prevalensi stunting menunjukkan tren penurunan, yakni dari 30,8% pada tahun 2018 menjadi 24,4% pada tahun 2021, diperlukan berbagai langkah strategis dan berkelanjutan dari pemerintah guna mempercepat penurunan angka stunting di Indonesia[3]. Di Provinsi Jawa Timur, permasalahan stunting juga masih menjadi isu strategis karena beberapa kabupaten dan kota menunjukkan prevalensi yang relatif tinggi dan tidak merata[4].

Perbedaan karakteristik antarwilayah menyebabkan pola persebaran stunting di Provinsi Jawa Timur menunjukkan adanya disparitas geografis yang cukup signifikan. Dalam perspektif geografis, wilayah yang berdekatan cenderung memiliki keterkaitan karakteristik sehingga fenomena stunting tidak dapat dijelaskan secara optimal apabila hanya menggunakan pendekatan statistik konvensional[5], sehingga diperlukan metode analisis yang mampu mempertimbangkan keterhubungan antarwilayah agar pola persebaran dan tingkat kerentanan stunting dapat dipahami secara lebih komprehensif. Penggunaan pendekatan spasial dinilai relevan karena mampu menggambarkan keterhubungan geografis antarwilayah sekaligus mengidentifikasi kecenderungan pengelompokan daerah berdasarkan tingkat kerentanan yang sejenis[6], sehingga pendekatan ini lebih representatif dalam menjelaskan variasi prevalensi stunting dibandingkan pendekatan nonspasial yang tidak mempertimbangkan kedekatan geografis antarwilayah.

Berbagai penelitian sebelumnya telah memanfaatkan analisis spasial untuk mengkaji pola persebaran dan faktor-faktor yang memengaruhi prevalensi stunting. Salah satu penelitian yang menjadi landasan utama dalam studi ini adalah [7] yang menerapkan metode *Spatial Regression* melalui *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM). Penelitian tersebut menunjukkan adanya autokorelasi spasial yang berhasil mengidentifikasi pola kluster spasial berupa *hotspot*, *coldspot*, dan *outlier* pada beberapa kabupaten dan kota di Jawa Timur. Hasil tersebut menunjukkan bahwa analisis spasial dapat memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai keterkaitan dan pengelompokan kasus stunting antarwilayah. Sejalan dengan temuan tersebut, penelitian [8] yang menggunakan pendekatan *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) juga menunjukkan bahwa analisis spasial dapat digunakan secara efektif untuk mengidentifikasi pola dan kluster stunting pada tingkat wilayah. Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa informasi mengenai pola spasial tidak hanya penting untuk mengetahui persebaran stunting, tetapi juga untuk memahami karakteristik wilayah yang memiliki keterkaitan atau kecenderungan pola yang serupa. Untuk memudahkan interpretasi informasi kesehatan berbasis wilayah, pemanfaatan *Geographic Information System* (GIS) dan analisis spasial dapat menjadi pendekatan yang relevan karena mendukung penyajian, analisis, dan interpretasi informasi kesehatan dalam konteks geografis [9]. Dengan demikian, hasil analisis spasial dan visualisasi geografis dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai kondisi stunting antarwilayah. Namun, sebagian penelitian sebelumnya masih berfokus pada proses analisis dan penyajian hasil pemetaan, sementara hasil tersebut belum banyak diimplementasikan ke dalam platform WebGIS interaktif yang memungkinkan pemangku kebijakan dapat mengakses, mengeksplorasi, dan memahami informasi spasial secara lebih dinamis.

Temuan tersebut menjadi dasar penting dalam penelitian ini karena hasil identifikasi kluster spasial dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi utama dalam analisis persebaran stunting. Akan tetapi, agar informasi spasial tersebut dapat memberikan kontribusi yang optimal dalam praktik pengambilan keputusan, diperlukan bentuk penyajian data yang lebih komunikatif dan mudah diinterpretasikan oleh berbagai pemangku kebijakan. Keterbatasan media visualisasi spasial juga menghambat proses identifikasi wilayah prioritas penanganan stunting. Sementara itu, pemangku kebijakan membutuhkan media informasi yang mampu menampilkan kondisi wilayah secara lebih informatif, mudah diakses, serta dapat diperbarui sesuai perkembangan data terbaru. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara hasil analisis akademik dengan implementasi teknologi yang dapat dimanfaatkan secara langsung dalam mendukung kebijakan kesehatan masyarakat. Oleh sebab itu, diperlukan suatu sistem yang mampu mengintegrasikan hasil analisis spasial ke dalam media visualisasi yang lebih dinamis dan interaktif sehingga interpretasi informasi spasial dapat dilakukan secara lebih efektif.

Perkembangan teknologi *WebGIS* memberikan peluang yang besar dalam mendukung visualisasi dan distribusi informasi spasial secara lebih interaktif. *WebGIS* memungkinkan integrasi data geografis dan visualisasi peta digital ke dalam platform berbasis web sehingga pengguna dapat melakukan eksplorasi data [10]. Selain meningkatkan aksesibilitas informasi spasial melalui berbagai perangkat yang terhubung dengan internet, *WebGIS* juga memungkinkan integrasi berbagai sumber data spasial dan penyajiannya secara interaktif. Kemampuan tersebut dapat mendukung penyampaian informasi geografis secara cepat dan membantu dalam melakukan analisis serta pengambilan keputusan berbasis wilayah [11]. Dalam konteks pemetaan stunting, implementasi *WebGIS* dapat membantu pemangku kebijakan untuk melihat distribusi prevalensi stunting, mengidentifikasi wilayah *hotspot*, *coldspot*, dan *outlier*, melakukan pencarian wilayah tertentu, serta menampilkan indikator kesehatan yang berkaitan dengan kondisi stunting pada setiap kabupaten dan kota. Selain meningkatkan aksesibilitas informasi, penggunaan *WebGIS* juga dapat mendukung proses pemantauan dan evaluasi program penanggulangan stunting secara lebih sistematis dan berkelanjutan. Dalam konteks pengambilan keputusan berbasis wilayah, integrasi data spasial, visualisasi interaktif, dan informasi analitis memungkinkan sistem dikembangkan sebagai *Spatial Decision Support System* (SDSS) yang membantu pemangku kebijakan dalam memahami kondisi geografis dan menentukan prioritas intervensi [12].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemetaan stunting berbasis *WebGIS* di Provinsi Jawa Timur dengan mengintegrasikan hasil analisis *Spatial Regression* ke dalam platform visualisasi interaktif berbasis *website*. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu menyajikan informasi spasial mengenai disparitas stunting secara lebih informatif, mudah dipahami, dan mudah diakses oleh berbagai pihak. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mendukung proses identifikasi wilayah prioritas penanganan stunting melalui visualisasi kluster *hotspot*, *coldspot*, dan *outlier* serta indikator kesehatan yang relevan. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada implementasi hasil analisis spasial ke dalam sistem WebGIS yang dapat dimanfaatkan sebagai media pendukung pengambilan keputusan berbasis wilayah. Dengan adanya sistem tersebut, hasil penelitian spasial tidak hanya berhenti pada aspek akademik, tetapi juga dapat dimanfaatkan secara praktis untuk mendukung perencanaan kebijakan kesehatan masyarakat yang lebih tepat sasaran di Provinsi Jawa Timur.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem berbasis WebGIS yang berfokus pada implementasi visualisasi spasial disparitas stunting di Provinsi Jawa Timur. Pendekatan penelitian menggabungkan aspek sistem informasi geografis dan visualisasi data spasial untuk mendukung penyajian informasi kesehatan masyarakat secara lebih interaktif dan mudah diakses. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan hasil analisis spasial dari penelitian sebelumnya[7]. Pendekatan tersebut dipilih karena WebGIS mampu mendukung distribusi informasi spasial secara dinamis melalui integrasi data geografis dan teknologi web sehingga dapat meningkatkan efektivitas penyampaian informasi kepada pengguna[13]. Selain berorientasi pada pengembangan sistem, penelitian ini juga memiliki karakteristik sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan karena informasi spasial yang disajikan dapat digunakan untuk membantu identifikasi wilayah prioritas penanganan stunting. Dengan demikian, penelitian tidak hanya berfokus pada implementasi teknologi, tetapi juga pada pemanfaatan visualisasi spasial sebagai media interpretasi data kesehatan masyarakat berbasis wilayah.

2.2 Sumber dan Data Penelitian

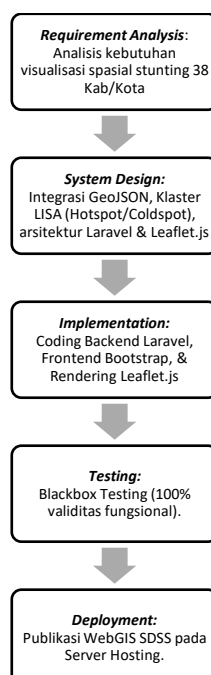
Data yang digunakan dalam penelitian terdiri atas data nonspasial dan data spasial. Data penelitian diperoleh dari beberapa sumber resmi, yaitu Studi Status Gizi Balita Indonesia (SSGBI) tahun 2019, Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2019[14]. publikasi Badan Pusat Statistik mengenai Statistik Kesejahteraan Rakyat tahun 2019[15]. Statistik Perumahan dan Permukiman tahun 2019[16]. serta data Indeks Pembangunan Manusia tahun 2019[17]. Sementara itu, data spasial berupa batas administrasi wilayah diperoleh dari repositori GitHub *GeoJSON* Indonesia dalam format GeoJSON yang sebelumnya telah diolah menggunakan perangkat lunak QGIS agar sesuai dengan kebutuhan visualisasi pada sistem WebGIS. Penggunaan format GeoJSON dipilih karena memiliki kompatibilitas yang baik dengan library pemetaan berbasis web[18].

2.3 Pemanfaatan Hasil Analisis Spasial Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini tidak melakukan perhitungan ulang terhadap analisis spasial, melainkan memanfaatkan hasil penelitian sebelumnya[7]. Hasil identifikasi kluster spasial tersebut selanjutnya digunakan sebagai sumber data utama dalam pengembangan sistem WebGIS pada penelitian ini. Dengan demikian, penelitian berfokus pada implementasi hasil analisis spasial ke dalam bentuk visualisasi interaktif berbasis *website* sehingga informasi spasial dapat diakses dan dipahami secara lebih mudah. Pendekatan ini memungkinkan hasil penelitian spasial tidak hanya berhenti pada aspek akademik, tetapi juga dapat dimanfaatkan secara praktis dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis wilayah.

2.4 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Waterfall*. Metode tersebut dipilih karena memiliki tahapan yang terstruktur dan sesuai untuk pengembangan sistem dengan kebutuhan yang telah didefinisikan secara jelas sejak awal penelitian. Metode tersebut memungkinkan setiap tahapan pengembangan dilakukan secara sistematis sehingga proses implementasi sistem dapat berjalan lebih terarah[19].



Gambar 1. SDLC Waterfall

Tahapan pertama adalah *requirement analysis* yang dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem, baik kebutuhan fungsional maupun nonfungsional. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap fitur utama sistem, seperti visualisasi peta choropleth, pencarian wilayah, popup informasi, serta ranking wilayah berdasarkan prevalensi stunting. Tahapan kedua adalah *system design* yang meliputi perancangan arsitektur sistem, perancangan basis data, serta perancangan antarmuka pengguna. Tahapan ketiga adalah *implementation*, yaitu proses pengembangan sistem menggunakan Laravel sebagai *backend*, HTML, CSS, dan Bootstrap sebagai *frontend*, serta Leaflet.js sebagai library pemetaan untuk menampilkan visualisasi peta berbasis GeoJSON.

Tahapan keempat adalah *testing* menggunakan metode blackbox testing untuk memastikan seluruh fitur sistem berjalan sesuai fungsi yang diharapkan. Pengujian dilakukan terhadap fitur pencarian wilayah, popup informasi, filtering data, zoom peta, dashboard statistik, dan tampilan responsif sistem. Tahapan terakhir adalah *deployment* yang dilakukan dengan mengunggah sistem ke *hosting* agar dapat diakses secara publik melalui jaringan internet.

2.5 Perancangan dan Implementasi Sistem WebGIS

Sistem WebGIS pada penelitian ini dirancang untuk menyajikan visualisasi spasial disparitas stunting pada tingkat kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur secara interaktif berbasis *website*. Sistem dibangun melalui integrasi antara *frontend*, *backend*, basis data, dan data spasial yang saling terhubung untuk mendukung proses penyajian informasi geografis. *Frontend* dikembangkan menggunakan HTML, CSS, dan Bootstrap guna menghasilkan tampilan antarmuka yang responsif, sedangkan *backend* menggunakan framework Laravel untuk mengelola proses pengambilan, pengolahan, dan penyajian data dari basis data MySQL. Data spasial berupa batas administrasi kabupaten/kota disimpan dalam format GeoJSON yang sebelumnya telah diolah menggunakan QGIS agar kompatibel dengan kebutuhan visualisasi pada sistem.

Visualisasi spasial pada peta diimplementasikan menggunakan library Leaflet.js yang nantinya digunakan untuk menampilkan tingkat prevalensi stunting pada masing-masing wilayah di Provinsi Jawa Timur. Selain menampilkan nilai prevalensi stunting, sistem juga mengintegrasikan hasil identifikasi kluster spasial berupa *hotspot*, *coldspot*, dan *outlier* yang diperoleh dari analisis *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) pada penelitian sebelumnya. Setiap wilayah pada peta dilengkapi dengan informasi yang memuat data prevalensi stunting dan kategori kluster wilayah untuk mempermudah interpretasi data spasial oleh pengguna.

Secara umum, sistem terdiri atas tiga komponen utama, yaitu visualisasi peta, ranking wilayah dengan prevalensi stunting tertinggi dan terendah, serta dashboard statistik dalam bentuk grafik untuk menampilkan distribusi prevalensi stunting pada 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Sistem juga menyediakan fitur pencarian wilayah untuk mendukung eksplorasi data spasial secara lebih efisien. Implementasi visualisasi berbasis WebGIS tersebut diharapkan mampu meningkatkan aksesibilitas informasi spasial dan membantu proses identifikasi wilayah prioritas penanganan stunting secara lebih cepat dan informatif. Adapun sistem ini bisa diakses melalui tautan <https://stunting.coop.co.id> secara publik.

2.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *blackbox testing* untuk mengevaluasi kesesuaian fungsi sistem berdasarkan kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya. Pengujian dilakukan tanpa memperhatikan struktur kode program, melainkan berfokus pada validasi masukan dan keluaran sistem[20]. Beberapa fitur yang diuji meliputi pencarian wilayah, informasi detail, filtering data, zoom peta, dashboard statistik, dan tampilan responsif sistem.

2.7 Batasan Penelitian

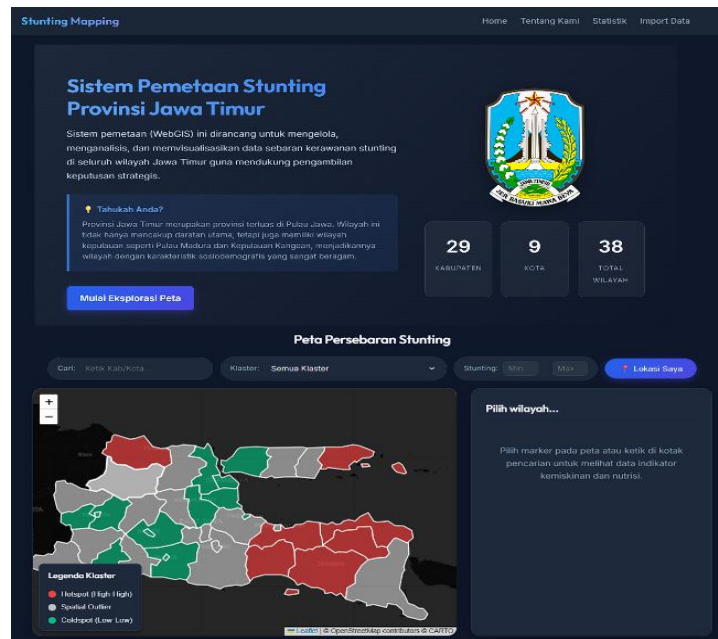
Penelitian ini memiliki beberapa batasan yang perlu diperhatikan. Pertama, data yang digunakan masih tahun 2019 sehingga sistem belum merepresentasikan kondisi stunting terkini. Kedua, penelitian tidak melakukan analisis spasial ulang, melainkan menggunakan hasil identifikasi kluster spasial dari penelitian sebelumnya sebagai dasar visualisasi sistem. Ketiga, visualisasi spasial hanya dilakukan pada tingkat kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur sehingga belum mencakup tingkat administrasi yang lebih detail seperti kecamatan atau desa. Selain itu, sistem yang dikembangkan berfokus pada aspek visualisasi dan penyajian informasi spasial sehingga belum mencakup fitur prediksi maupun analisis lanjutan terkait prevalensi stunting.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi WebGIS pada penelitian ini dilakukan untuk mendukung visualisasi spasial disparitas stunting di Provinsi Jawa Timur secara interaktif berbasis *website*. Sistem dikembangkan menggunakan Laravel sebagai *backend* dan Leaflet.js sebagai library visualisasi peta digital. Integrasi data spasial dan data atribut memungkinkan sistem menyajikan informasi geografis secara dinamis, interaktif, dan mudah diakses. Pengembangan sistem tidak hanya difokuskan pada tampilan antarmuka, tetapi juga pada penyajian informasi spasial yang lebih aplikatif dibandingkan visualisasi konvensional berupa tabel statistik dan peta statis.

Sistem mengintegrasikan data spasial berformat GeoJSON dengan basis data MySQL yang menyimpan nilai prevalensi stunting dan kategori klaster wilayah hasil penelitian sebelumnya. Data GeoJSON digunakan untuk merepresentasikan batas administrasi 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur, sedangkan data atribut digunakan untuk menentukan visualisasi wilayah pada peta choropleth. Integrasi tersebut memungkinkan setiap wilayah divisualisasikan berdasarkan tingkat prevalensi stunting serta kategori *hotspot*, *coldspot*, dan *outlier* hasil analisis LISA. Dengan demikian, WebGIS tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi geografis, tetapi juga sebagai sarana implementasi hasil analisis spasial ke dalam bentuk informasi yang lebih mudah dipahami pengguna.

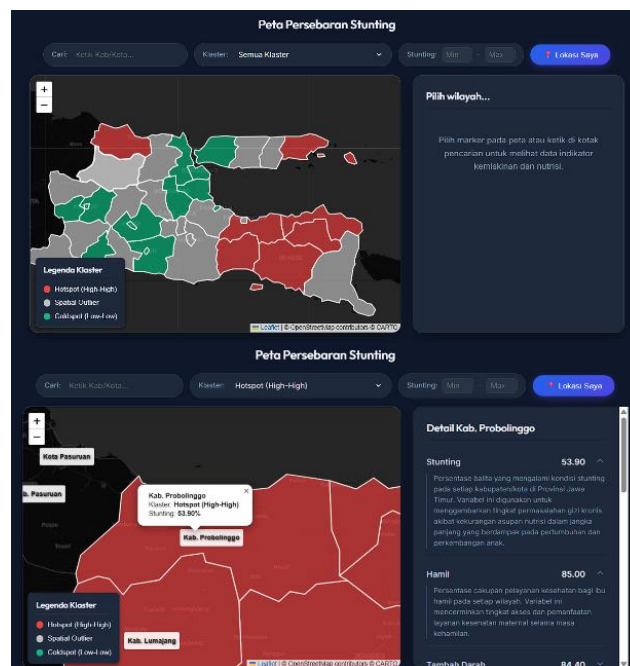
Halaman utama sistem bisa dilihat pada Gambar 2 terdiri atas peta persebaran stunting yang digunakan untuk menampilkan persebaran stunting secara visual sehingga pola spasial antarwilayah dapat diamati secara langsung. Selain visualisasi peta, sistem juga menyediakan popup interaktif yang menampilkan nama wilayah, data statistik, dan kategori klaster spasial pada setiap kabupaten/kota. Sistem turut dilengkapi fitur filter pencarian wilayah untuk mempermudah pengguna menemukan lokasi atau klaster tertentu pada peta. Implementasi fitur tersebut meningkatkan efisiensi akses dan interpretasi informasi spasial secara lebih cepat dan informatif.



Gambar 2. Tampilan web disparitas stunting di Provinsi Jawa Timur

Hasil visualisasi spasial pada Gambar 3 menunjukkan bahwa persebaran prevalensi stunting di Provinsi Jawa Timur memiliki pola geografis yang tidak merata antarwilayah. Melalui peta persebaran stunting, terlihat adanya konsentrasi wilayah dengan prevalensi stunting tinggi pada beberapa kawasan tertentu, sedangkan wilayah lain menunjukkan tingkat prevalensi yang relatif lebih rendah. Pola tersebut mengindikasikan bahwa permasalahan stunting tidak terjadi secara acak, melainkan dipengaruhi oleh keterkaitan spasial serta karakteristik sosial dan kesehatan yang berbeda pada setiap wilayah. Dalam konteks ini, visualisasi berbasis WebGIS mampu memberikan representasi spasial yang lebih intuitif dibandingkan penyajian statistik konvensional karena pengguna dapat mengamati hubungan geografis antarwilayah secara langsung. Sistem juga menampilkan penjelasan detail mengenai masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian sehingga pengguna dapat memahami keterkaitan indikator kesehatan dan sosial terhadap kondisi prevalensi stunting pada setiap kabupaten/kota secara lebih komprehensif.

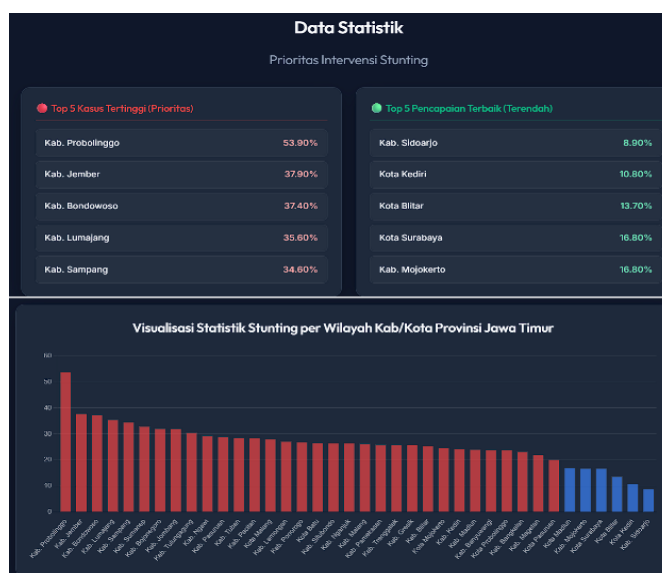
Berdasarkan hasil visualisasi peta interaktif pada Gambar 3, konsentrasi klaster kerentanan tinggi (*hotspot*) teridentifikasi secara dominan di wilayah Kepulauan Madura (seperti Kabupaten Sampang dan Bangkalan) serta kawasan Tapal Kuda (seperti Kabupaten Probolinggo, Jember, Bondowoso, dan Lumajang). Kabupaten Probolinggo mencatatkan prevalensi stunting tertinggi mencapai 53,90%, disusul Jember (37,90%) dan Bondowoso (37,40%). Tingginya kerentanan spasial di kawasan Madura dan Tapal Kuda ini berkaitan erat dengan karakteristik sosio-demografis wilayah, seperti keterbatasan akses air bersih dan sanitasi layak, tingkat pendidikan ibu yang relatif rendah, serta tingginya angka kemiskinan berbasis data SUSENAS. Sebaliknya, klaster *coldspot* berpusat di kawasan perkotaan seperti Kota Kediri (10,80%), Kota Blitar (13,70%), dan Kota Surabaya (16,80%) yang memiliki infrastruktur layanan kesehatan serta indeks pembangunan manusia (IPM) lebih baik. Kemampuan WebGIS dalam memperlihatkan disparitas spasial secara kontras ini mempermudah pemangku kebijakan untuk memprioritaskan alokasi sumber daya intervensi gizi spesifik dan sensitif pada kawasan terdampak paling parah.



Gambar 2. Implementasi popup informasi detail pada suatu wilayah

Visualisasi spasial berbasis WebGIS pada penelitian ini juga memberikan kontribusi praktis dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis wilayah. Informasi tersebut memungkinkan pemerintah daerah maupun instansi kesehatan untuk mengidentifikasi wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi secara lebih cepat sehingga proses perencanaan intervensi dapat dilakukan secara lebih terarah. Dibandingkan penelitian sebelumnya yang berfokus pada hasil analisis statistik dan visualisasi statis, penelitian ini menghasilkan implementasi visualisasi spasial yang lebih interaktif dan mudah diakses oleh pengguna nonteknis.

Pengembangan WebGIS dalam penelitian ini menunjukkan bahwa visualisasi spasial berbasis *website* mampu meningkatkan aksesibilitas informasi geografis secara signifikan. Selain meningkatkan aksesibilitas informasi, sistem juga membantu proses interpretasi data spasial secara lebih efektif. Integrasi visualisasi peta dengan data statistik peringkat wilayah memungkinkan pengguna melakukan eksplorasi data dari berbagai sudut pandang. Pendekatan tersebut memperlihatkan bahwa WebGIS dapat berfungsi tidak hanya sebagai media penyajian data, tetapi juga sebagai alat bantu interpretasi spasial dalam mendukung pengambilan keputusan.



Gambar 3. Data peringkat wilayah berdasarkan prevalensi stunting

Dalam konteks implementasi kebijakan, sistem memiliki potensi sebagai *decision support system* berbasis spasial. Informasi mengenai konsentrasi *hotspot* dan wilayah dengan prevalensi stunting tinggi dapat membantu pemerintah daerah menentukan prioritas intervensi secara lebih terarah. Selain itu, keberadaan ranking wilayah dan dashboard statistik seperti pada Gambar 4 memungkinkan proses identifikasi daerah prioritas dilakukan secara lebih cepat dibandingkan analisis manual berbasis tabel data. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi teknis pada pengembangan WebGIS, tetapi juga memperlihatkan pemanfaatan teknologi spasial dalam mendukung kebijakan kesehatan masyarakat berbasis wilayah.

Hasil penelitian juga menunjukkan adanya peningkatan kualitas visualisasi dibandingkan pendekatan penelitian sebelumnya yang lebih berorientasi pada analisis statistik. Pada penelitian terdahulu, hasil analisis spasial sebagian besar disajikan dalam bentuk angka dan peta statis sehingga interpretasi geografis memerlukan pemahaman teknis tertentu. Melalui implementasi WebGIS, hasil analisis tersebut berhasil diterjemahkan ke dalam bentuk visualisasi interaktif yang lebih mudah dipahami oleh pengguna nonteknis. Oleh karena itu, penelitian ini berkontribusi dalam menjembatani kesenjangan antara hasil penelitian akademik dan implementasi teknologi informasi yang dapat dimanfaatkan secara praktis.

Sebagai bentuk validasi implementasi tersebut, diperlukan proses evaluasi terhadap sistem yang telah dikembangkan guna memastikan bahwa seluruh fungsi yang tersedia mampu bekerja secara optimal sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian sistem dilakukan menggunakan pendekatan *blackbox testing* untuk memastikan seluruh fitur utama dapat berjalan sesuai kebutuhan fungsional sistem. Pengujian difokuskan pada validasi fungsi dari sisi pengguna tanpa memperhatikan struktur internal kode program. Pendekatan tersebut dipilih karena penelitian lebih berorientasi pada evaluasi performa fungsi sistem dalam mendukung visualisasi dan eksplorasi data spasial.

Tabel 1. Hasil pengujian website

No	Skenario pengujian	Status
1.	Memuat halaman utama WebGIS	Berhasil
2.	Memuat peta beserta data spasial batas wilayah	Berhasil
3.	Memasukkan dan Mencari nama kabupaten/kota pada kolom <i>search bar</i>	Berhasil
4.	Memilih salah satu wilayah dari hasil <i>dropdown</i> pencarian	Berhasil
5.	Melihat panel informasi yang terintegrasi di luar area peta	Berhasil
6.	Mengakses panel daftar peringkat wilayah	Berhasil
7.	Mengamati legenda gradasi warna terhadap peta	Berhasil
8.	Memuat aplikasi untuk menguji sinkronisasi data <i>backend</i>	Berhasil
9.	Mengakses web melalui berbagai perangkat dengan ukuran layar berbeda (<i>responsive layout</i>)	Berhasil

Hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa fitur pencarian wilayah mampu menampilkan lokasi kabupaten/kota sesuai input pengguna baik melalui *dropdown* maupun pencarian nama daerah. Selain itu, *popup* detail informasi berhasil menampilkan nilai prevalensi stunting dan kategori klaster spasial secara tepat pada setiap wilayah. Visualisasi peta menggunakan Leaflet.js juga menunjukkan hasil yang stabil, terutama dalam proses memuat data GeoJSON dan penyajian peta berdasarkan klasifikasi wilayah. Integrasi antara basis data MySQL dan data spasial GeoJSON berjalan dengan baik selama proses pengujian. Sistem mampu menampilkan data prevalensi stunting dan data statistik secara konsisten tanpa ditemukan ketidaksesuaian data. Selain itu, pengujian *responsive layout* memperlihatkan bahwa tampilan sistem dapat menyesuaikan ukuran layar perangkat dengan baik sehingga visualisasi peta dan dashboard tetap dapat diakses melalui desktop maupun perangkat bergerak. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem telah mampu memenuhi tujuan utama penelitian, yaitu menyediakan visualisasi spasial disparitas stunting berbasis web yang interaktif, informatif, dan mudah diakses.

Sistem WebGIS yang dikembangkan memiliki beberapa kelebihan dalam aspek visualisasi dan aksesibilitas informasi spasial. Implementasi peta interaktif berbasis peta choropleth memungkinkan pengguna memahami distribusi prevalensi stunting secara lebih intuitif dibandingkan penyajian tabel konvensional. Integrasi hasil analisis klaster spasial ke dalam platform berbasis web juga memberikan nilai tambah karena pengguna dapat mengidentifikasi *hotspot*, *coldspot*, dan *outlier* secara langsung melalui visualisasi peta. Selain itu, aksesibilitas berbasis web memungkinkan sistem digunakan secara lebih luas tanpa memerlukan perangkat lunak geografis khusus. Di sisi lain, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Sistem belum mendukung pembaruan data secara *real-time* karena data yang digunakan masih terbatas pada tahun 2019. Cakupan penelitian juga masih terbatas pada tingkat kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur sehingga belum mampu merepresentasikan detail spasial pada tingkat administrasi yang lebih kecil seperti kecamatan atau desa. Selain itu, sistem belum mendukung proses analisis spasial secara langsung karena visualisasi klaster masih bergantung pada hasil penelitian sebelumnya. Meskipun demikian, keterbatasan tersebut tidak mengurangi kontribusi utama penelitian dalam mengimplementasikan hasil analisis spasial ke dalam platform WebGIS yang lebih interaktif, aplikatif, dan mudah dimanfaatkan sebagai media pendukung pengambilan keputusan berbasis wilayah.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan sistem WebGIS interaktif sebagai *Spatial Decision Support System* (SDSS) untuk memvisualisasikan disparitas spasial stunting pada 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dengan mengintegrasikan ke dalam platform berbasis web. Sistem yang dikembangkan mampu menyajikan informasi spasial melalui peta choropleth interaktif, pencarian klaster (*hotspot*, *coldspot*, *outlier*), pencarian wilayah, popup informasi atribut, serta peringkat statistik wilayah. Hasil pengujian fungsional menggunakan metode *blackbox testing* menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100% pada seluruh skenario pengujian, sehingga seluruh fungsi utama sistem dapat berjalan sesuai kebutuhan. Implementasi sistem ini mendukung interpretasi informasi spasial secara lebih interaktif, meningkatkan aksesibilitas informasi geografis, serta memfasilitasi identifikasi wilayah prioritas penanganan stunting berdasarkan karakteristik spasial masing-masing wilayah, khususnya pada kawasan dengan kerentanan tinggi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat menjadi media visualisasi sekaligus alat bantu pendukung pengambilan keputusan berbasis wilayah bagi pemerintah daerah dan instansi kesehatan dalam memahami pola disparitas stunting. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan berupa penggunaan data sekunder yang belum terintegrasi secara *real-time* dan cakupan visualisasi yang terbatas pada tingkat kabupaten/kota. Pengembangan selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan data spasial secara *real-time* dari sistem informasi kesehatan daerah, memperluas resolusi pemetaan hingga tingkat kecamatan atau desa, serta menambahkan fitur analisis spasial secara langsung pada platform WebGIS guna mendukung perencanaan dan evaluasi kebijakan intervensi kesehatan masyarakat secara lebih komprehensif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada LPPM ITSK RS DR Soepraosen yang telah mendanai penelitian internal ini serta pihak-pihak lain yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

REFERENCES

- [1] N. Ramlan, "Optimalisasi Pemenuhan Asupan Gizi Terpadu Dalam Meningkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia," *Bappenas Work. Pap.*, vol. VIII, no. 3, pp. 361–384, 2025, doi: 10.47266/bwp.v8i3.434.
- [2] A. Soliman *et al.*, "Early and Long-term Consequences of Nutritional Stunting : From Childhood to Adulthood," *Acta Biomed.*, vol. 92, no. 4, pp. 1–12, 2021, doi: 10.23750/abm.v92i1.11346.
- [3] B. Soetono, U. M. Jakarta, A. S. Barokah, and U. M. Jakarta, "TRENDS IN STUNTING PREVALENCE REDUCTION : AN EXAMINATION OF DATA TOWARD ACHIEVING THE 2024 TARGET IN INDONESIA," vol. 3, no. 1, pp. 51–68, 2024, doi: 10.53947/tspj.v3i1.795.
- [4] D. S. Hasan, "Trends in Stunting Prevalence in East Java (2019-2023): A Comprehensive Analysis," vol. 4, no. 2, pp. 102–109, 2024, doi: 10.51135/kambotivol4issue2page102-109.
- [5] K. Y. Ahmed, K. E. Agho, A. Page, A. Arora, and F. A. Ogbo, "Mapping Geographical Differences and Examining the Determinants of Childhood Stunting in Ethiopia : A Bayesian Geostatistical Analysis," vol. 13, no. 6, pp. 1–21, 2021, doi: 10.3390/nu13062104.
- [6] G. Dessie, J. Li, S. Nghiem, and T. Doan, "Double and triple burden of malnutrition and the role of geo-socio-ecological factors in Ethiopia : a bayesian geostatistical analysis," *BMC Public Health*, vol. 25, no. 1, p. 3159, 2025, doi: 10.1186/s12889-025-24050-y.
- [7] M. S. Haris, R. S. Pradini, and A. N. Khudori, "Pemetaan Disparitas Stunting di Jawa Timur dengan Spatial Autoregressive Model (SAR) dan Spatial Error Model (SEM)," vol. 7, no. September, pp. 64–72, 2025.
- [8] S. K. Singh, A. Chauhan, S. K. Sharma, P. Puri, and S. Pedgaonkar, "Cultural and Contextual Drivers of Triple Burden of Malnutrition among Children in India," *Nutrients*, vol. 15, no. 15, pp. 1–18, 2023, doi: 10.3390/nu15153478.
- [9] U. V. Arshad Ahmed, "From clinical questions to spatial analysis: a practical GIS framework for clinicians and public health researchers," *Heal. Serv. Outcomes Res. Methodol.*, 2026, doi: 10.1007/s10742-026-00391-y.
- [10] R. Netek, T. Pohankova, O. Bittner, and D. Urban, "Geospatial Analysis in Web Browsers — Comparison Study on WebGIS Process-Based Applications," vol. 12, no. 9, p. 374, 2023, doi: 10.3390/ijgi12090374.
- [11] J. Vinueza-martinez, M. Correa-peralta, R. Ramirez-anormaliza, D. V. Paredes, and O. F. Arias, "Geographic Information Systems (GISs) Based on WebGIS Architecture: Bibliometric Analysis of the Current Status and Research Trends," *Sustainability*, vol. 16, no. 15, p. 6439, 2024, doi: 10.3390/su16156439.
- [12] B. Utomo, S. Luthfiyah, and S. I. Setyobudi, "Analysis data spatial for nutrition programs : a review using geographic information system," vol. 13, no. 3, pp. 1003–1011, 2024, doi: 10.11591/ijphs.v13i3.23590.
- [13] M. Daud, F. M. Ugliotti, and A. Osello, "Comprehensive Analysis of the Use of Web-GIS for Natural Hazard Management : A Systematic Review," 2024.
- [14] BPS dan KEMENKES. RI, "Laporan Pelaksanaan Integrasi Susenas Maret 2019 dan SSGBI Tahun 2019," *Kemenkes RI BPS 2019*, pp. 1–150, 2019, [Online]. Available: <https://cegahstunting.id/unduh/publikasi-data/>
- [15] BPS, "Statistik Kesejahteraan Rakyat 2019," *Badan Pus. Stat.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019, [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2019/11/22/1dfd4ad6cb598cd011b500f7/statistik-kesejahteraan-rakyat-2019.html>
- [16] BPS, "Statistik Perumahan Dan Permukiman 2019," *Badan Pus. Stat.*, pp. 3–337, 2019, [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2020/08/28/a180fbf968ecf6fc9fde1d2a/indeks-pembangunan-manusia-2019.html>
- [17] BPS, "Indeks Pembangunan Manusia 2019," *Badan Pus. Stat.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019, [Online]. Available:

- <https://www.bps.go.id/id/publication/2020/08/28/a180fbf968ecf6fc9fde1d2a/indeks-pembangunan-manusia-2019.html>
- [18] F. Azhan, A. Aziz, N. Omar, and P. U. Omar, "DEVELOPMENT OF A WEB-BASED GIS APPLICATION FOR POLITEKNIK UNGKU OMAR USING QGIS AND LEAFLET," vol. 11, pp. 160–169, 2025, [Online]. Available: <https://jktss.puo.edu.my/jurnalpuo/index.php/jurnal/article/view/278>
- [19] A. Saravanos, "Simulating the Software Development Lifecycle : The Waterfall Model," vol. 6, no. 6, p. 108, 2023, doi: 10.3390/asi6060108.
- [20] H. T. Elshoush, "Input Validation Vulnerabilities in Web Applications : Systematic Review , Classification , and Analysis of the Current State-of-the-Art," *IEEE Access*, vol. 11, no. April, pp. 40128–40161, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3266385.