

Manfaat sistem informasi geografis terhadap penyakit *dengue*: Scoping Review

Andrian Reinaldo Crispin^{1*}, Mido Ester J Sitorus², Defacto Firmawati Zega³, Pratik Bibhishan Kamble⁴, Rico Wijaya Dewantoro⁵

¹Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Sumatera Utara, ²Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat, Universitas Sari Mutiara Indonesia, ³Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Senior Medan, ⁴Fakultas Computer Science and Engineering, MIT Art Design and Technology University, ⁵Universitas Prima Indonesia

Abstract

Background: Dengue fever is a disease that is still a public health problem in many countries today. Due to be the high prevalence of dengue, it is necessary to utilize the Geographic Information System (GIS) to predict the incidence of dengue disease. This study aims to investigate and summarize the benefits of GIS for the delivery of dengue disease spread information.

Methods: This research was conducted using the scoping review method. Literature searches were conducted on Google Scholar, Scopus, and PubMed-indexed databases in English. There were 440 research journals, and only 11 met the inclusion criteria. From the 11 journals, information was collected in the form of publication year range (2013–2023), journal title, research design, study population, intervention, outcome, and benefits of GIS for dengue disease. Data analysis was done qualitatively by presenting the data and compiling a research report.

Results: The use of GIS on dengue spread can be useful to identify the current situation of dengue in an area, ascertain areas potentially affected by dengue outbreaks by determining spatial clusters of dengue events at the local scale, better predict dengue cases, and assist in better monitoring and surveillance of affected communities, as well as facilitate decision-making in dengue disease prevention and control.

Conclusions: The use of GIS has an important role in predicting, identifying, and assisting the monitoring and surveillance processes as well as dengue disease control.

Keywords: Geographic Information System, Dengue

Abstrak

Latar Belakang: Demam *dengue* merupakan penyakit yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di banyak negara saat ini. Akibat masih tingginya prevalensi *dengue* maka perlu pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memprediksi kejadian penyakit *dengue*. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan merangkum manfaat SIG untuk penyampaian informasi penyebaran penyakit *dengue*.

Metode: Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *scoping review*. Pencarian literatur dilakukan pada database terindeks *Google Scholar*, *Scopus* dan *PubMed*, dalam bahasa Inggris. Terdapat 440 jurnal penelitian dan hanya 11 yang memenuhi kriteria inklusi. Dari 11 jurnal tersebut dikumpulkan informasi berupa rentang tahun publikasi 2013-2023, judul jurnal, desain penelitian, populasi penelitian, intervensi, hasil, dan manfaat SIG untuk penyakit *dengue*. Analisis data dilakukan secara kualitatif dengan menyajikan data dan menyusun laporan penelitian.

Hasil: Penggunaan SIG terhadap penyebaran *dengue* dapat bermanfaat untuk mengidentifikasi situasi terkini *dengue* di suatu wilayah, dan memastikan wilayah yang berpotensi terdampak wabah *dengue* dengan menentukan kluster spasial kejadian *dengue* pada skala lokal, memprediksi kasus *dengue* yang lebih baik serta membantu proses pemantauan dan pengawasan yang lebih baik terhadap masyarakat yang terdampak, serta memfasilitasi pengambilan keputusan dalam pencegahan dan pengendalian penyakit *dengue*.

Kesimpulan: Penggunaan SIG memiliki peran penting untuk memprediksi, mengidentifikasi, membantu proses pemantauan dan pengawasan serta pengendalian penyakit *dengue*.

Kata kunci: Sistem Informasi Geografis, *Dengue*

Pendahuluan

Penyakit demam *dengue* masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang utama di daerah tropis dan subtropis.¹ Penyakit demam *dengue* merupakan infeksi arbovirus yang disebabkan oleh virus keluarga

*Email Korespondensi: andrian@students.usu.ac.id



This article is distributed under the terms of the CC BY-SA license
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Flaviviridae yang terdiri dari empat serotipe (*Dengue Virus* 1, 2, 3, dan 4).² Penyakit *dengue* dikenal sebagai penyakit yang ditularkan oleh nyamuk yang paling banyak ditemukan di seluruh dunia, sekitar empat miliar orang dianggap berisiko.³

Secara global, *World Health Organization* (WHO, 2023) melaporkan bahwa demam *dengue* telah menyebar dengan cepat di seluruh dunia, dari 505.430 kasus pada tahun 2000 menjadi 5,2 juta pada tahun 2019. Terdapat 3,1 juta kasus di Wilayah Amerika, dengan lebih dari 25.000 kasus diklasifikasikan sebagai kasus yang parah. Jumlah kasus yang tinggi dilaporkan di Bangladesh (101.000), Malaysia (131.000) Filipina (420.000), Vietnam (320.000) di Asia.⁴ Namun, untuk meningkatkan pengawasan penyakit serta membantu prediksi epidemi penyakit *dengue* maka pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) penting dilakukan.

Pemanfaatan SIG untuk tujuan pemantauan dinamika penyakit dan distribusi vektor memiliki potensi dalam membantu prediksi epidemi penyakit dan intervensi kesehatan masyarakat, terutama di Asia Tenggara di mana suhu tinggi yang terus-menerus berkontribusi terhadap penyebaran virus yang ditularkan oleh nyamuk dengan cepat.⁵ Selain itu, pendekatan berbasis risiko dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat meningkatkan pengawasan penyakit dan memberikan peringatan dini terhadap lokasi-lokasi yang berisiko tinggi.⁶ Berbagai Penelitian sebelumnya telah menggunakan SIG sebagai alat untuk menganalisis pola geografis penyakit yang ditularkan melalui vector. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa kombinasi database Sistem Surveilans Penyakit Menular Nasional untuk demam chikungunya dan *dengue* dengan data SIG dapat digunakan untuk menentukan kecepatan dan arah penyebaran penyakit.⁷ Studi lain juga melaporkan bahwa peta tematik telah digunakan untuk menunjukkan distribusi geografis dan area dengan insiden tinggi terkait *dengue*. Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara risiko tertular *dengue* dan usia.⁸

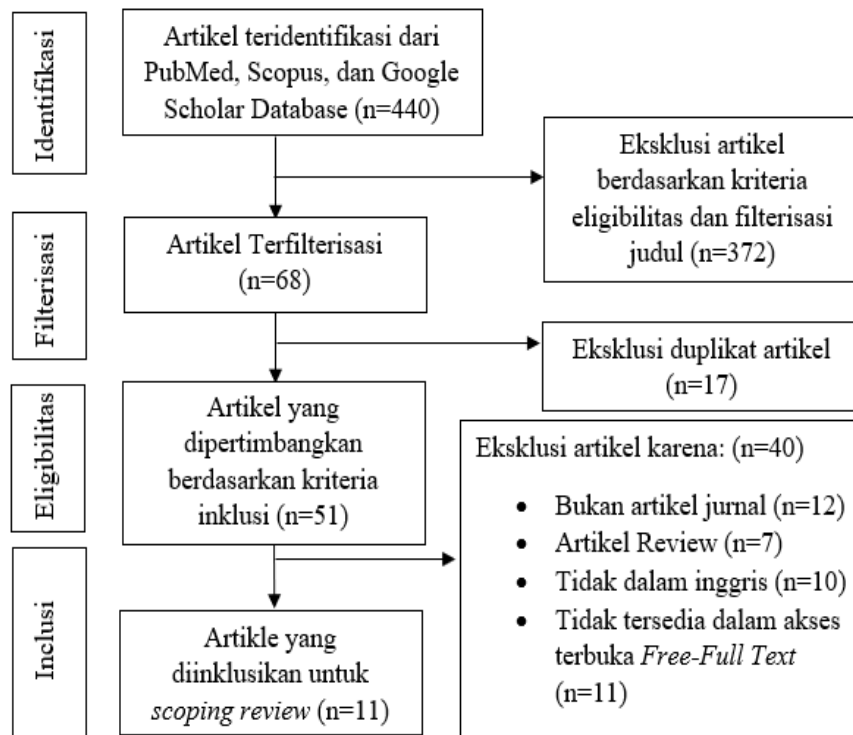
Kajian tentang pemanfaatan SIG terhadap penyebaran penyakit *dengue* telah dilakukan, namun penting untuk melakukan dan merangkum literatur tentang pemanfaatan SIG untuk pengembangan peta epidemiologi terkait penyakit *dengue*. Namun, mengingat prevalensi *dengue* masih tinggi hingga saat ini, maka pemanfaatan SIG terhadap penyebaran penyakit *dengue* penting dilakukan untuk proses pengambilan keputusan dan pengendalian penyakit. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk pemahaman yang lebih dalam tentang pemanfaatan SIG untuk menunjang penyampaian informasi terkait penyebaran penyakit *dengue*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan merangkum bukti ilmiah tentang manfaat SIG terhadap penyampaian informasi penyebaran penyakit demam *dengue*, sehingga dapat menyempurnakan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait peran SIG terhadap penyakit demam *dengue*.

Metode

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode *scoping review*.⁹ dengan protokol PRISMA untuk melihat, mengakumulasi dan mengkaji temuan hasil penelitian terdahulu tentang pemanfaatan SIG terhadap demam *dengue*. Strategi yang digunakan pada tahap awal pencarian artikel serta prosedur menyusun *research question* (pertanyaan penelitian) yaitu menggunakan kerangka PICO, yaitu *Population* (penderita *dengue*), *Intervention* (pemanfaatan SIG), *Comparison* (bukan penggunaan SIG), *Outcome* (informasi penyebaran demam *dengue*). Pencarian artikel dilakukan pada basis data jurnal *Google Scholar*, *Scopus* dan *PubMed* dengan strategi pencarian menggunakan kata kunci inggris ('*Geographic Information System*') AND ('*Dengue Fever*' OR '*Dengue*').

Kriteria inklusi adalah artikel jurnal yang terbit dari tahun 2013 hingga 2023, *free-full text* (*open access*), berbahasa inggris dengan pendekatan metode *predictive learning* dan klasifikasi. Dari 440 jurnal yang teridentifikasi didapat 11 artikel yang memenuhi kriteria. Artikel jurnal yang berbentuk *review*, dalam bahasa lain selain inggris, dan artikel yang belum dilakukan *peer review* dan belum versi akhirnya dikecualikan dari kumpulan artikel terakhir. Gambar 1 menunjukkan diagram PRISMA yang menggambarkan alur prosedur seleksi artikel.

Untuk ekstraksi data artikel yang di inklusi dilakukan dengan memfokuskan hasil utamanya dan metode yang digunakan. Ekstraksi data dilakukan oleh empat orang dengan cara menganalisis kelayakan penelitian terdahulu berdasarkan judul, abstrak, isi jurnal, metode penelitian, desain studi, ukuran dan hasil penelitian. Untuk pembahasan dilakukan dengan mengidentifikasi kesamaan dalam pendekatan yang digunakan dalam meraih hasil penelitian artikel-artikel tersebut, serta mengidentifikasi potensi *research gap* yang dapat menjadi subjek penelitian selanjutnya. Analisis data dilakukan dengan proses *review* secara sistematis dan dianalisis secara kualitatif.



Gambar 1. Diagram Flow Pencarian PRISMA

Hasil dan Pembahasan

Pemanfaatan sistem informasi geografis dalam konteks penyebaran penyakit *dengue* sebagian besar mengkombinasikan pemetaan untuk analisa distribusi data spasial dan temporal dengan pendekatan *predictive learning* (Tabel 1). Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk tidak hanya memahami pola penyebaran penyakit *Dengue* secara geografis, tetapi juga untuk melakukan prediksi akan potensinya di masa depan berdasarkan faktor risikonya.

Tabel 1. Hasil Utama Manfaat SIG dalam Penyebaran Penyakit *Dengue*

Penulis dan Tahun	Lokasi	Database	Hasil Utama	Metode
(Bryan Creencia et al.,2022) ¹⁰	Cavite, Filipina	Google Scholar	Analisa <i>time series</i> digunakan untuk memprediksi jumlah kasus <i>dengue</i> untuk tahun 2022, 2024, dan 2026. Prediksi dan distribusi spasial epidemiologi <i>dengue</i> di Cavite memberikan gambaran holistik tentang bagaimana <i>dengue</i> dapat menyebar di provinsi tersebut.	<i>Predictive Learning</i>
(Vargas et al.,2015) ¹¹	Itaboraí, Brazil	Scopus	Unit analisis spasial yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu <i>Local Surveillance Units (UVL)</i> , berfungsi sebagai sumber metodologis untuk memeriksa kesesuaian berbagai sumber informasi mengenai penyakit, indeks vektor, dan aspek sosiodemografi kota, dan disusun dalam basis kartografi yang berbeda. <i>Dengue</i> merupakan fenomena geografis multi-skala, dan dengan menggunakan UVL sebagai unit analisis memungkinkan untuk membedakan kejadian <i>dengue</i> di seluruh wilayah kota.	<i>Predictive Learning</i>

Penulis dan Tahun	Lokasi	Database	Hasil Utama	Metode
(Yanez & Canencia, 2017) ¹²	Cayagan de Oro, Filipina	Google Scholar	Peta proyeksi berdasarkan <i>geo-tagging</i> dari lokasi aktual responden yang terkena virus <i>dengue</i> dan jarak terbang nyamuk sangat bermanfaat untuk pemantauan dan pengawasan berkelanjutan terhadap masyarakat Barangay Cagayan de Oro yang terkena dampak.	<i>Predictive Learning</i>
(Chaiphongpachara et al.,2017) ¹³	Samut Songkhram, Thailand	Scopus	SIG merupakan salah satu alat yang sangat bermanfaat dan efektif untuk surveilans <i>dengue</i> di suatu wilayah.	<i>Predictive Learning</i>
(Mala & Jat, 2019) ¹⁴	Delhi, India	Scopus	Penerapan SIG berbasis spatio-temporal <i>dengue</i> bermanfaat untuk memastikan daerah-daerah yang berpotensi terkena wabah <i>dengue</i> dengan menentukan klaster spasial kejadian <i>dengue</i> pada skala lokal. Dengan mempelajari pola spatio-temporal, maka keakuratan prediksi dapat ditingkatkan, bahkan bermanfaat untuk mengetahui hubungan terbalik antara kecepatan angin rata-rata dengan kejadian <i>dengue</i> .	<i>Predictive Learning, Cluster Analysis</i>
(Withanage et al.,2021) ¹⁵	Gampaha, Sri Lanka	PubMed	Penelitian ini mengusungkan <i>early warning system</i> (EWS) untuk penyakit <i>dengue</i> dengan memanfaatkan SIG. Model berbasis GIS yang dikembangkan dapat digunakan sebagai alat peringatan dini untuk mengeksplorasi dan mengidentifikasi situasi terkini dari <i>dengue</i> di suatu daerah yang bertujuan untuk memahami pola penyebaran penyakit dan mengalokasikan sumber daya kesehatan masyarakat yang terbatas secara efektif untuk mencegah wabah dan epidemi demam berdarah yang akan datang.	<i>Predictive Learning, Cluster Analysis</i>
(Hernández-Avila et al.,2013) ¹⁶	Mexico	PubMed	Perancangan aplikasi web berbasis SIG untuk penyakit <i>dengue</i> (<i>Dengue-SIG</i>). <i>Dengue-SIG</i> mencakup alat yang bermanfaat untuk analisis terpadu pengawasan epidemiologi dan entomologi untuk mengidentifikasi peningkatan daerah penularan dan untuk memantau kegiatan pengendalian vektor.	<i>Predictive Learning, Cluster Analysis</i>
(Zambrano et al., 2019) ¹⁷	Honduras	Scopus	SIG yang dihubungkan dengan karakteristik penyakit klinis diperlukan untuk mendapatkan data epidemiologi yang akurat untuk sistem kesehatan masyarakat. Informasi tersebut juga bermanfaat serta berguna untuk penilaian risiko bagi wisatawan yang mengunjungi daerah tertentu di negara tujuan.	<i>Predictive Learning</i>
(Brasil et al.,2015) ¹⁸	Brazil	PubMed	Penelitian ini membangun aplikasi web dengan algoritma <i>digital image processing</i> (DIP) dan GIS untuk menganalisa penyakit Dengue. Aplikasi yang dibangun dapat bermanfaat untuk membantu menghitung jumlah telur yang dihasilkan nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dikombinasikan dengan GIS untuk visualisasi langsung untuk membantu pembuatan keputusan dan	<i>Classification</i>

Penulis dan Tahun	Lokasi	Database	Hasil Utama	Metode
(Zambrano et al.,2017) ¹⁹	Honduras	Scopus	analisa data yang terkoleksi. Penelitian ini melakukan pemetaan kasus penyakit Dengue dan Chikungunya pada Honduras tahun 2015 dilakukan dengan GIS. Penggunaan peta epidemiologi berbasis GIS dapat bermanfaat serta digunakan untuk memandu pengambilan keputusan dalam pencegahan dan pengendalian penyakit yang masih menjadi isu penting di wilayah dan negara, serta dalam kondisi-kondisi baru.	<i>Predictive Learning</i>
(Bessa Júnior et al.,2013) ²⁰	Mossoró, Brazil	PubMed	Distribusi spasial berbasis GIS dilakukan untuk mengidentifikasi pola penyebaran <i>Dengue</i> di Mossoró. Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) terbukti memberikan manfaat yang besar untuk visualisasi yang lebih baik dari endemisitas, terutama dalam menjelaskan distribusi aktual dari kasus-kasus <i>dengue</i> di daerah tersebut dan menyediakan alat yang efektif untuk merencanakan pemantauan penyakit ini di tingkat lokal.	<i>Predictive Learning</i>

Teknik berbasis SIG dapat mengidentifikasi area berisiko dan membuat sistem peringatan dini untuk memprediksi prevalensi penyakit. Alat ini efektif untuk melakukan upaya pengendalian demam *dengue*.²¹ Dari 11 artikel di atas, tampak jelas bahwa pemanfaatan sistem informasi geografis dapat digabungkan dengan berbagai metode selain *predictive learning* untuk memahami dan mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang mempengaruhi penyebaran penyakit *dengue*. Hal tersebut sejalan dengan studi sebelumnya (Jayadas T.T.P, 2023) yang melaporkan bahwa peta risiko *dengue* berbasis GIS sangat berguna untuk mengidentifikasi pola risiko *dengue* dan diharapkan dapat berguna bagi dinas kesehatan untuk memprioritaskan sumber daya ke daerah-daerah yang berisiko.²² Selain analisis faktor risiko, terdapat juga penelitian yang menerapkan GIS beserta analisis kluster, dan ada juga yang mengembangkan aplikasi berbasis web dengan klasifikasi untuk memahami dan menyajikan data informasi tentang penyebaran penyakit *dengue* secara lebih komprehensif. Ini menunjukkan beragamnya pendekatan yang dapat digunakan dalam penggunaan GIS untuk memerangi penyakit *dengue* dan memahami dampaknya.

Berdasarkan temuan dari 11 artikel tentang penggunaan SIG untuk melacak penyebaran *dengue* memiliki banyak keuntungan. Hal ini termasuk peramalan kasus demam berdarah yang lebih baik, pemantauan dan pengawasan yang lebih baik terhadap masyarakat yang terdampak, dan upaya pengawasan *dengue* yang lebih efisien. Selain itu, SIG juga dapat bermanfaat untuk mengidentifikasi situasi terkini *dengue* di suatu wilayah, dapat memastikan wilayah yang berpotensi terdampak wabah *dengue* dengan menentukan kluster spasial kejadian *dengue* pada skala lokal. Selanjutnya, penggunaan SIG dapat bermanfaat untuk memfasilitasi pengambilan keputusan dalam pencegahan dan pengendalian penyakit *dengue*, menawarkan manfaat yang signifikan untuk meningkatkan visualisasi prevalensi penyakit ini. Menurut studi (Fernández-Martínez B, et al., 2023) di Spanyol melaporkan bahwa di daerah berisiko tinggi, deteksi dini kasus *dengue* dan pengelolaan vektor harus diprioritaskan untuk mengurangi risiko *autochthonous dengue*, membantu keputusan pencegahan dan pengelolaan penyakit *dengue* dan meningkatkan visualisasi endemisitas.²³

Dari 8 artikel yang melakukan analisa resiko, 4 diantaranya menyatakan menggunakan korelasi *Pearson*. Bryan Creencia et al., (2022) dan Mala & Jat, (2019) hanya menguji korelasi antara faktor usia dan jenis kelamin terhadap penyakit *dengue*. Jenis kelamin di kedua penelitian menunjukkan korelasi yang sangat signifikan dengan dominan pasien *dengue* berjenis kelamin laki-laki. Selain dari itu, faktor resiko signifikan yang teridentifikasi adalah tingginya populasi penduduk, tingginya kepadatan pemukiman, daerah yang dekat dengan jalan raya maupun tol dan daerah yang dekat dengan tempat berkembang biak nyamuk *Aedes Aegypti* seperti genangan dan daerah rimbun. Berdasarkan studi (Rejeki, et al.,2021) menunjukkan bahwa daerah perkotaan yang padat penduduknya membuat penyakit menular lebih cepat

menyebarkan. Selain itu, perpindahan individu dari satu wilayah geografis ke wilayah lain secara signifikan berkontribusi terhadap penyebaran penyakit menular.²⁴

Dilihat dari faktor lingkungannya yang teridentifikasi, prediksi daerah yang berpotensi terjangkit virus *dengue* dapat dilakukan dengan mengidentifikasi tempat perkembangbiakan nyamuk dan memprediksi pola penyebaran (pola terbang) nyamuk *Aedes Aegypti*. Brasil et al., 2015 mencoba melakukan identifikasi tersebut dengan membangun aplikasi *digital image processing* berbasis sistem informasi geografis yang mana aplikasi tersebut dapat mengambil data jumlah telur nyamuk dengan teknologi rekognisi citra yang langsung dipetakan pada aplikasi web. *ArcGIS* terlihat populer dalam membantu peneliti melakukan visualisasi kluster dan pemetaan, bahkan *ArcGIS* sendiri telah menyediakan *tools* analitik untuk melakukan analisa kluster dan distribusi spasial-temporal (Mala & Jat, 2019). Studi terdahulu yang dilakukan oleh (Lubrica, NVA, et al., 2023) tentang analisis kasus *dengue* dengan menggunakan sistem informasi geografis melaporkan bahwa kluster kasus *dengue* yang tinggi ditemukan sebagian besar di bagian barat barat menuju daerah selatan Kota Baguio dengan beberapa kasus yang terisolasi di wilayah tenggara. Kasus *dengue* rendah ditemukan di daerah pusat Kota Baguio kecuali beberapa kasus yang terisolasi di daerah timur laut. Sebagian besar kluster ditemukan di Barangay yang luas dengan jumlah penduduk yang tinggi, sementara kluster kasus *dengue* yang rendah ditemukan di Barangay dengan populasi padat.²⁵

Keunggulan dari metode ini ialah kepraktisan implementasi yang ditawarkan dari beberapa *tools* SIG yang telah tersedia. Kelemahannya algoritma yang dipakai terbatas, tidak dikembangkan per kasus secara spesifik dan masih terbatas oleh faktor-faktor lokasi yang beragam. Iklim yang berbeda saja misalnya dimana adanya musim dingin yang mempengaruhi pengurangan jumlah kasus *dengue*.

Data visual dalam sistem informasi geografis memungkinkan peneliti untuk menganalisis dan menyajikan data geospasial dengan lebih mudah serta cepat. Visualisasi data membantu mengidentifikasi pola, tren, dan hubungan dalam data tersebut, sementara berbagai jenis visualisasi seperti peta, grafik, dan diagram mempermudah pemahaman. Selain itu, visualisasi data geospasial juga memungkinkan peneliti untuk menyampaikan temuan mereka dengan cara yang menarik dan mudah dipahami, meningkatkan dampak hasil penelitian dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik di berbagai bidang. Sebagai alat berharga dalam penelitian dan komunikasi informasi geografis, data visual dalam sistem informasi geografis memiliki peran penting.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan penggunaan SIG terhadap penyebaran *dengue* dapat bermanfaat untuk mengidentifikasi situasi terkini *dengue* di suatu wilayah, dan memastikan wilayah yang berpotensi terdampak wabah *dengue* dengan menentukan kluster spasial kejadian *dengue* pada skala lokal, memprediksi kasus *dengue* yang lebih baik serta membantu proses pemantauan dan pengawasan yang lebih baik terhadap masyarakat yang terdampak, serta memfasilitasi pengambilan keputusan dalam pencegahan dan pengendalian penyakit *dengue*.

Saran. Pada penelitian yang akan datang dapat menerapkan metode pembelajaran mesin ataupun mengusulkan algoritma prediksi yang lebih efektif terhadap faktor resiko penyakit *dengue* yang teridentifikasi di lokasi lainnya. Model prediktif yang dibangun kemudian dapat divisualisasikan dengan bantuan sistem informasi geografis yang ada sehingga dapat digunakan untuk pendukung pembuatan keputusan, baik dalam penanganan maupun pencegahan penyakit *dengue* ataupun penyakit lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Kami berterima kasih kepada para penulis studi yang termasuk dalam *scoping review* ini.

Daftar Pustaka

1. Rigau-Pérez JG, Clark GG, Gubler DJ, Reiter P, Sanders EJ, Vorndam AV. Dengue and dengue haemorrhagic fever. *Lancet*. 1998;352(9132):971–7.
2. Ouattara CA, Traore S, Sangare I, Traore TI, Meda ZC, Savadogo LGB. Spatiotemporal analysis of dengue fever in Burkina Faso from 2016 to 2019. *BMC Public Health*. 2022;22(1):1–8.
3. Brady OJ, Gething PW, Bhatt S, Messina JP, Brownstein JS, Hoen AG, et al. Refining the global spatial limits of dengue virus transmission by evidence-based consensus. 2012;
4. WHO. Dengue and severe dengue [Internet]. 2023. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>

5. Diptyanusa A, Lazuardi L, Jatmiko RH. Implementation of geographical information systems for the study of diseases caused by vector-borne arboviruses in Southeast Asia: A review based on the publication record. *Geospat Health*. 2020;15(1).
6. Christaki E. New technologies in predicting, preventing and controlling emerging infectious diseases. *Virulence*. 2015;6(6):558–65.
7. Ditsuwan T, Liabsuetrakul T, Chongsuvivatwong V, Thammapalo S, McNeil E. Assessing the spreading patterns of dengue infection and chikungunya fever outbreaks in lower southern Thailand using a geographic information system. *Ann Epidemiol*. 2011;21(4):253–61.
8. Ahmad S, Asif M, Talib R, Adeel M, Yasir M, Chaudary MH. Surveillance of intensity level and geographical spreading of dengue outbreak among males and females in Punjab, Pakistan: A case study of 2011. *J Infect Public Health*. 2018;11(4):472–85.
9. Xiao Y, Watson M. Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. *J Plan Educ Res*. 2019;39(1):93–112.
10. Bryan Creencia GA, Daniel Cap-atan J V, Vincent Boral C, Sebastian MA. Application of Time Series Analysis and Geographic Information System (GIS) in Forecasting the At-Risk areas of Dengue in Cavite, Philippines. *Turkish J Comput Math Educ*. 2022;13(01):364–71.
11. Vargas WP, Kawa H, Sabroza PC, Soares VB, Honório NA, De Almeida AS. Association among house infestation index, dengue incidence, and sociodemographic indicators: surveillance using geographic information system. Vol. 15, *BMC Public Health*. Springer; 2015.
12. Yañez SS, Canencia OP. Ecological and demographic factors associated with dengue virus incidence in Cagayan de Oro city, Philippines: a geographic information system. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 2017.
13. Chaiphongpachara T, Pimsuka S, Na Ayudhaya WS, Wassanasompong W. The application of geographic information system in dengue haemorrhagic fever risk assessment in samut Songkhram province, Thailand. Vol. 12, *International Journal of GEOMATE*. geomatejournal.com; 2017. p. 53–60.
14. Mala S, Jat MK. Geographic information system based spatio-temporal dengue fever cluster analysis and mapping. Vol. 22, *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. Elsevier; 2019. p. 297–304.
15. Withanage GP, Gunawardana M, Viswakula SD, Samaraweera K, Gunawardena NS, Hapugoda MD. Multivariate spatio-temporal approach to identify vulnerable localities in dengue risk areas using Geographic Information System (GIS). Vol. 11, *Scientific Reports*. nature.com; 2021.
16. Hernández-Ávila JE, Rodríguez MH, Santos-Luna R, Sánchez-Castañeda V, Román-Pérez S, Ríos-Salgado VH, et al. Nation-Wide, Web-Based, Geographic Information System for the Integrated Surveillance and Control of Dengue Fever in Mexico. Vol. 8, *PLoS ONE*. journals.plos.org; 2013.
17. Zambrano LI, Rodriguez E, Espinoza-Salvado IA, Fuentes-Barahona IC, Lyra de Oliveira T, Luciano da Veiga G, et al. Spatial distribution of dengue in Honduras during 2016–2019 using a geographic information systems (GIS)–Dengue epidemic implications for public health and travel medicine. *Travel Med Infect Dis*. 2019;32.
18. Brasil LM, Gomes MMF, Miosso CJ, da Silva MM, Amvame-Nze GD. Web platform using digital image processing and geographic information system tools: A Brazilian case study on dengue. Vol. 14, *BioMedical Engineering Online*. Springer; 2015.
19. Zambrano LI, Sierra M, Lara B, Rodríguez-Núñez I, Medina MT, Lozada-Riascos CO, et al. Estimating and mapping the incidence of dengue and chikungunya in Honduras during 2015 using Geographic Information Systems (GIS). *J Infect Public Health*. 2017;10(4):446–56.
20. Bessa Júnior FN, Nunes RF de F, Souza MA de, Medeiros AC de, Marinho MJ de M, Pereira WO. Spatial distribution of dengue disease in municipality of Mossoró, Rio Grande do Norte, using the Geographic Information System. Vol. 16, *Revista Brasileira de Epidemiologia*. *SciELO Public Health*; 2013. p. 603–10.
21. Sumanasinghe N, Mikler A, Tiwari C, Muthukudage J. Geo-statistical dengue risk model using GIS techniques to identify the risk prone areas by linking rainfall and population density factors in Sri Lanka. *Ceylon J Sci*. 2016;45(3).
22. Jayadas TTP, Bharathy P, Gajapathy K, Suthakar K, Vasanthi A, Kumanan T, et al. A Spatial Dengue Risk Map for the Jaffna District of northern Sri Lanka. 2023;
23. Fernández-Martínez B, Pampaka D, Suárez-Sánchez P, Figuerola J, Sierra MJ, León-Gomez I, et al.

- Spatial analysis for risk assessment of dengue in Spain. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2023;
24. Rejeki DSS, Nurhayati N, Aji B. A spatiotemporal analysis of dengue hemorrhagic fever in Banyumas, Indonesia. *Int J Public Heal Sci*. 2021;10(2):231.
 25. Lubrica NVA, Valdez CJS, Quianio JW, Rubia RI, Bernardino Jr GD. Analysis of Dengue Cases Using Geographic Information Systems: Evidence from Baguio City, Philippines. *Philipp J Nurs*. 2022;92(2).

Cara mengutip:

Crispin AR, Sitorus MEJ, Zega DF, Kamble, PB, Dewantoro RW. (2023). Manfaat sistem informasi geografis terhadap penyakit *dengue*: *Scoping Review*. *Haga Journal of Public Health*. 1(1):24-31.