

Analisis Spasial Intensitas Kasus Hipertensi untuk Identifikasi Wilayah Prioritas Intervensi Kesehatan di Kabupaten Probolinggo Berbasis QGIS

Spatial Analysis of Hypertension Case Intensity to Identify Priority Areas for Health Intervention in Probolinggo Regency Based on QGIS

Dian Kartika Sari^{1*}, Iwan Abdi Suandana²,
Malinda Capri Nurul Satya³, Mochammad Choirur Roziqin⁴
Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember^{1,2,3,4}
¹dian@polije.ac.id

Abstrak

Hipertensi merupakan salah satu penyakit tidak menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat karena prevalensinya terus meningkat. Hipertensi didefinisikan sebagai kondisi tekanan darah $\geq 140/90$ mmHg yang dapat meningkatkan risiko penyakit jantung, stroke, dan gangguan ginjal. Distribusi kasus hipertensi yang tidak merata antarwilayah menuntut adanya pendekatan analisis spasial untuk mengidentifikasi wilayah dengan intensitas kasus tinggi sebagai dasar penentuan prioritas intervensi kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis intensitas spasial kasus hipertensi dan mengidentifikasi wilayah prioritas intervensi kesehatan di Kabupaten Probolinggo berbasis aplikasi QGIS. Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif deskriptif dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data penelitian berupa data sekunder jumlah kasus hipertensi per kecamatan tahun 2023 yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo serta data batas administrasi wilayah dalam format *shapefile*. Analisis dilakukan melalui tahapan *data cleaning*, *join attribute*, perhitungan Indeks Intensitas Kasus Hipertensi (IIKH) menggunakan normalisasi Min-Max, klasifikasi intensitas kasus dengan metode *Natural Breaks (Jenks)*, dan visualisasi peta tematik. Hasil penelitian menunjukkan nilai Indeks Intensitas Kasus Hipertensi tertinggi terletak di Kecamatan Tongas (IIKH=1) dan Kecamatan Sukapura terendah (IIKH=0). Sebanyak 2 kecamatan termasuk kategori sangat tinggi, yaitu Tongas dan Leces, serta 3 kecamatan berada pada kategori tinggi, yaitu Gending, Sumberasih, dan Banyuwangi. Analisis spasial berbasis QGIS efektif untuk memetakan intensitas kasus hipertensi dan mendukung penentuan prioritas intervensi kesehatan berbasis wilayah secara objektif.

Kata kunci: Hipertensi, Analisis Spasial, Intensitas Kasus, SIG, QGIS

Abstract

Hypertension is a non-communicable disease that remains a public health problem due to its increasing prevalence. Hypertension is defined as a blood pressure condition $\geq 140/90$ mmHg, which can increase the risk of heart disease, stroke, and kidney disorders. The uneven distribution of hypertension cases between regions requires a spatial analysis approach to identify areas with high case intensity as a basis for determining health intervention priorities. This study aims to analyze the spatial intensity of hypertension cases and identify priority areas for health interventions in Probolinggo Regency based on the QGIS application. This study uses a descriptive quantitative design with a Geographic Information System (GIS) approach. The research data consists of secondary data on the number of hypertension cases per sub-district in 2023 obtained from the Probolinggo Regency Health Office and regional administrative boundary data in *shapefile* format. The analysis was carried out through the stages of data cleaning, attribute join, calculation of the Hypertension Case Intensity Index (IIKH) using Min-Max normalization, case intensity classification using the *Natural Breaks (Jenks)* method, and thematic map visualization. The results showed that Tongas District had the highest Hypertension Case Intensity Index (IIKH=1) and Sukapura District had the lowest (IIKH=0). Two districts, Tongas and Leces, were categorized as very high, while three districts, Gending, Sumberasih, and Banyuwangi, were categorized as high. QGIS-based spatial analysis is effective for mapping the intensity of hypertension cases and supporting objectively determining the priority of area-based health interventions.

Keywords: Hypertension, Spatial Analysis, Case Intensity, GIS, QGIS

1. Pendahuluan

Hipertensi merupakan salah satu penyakit tidak menular yang masih menjadi tantangan utama kesehatan masyarakat baik pada tingkat global maupun nasional. Kondisi ini ditandai oleh peningkatan tekanan darah sistolik ≥ 140 mmHg dan/atau tekanan darah diastolik ≥ 90 mmHg yang berhubungan dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular, stroke, gagal ginjal, dan berbagai komplikasi kronis lainnya. Tingginya prevalensi hipertensi menjadikan penyakit ini sebagai salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di dunia (Zhou et al., 2021). WHO melaporkan lebih dari 1,28 miliar orang dewasa hidup dengan hipertensi, dan hampir dua pertiganya berada di negara berpendapatan rendah dan menengah (World Health Organization, 2023). Di Indonesia, hipertensi masih menjadi masalah kesehatan yang signifikan. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar 2018, prevalensi hipertensi nasional pada penduduk usia ≥ 18 tahun mencapai 34,1%, sedangkan di Provinsi Jawa Timur mencapai 36,3% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018).

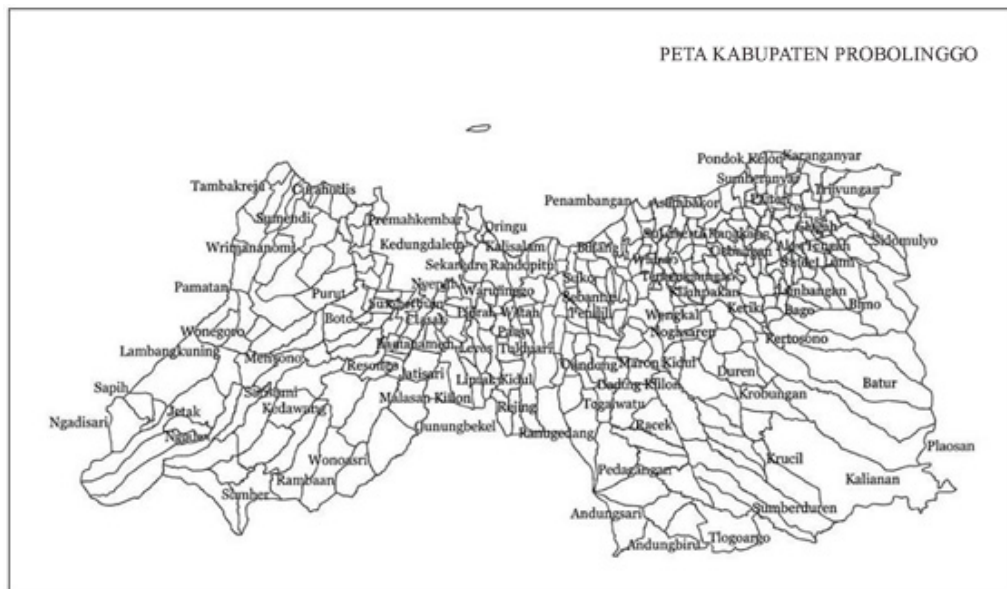
Kabupaten Probolinggo merupakan salah satu wilayah di Jawa Timur yang menunjukkan beban kasus hipertensi cukup tinggi. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo tahun 2023, kasus hipertensi tersebar pada seluruh kecamatan dengan jumlah yang bervariasi (Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo, 2023). Variasi tersebut menunjukkan bahwa hipertensi tidak tersebar secara homogen, melainkan berpotensi membentuk pola geografis tertentu. Pendekatan epidemiologi konvensional yang hanya bertumpu pada statistik deskriptif sering kali belum mampu menjelaskan pola distribusi penyakit berdasarkan dimensi geografis. Oleh karena itu, analisis spasial menjadi penting untuk memahami distribusi kasus hipertensi secara lebih komprehensif serta mengidentifikasi wilayah prioritas intervensi kesehatan (Cromley & McLafferty, 2012; Imtinani & Qurniyawati, 2024).

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam epidemiologi berkembang sebagai pendekatan yang efektif untuk menganalisis distribusi penyakit berbasis wilayah. SIG memungkinkan visualisasi spasial, identifikasi kluster penyakit, analisis pola distribusi, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti dalam perencanaan program kesehatan masyarakat (Cromley & McLafferty, 2012). Penelitian ini menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif melalui pengembangan Indeks Intensitas Kasus Hipertensi (IIKH) berbasis pendekatan *Min-Max Normalization* yang dikombinasikan dengan klasifikasi *Natural Breaks (Jenks)* dalam Sistem Informasi Geografis. IIKH dikembangkan menggunakan pendekatan *Min-Max Normalization* untuk mentransformasikan jumlah kasus hipertensi ke dalam rentang nilai 0–1 sehingga memungkinkan perbandingan intensitas kasus antarwilayah secara proporsional (Patro & Sahu, 2015). Selanjutnya, metode *Natural Breaks (Jenks)* digunakan untuk mengelompokkan nilai indeks berdasarkan pola alami distribusi data dengan meminimalkan variasi di dalam kelas (*within-class variance*) dan memaksimalkan variasi antar kelas (*between-class variance*), sehingga menghasilkan klasifikasi wilayah yang lebih representatif terhadap karakteristik distribusi data (Jenks, 1967; Rey et al., 2017). Pendekatan ini diharapkan mampu menghasilkan identifikasi wilayah prioritas intervensi yang lebih objektif dalam mendukung perencanaan program pengendalian hipertensi di Kabupaten Probolinggo.

2. Metode

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan menggunakan aplikasi *Quantum Geographic Information System (QGIS)*, dan Microsoft Excel 2019. Data yang digunakan adalah data sekunder tahun 2023 yang diperoleh dari instansi terkait antara lain website resmi Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo (Laporan Profil Kesehatan Kabupaten Probolinggo Tahun 2023) dan juga data batas administrasi kecamatan dalam format *shapefile*.



Gambar 1. Peta *Shapefile* Kabupaten Probolinggo

2.2 Alat dan Bahan

a) Hardware

Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini berupa komputer dengan sistem operasi Windows Digunakan sebagai alat utama untuk mengolah data, menjalankan aplikasi GIS, serta membuat peta. Sistem operasi Windows berfungsi sebagai platform untuk menjalankan software seperti QGIS dan Microsoft Excel

b) Software

Quantum Geographic Information System (QGIS) Desktop 3.40.15 dan Microsoft Excel digunakan sebagai perangkat lunak dalam penelitian ini. QGIS digunakan untuk mengolah data spasial berupa peta, seperti menampilkan persebaran kasus hipertensi di setiap kecamatan dalam bentuk peta tematik. Sementara itu, Microsoft Excel digunakan untuk menginput dan merapikan data jumlah kasus hipertensi per kecamatan sebelum data tersebut diolah lebih lanjut di QGIS

c) Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data jumlah kasus hipertensi per kecamatan di Kabupaten Probolinggo sebagai data utama, data administrasi wilayah kecamatan untuk menunjukkan batas dan nama wilayah, serta file shapefile (gadm41_IDN_4.shp) sebagai peta digital yang digunakan untuk menampilkan dan memetakan data tersebut di QGIS. Data jumlah kasus hipertensi di wilayah kabupaten Probolinggo pada tahun 2023 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Kasus Hipertensi

No	Kecamatan	Kasus Hipertensi
1	Sukapura	595
2	Sumber	1344
3	Kuripan	1262
4	Bantaran	935
5	Leces	9955
6	Tegalsiwalan	1953

No	Kecamatan	Kasus Hipertensi
7	Banyuanyar	6948
8	Tiris	1339
9	Krucil	2175
10	Gading	5382
11	Pakuniran	2937
12	Kabupatenanyar	2135
13	Paiton	3988
14	Besuk	1834
15	Kraksaan	1697
16	Krejengan	2911
17	Pajarakan	1651
18	Maron	6336
19	Gending	9487
20	Dringu	5758
21	Wonomerto	1538
22	Lumbang	6106
23	Tongas	12036
24	Sumberasih	8254

2.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi:



Gambar 2. Tahapan Penelitian

2.4 Data Cleaning

Data cleaning dilakukan untuk memeriksa kelengkapan data, menghapus duplikasi, dan menyeragamkan nama wilayah agar sesuai dengan layer spasial. Tahap Data Cleaning ini meliputi pemeriksaan data kosong, validasi numerik, standarisasi nama kecamatan dan pengecekan duplikasi data.

2.5 Join Attribute

Data kasus hipertensi diintegrasikan dengan data spasial menggunakan fitur *Join Attributes* pada QGIS berdasarkan nama kecamatan.

2.6 Perhitungan Indeks Intensitas Kasus Hipertensi (IIKH)

Perhitungan Indeks Intensitas Kasus Hipertensi (IIKH) dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *Min-Max Normalization* untuk mentransformasikan jumlah kasus hipertensi ke dalam rentang nilai 0–1 sehingga memungkinkan perbandingan intensitas kasus antarwilayah secara proporsional. Pendekatan normalisasi ini telah banyak digunakan dalam pembentukan indeks komposit dan transformasi data numerik (Rey et al., 2017). Perhitungan IIKH menggunakan rumus:

$$IIKH_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Keterangan:

- IIKH = indeks intensitas kasus hipertensi
- X_i = jumlah kasus kecamatan i
- X_{min} = jumlah kasus minimum
- X_{max} = jumlah kasus maksimum

Nilai indeks yang semakin mendekati 1 menunjukkan intensitas kasus yang semakin tinggi, sedangkan nilai yang mendekati 0 menunjukkan intensitas kasus yang lebih rendah. Berbeda dengan angka prevalensi atau insidensi yang memerlukan data populasi berisiko sebagai penyebut (*denominator*), penelitian ini bertujuan mengidentifikasi intensitas relatif distribusi kasus antarwilayah berdasarkan data surveilans yang tersedia.

2.7 Klasifikasi *Natural Breaks (Jenks)*

Nilai IIKH selanjutnya diklasifikasikan menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)*, metode *Natural Breaks (Jenks)* ini mengelompokkan data berdasarkan pola alami (*natural groupings*) dengan meminimalkan variasi di dalam kelas (*within-class variance*) dan memaksimalkan perbedaan antar kelas (*between-class variance*), sehingga menghasilkan batas kelas yang lebih representatif terhadap distribusi data dibandingkan metode klasifikasi dengan interval tetap (Jenks, 1967). Pada penelitian ini, metode *Natural Breaks* dipilih karena distribusi kasus hipertensi antar kecamatan di Kabupaten Probolinggo menunjukkan variasi yang cukup besar. Klasifikasi yang dilakukan menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)* dibagi menjadi lima kategori intensitas yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Hasil klasifikasi divisualisasikan dalam bentuk peta tematik untuk mengidentifikasi pola spasial dan menentukan wilayah prioritas intervensi kesehatan berdasarkan tingkat intensitas kasus menggunakan QGIS untuk mengidentifikasi wilayah prioritas intervensi kesehatan (Imtinani & Qurniyawati, 2024).

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Kasus Hipertensi di Kabupaten Probolinggo

Penelitian ini menggunakan data sekunder jumlah kasus hipertensi tahun 2023 yang tersebar pada 24 kecamatan di Kabupaten Probolinggo. Setelah melalui tahapan *data cleaning* dan validasi, seluruh data dinyatakan lengkap sehingga dapat digunakan dalam analisis spasial. Secara umum, jumlah kasus hipertensi antar kecamatan menunjukkan variasi yang cukup besar. Rentang jumlah kasus berada pada interval 595 hingga 12.036 kasus. Kecamatan Sukapura tercatat sebagai wilayah dengan jumlah kasus terendah, sedangkan Kecamatan Tongas menjadi wilayah dengan jumlah kasus tertinggi. Temuan awal ini menunjukkan bahwa distribusi kasus hipertensi di Kabupaten Probolinggo tidak bersifat homogen. Kondisi ini menguatkan pentingnya pendekatan analisis spasial karena analisis deskriptif konvensional belum mampu menjelaskan pola geografis distribusi kasus hipertensi.

3.2. Hasil Perhitungan Indeks Intensitas Kasus Hipertensi (IIKH)

Untuk memperoleh gambaran intensitas kasus hipertensi secara relatif antar wilayah, dilakukan perhitungan Indeks Intensitas Kasus Hipertensi (IIKH) menggunakan normalisasi Min-Max. Nilai IIKH yang diperoleh berkisar antara 0-1. Semakin mendekati nilai 1, semakin tinggi intensitas kasus hipertensi pada wilayah tersebut. Hasil perhitungan IIKH pada Tabel 2 menunjukkan bahwa Kecamatan Tongas memiliki nilai IIKH tertinggi yaitu 1, sedangkan Kecamatan Sukapura memiliki nilai terendah yaitu 0.

Tabel 2. Hasil Perhitungan IIKH

No.	Kecamatan	Kasus	IIKH
1	Tongas	12036	1,000
2	Leces	9955	0,818
3	Gending	9487	0,777
4	Sumberasih	8254	0,669
5	Banyuanyar	6948	0,555
6	Maron	6336	0,502
7	Lumbang	6106	0,482
8	Dringu	5758	0,451
9	Gading	5382	0,418
10	Paiton	3988	0,297
11	Pakuniran	2937	0,205
12	Krejengan	2911	0,202
13	Krucil	2175	0,138
14	Kabupatenanyar	2135	0,135
15	Tegalsiwalan	1953	0,119
16	Besuk	1834	0,108
17	Kraksaan	1697	0,096
18	Pajarakan	1651	0,092
19	Wonomerto	1538	0,082
20	Sumber	1344	0,065
21	Tiris	1339	0,065
22	Kuripan	1262	0,058
23	Bantaran	935	0,030
24	Sukapura	595	0,000

Nilai IIKH selanjutnya diklasifikasikan menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)* dengan rentang nilai pengelompokkan sesuai pada Tabel 3.

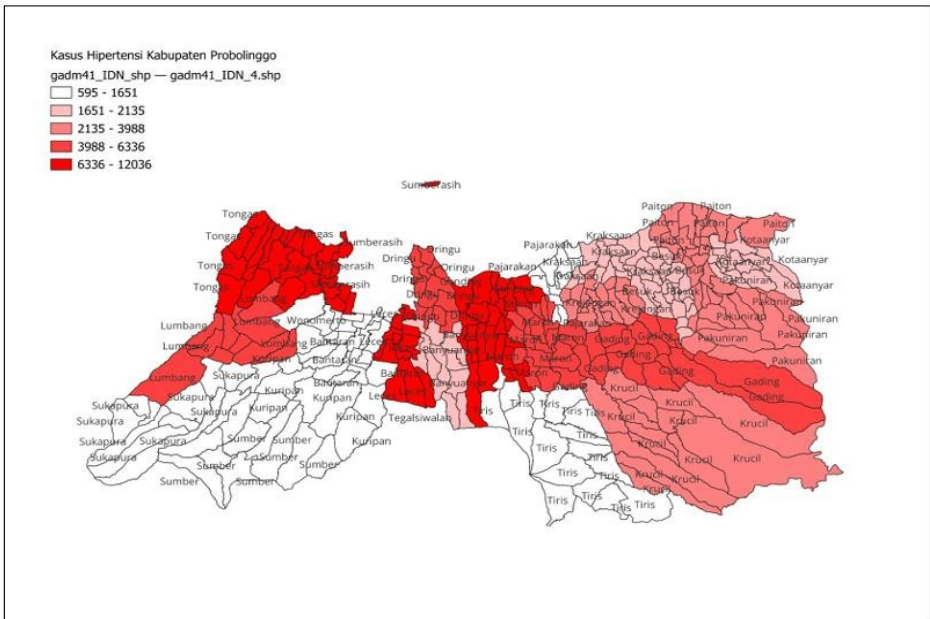
Tabel 3. Klasifikasi Intensitas Kasus Hipertensi

Kategori	Rentang IIKH	Kecamatan
Sangat Rendah	0.000 – 0.138	Sukapura, Bantaran, Kuripan, Tiris, Sumber, Wonomerto, Pajarakan, Kraksaan, Besuk, Tegalsiwalan, Kabupatenanyar, Krucil
Rendah	>0.138 – 0.297	Krejengan, Pakuniran, Paiton
Sedang	>0.297 – 0.502	Gading, Dringu, Lumbang, Maron
Tinggi	>0.502 – 0.777	Banyuanyar, Sumberasih, Gending
Sangat Tinggi	>0.777 – 1.000	Leces, Tongas

Hasilnya, mayoritas kecamatan berada pada kategori sangat rendah hingga sedang. Namun, terdapat dua kecamatan yang berada pada kategori sangat tinggi, yaitu Tongas dan Leces.

3.3 Hasil Analisis Spasial Intensitas Kasus

Setelah dilakukan klasifikasi metode *Natural Breaks (Jenks)*, selanjutnya dilakukan proses visualisasi untuk melakukan analisis spasial intensitas kasus. Visualisasi menggunakan QGIS menunjukkan bahwa distribusi kasus hipertensi tidak menyebar secara acak. Peta intensitas kasus memperlihatkan adanya pengelompokan wilayah dengan intensitas kasus serupa. Berdasarkan tabel 1 data kasus hipertensi Kabupaten Probolinggo, diketahui bahwa jumlah kasus hipertensi tertinggi terdapat di kecamatan Tongas dengan jumlah kasus sebesar 12036 kasus. Hal ini menjadikan Tongas sebagai salah satu kecamatan dengan tingkat kejadian hipertensi tertinggi di kabupaten Probolinggo. Jumlah kasus diklasifikasikan menjadi 5 zona berdasarkan *Natural Breaks (Jenks)*, yang dapat dilihat sebarannya pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Hasil Pemetaan Spasial Intensitas Kasus Hipertensi

3.4 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi kasus hipertensi di Kabupaten Probolinggo tidak tersebar merata, tetapi membentuk pola spasial yang mengelompok pada beberapa wilayah tertentu. Temuan ini menunjukkan adanya heterogenitas spasial, yaitu kondisi ketika intensitas penyakit berbeda antar wilayah geografis. Berdasarkan nilai IIKH, Kecamatan Tongas dan Leces memiliki intensitas kasus tertinggi, sedangkan Gending, Sumberasih, dan Banyuanyar berada pada kategori tinggi. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Imtinani & Qurniyawati, 2024) yang menunjukkan bahwa distribusi kasus hipertensi di Kabupaten Malang membentuk variasi spasial antarwilayah sehingga analisis berbasis SIG dapat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah prioritas intervensi Kesehatan yang menunjukkan bahwa hipertensi cenderung membentuk klaster pada wilayah dengan kepadatan penduduk tinggi dan urbanisasi yang meningkat. Demikian pula laporan NCD Risk Factor Collaboration (Zhou et al., 2021) menyebutkan bahwa prevalensi hipertensi global terus meningkat akibat transisi epidemiologi dan perubahan gaya hidup.

Perbedaan intensitas kasus antar kecamatan kemungkinan dipengaruhi oleh berbagai factor. Secara umum, faktor risiko hipertensi terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu faktor yang tidak dapat diubah dan faktor yang berkaitan dengan gaya hidup (Lenda et al., 2025). Faktor yang tidak dapat diubah mencakup usia, jenis kelamin, dan faktor genetik, obesitas, ras yang secara alami dapat meningkatkan kemungkinan seseorang mengalami hipertensi seiring waktu (Maulidah Ayyub et al., 2025). Sementara itu, faktor risiko yang berasal dari pola hidup, seperti merokok, asupan serat yang rendah, konsumsi makanan tinggi lemak, asupan natrium berlebih, dislipidemia, serta kebiasaan mengonsumsi garam dalam jumlah tinggi, juga berkontribusi terhadap peningkatan tekanan darah. Berdasarkan penelitian sebelumnya, faktor gaya hidup seperti rendahnya aktivitas fisik serta tingginya konsumsi garam, gula, dan lemak merupakan faktor dominan yang berhubungan dengan kejadian hipertensi di Indonesia (Dewati et al., 2023). Selain itu, faktor sosial seperti pekerjaan dan pendidikan juga dapat berpengaruh terhadap kejadian hipertensi karena berkaitan dengan pola hidup dan kesadaran kesehatan seseorang (Tasya Amelia, 2025).

Penggunaan QGIS dalam penelitian ini memberikan keunggulan dalam visualisasi dan analisis distribusi penyakit. Menurut Cromley dan McLafferty (Cromley & McLafferty, 2012), SIG merupakan alat penting dalam epidemiologi spasial untuk mendeteksi klaster penyakit dan mendukung pengambilan keputusan berbasis lokasi. Kontribusi utama penelitian ini adalah integrasi QGIS, IIKH, dan klasifikasi Natural Breaks untuk menghasilkan pemetaan intensitas kasus hipertensi yang dapat mengidentifikasi wilayah prioritas intervensi Kesehatan. Pemetaan spasial dapat menjadi dasar dalam perencanaan program promotif dan preventif seperti peningkatan edukasi kesehatan, pengendalian faktor risiko hipertensi, serta peningkatan kegiatan deteksi dini terutama pada wilayah dengan jumlah kasus tinggi (Rey et al., 2017). Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemetaan spasial kasus hipertensi menggunakan QGIS dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai distribusi geografis penyakit sehingga dapat membantu pengambil kebijakan dalam menentukan prioritas wilayah penanganan hipertensi secara lebih efektif dan berbasis data. Meski demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan variabel jumlah kasus tanpa mempertimbangkan faktor risiko lainnya.

4. Simpulan

Penelitian ini berhasil menerapkan Indeks Intensitas Kasus Hipertensi (IIKH) yang dikombinasikan dengan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan metode Natural Breaks (Jenks) untuk mengidentifikasi wilayah prioritas intervensi kesehatan di Kabupaten Probolinggo. Hasil normalisasi menunjukkan bahwa nilai IIKH berkisar antara 0,000–1,000, dengan Kecamatan Tongas dan Leces memiliki intensitas kasus tertinggi sedangkan Kecamatan Sukapura memiliki intensitas terendah. Klasifikasi menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)* menghasilkan lima kategori intensitas, yaitu Sangat Rendah, Rendah, Sedang, Tinggi, dan Sangat Tinggi. Sebagian besar kecamatan (12 dari 24 kecamatan) berada pada kategori Sangat Rendah, sedangkan hanya dua kecamatan, yaitu Tongas dan Leces, yang termasuk kategori Sangat Tinggi. Kecamatan Gending, Sumberasih, dan Banyuwang berada pada kategori Tinggi, sehingga bersama Tongas dan Leces menjadi wilayah yang memerlukan perhatian lebih dalam perencanaan program pengendalian hipertensi.

5. Daftar Pustaka

- Cromley, E. K., & McLafferty, S. L. (2012). *GIS and Public Health* (2nd ed.). Guilford Press.
- Dewati, C. A., Natavany, A. R., Putri, Z. M., Nurfaizi, A., Rumbrawer, S. O., & Sri Rejeki, D. S. (2023). Literature Review: Faktor Risiko Hipertensi di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(3), 290–307. <https://doi.org/10.14710/jkm.v11i3.34514>
- Imtinani, A. I., & Qurniyawati, E. (2024). Distribution of Hypertension Cases Based on Primary Health Care 2017–2021 in Malang, Indonesia: Spatial Analysis. *Althea Medical Journal*. <https://doi.org/10.15850/amj.v11n3.3291>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Laporan Nasional Riskesdas 2018*.
- Jenks, G. F. (1967). The Data Model Concept in Statistical Mapping. *International Yearbook of Cartography*.
- Lenda, D. A. I., Weraman, P., Syamruth, Y. K., Adu, A. A., & Roga, A. U. (2025). Spatial Analysis of Determinants of Hypertension Incidence in Kota Lama Subdistrict, Kupang, Indonesia. *Journal of Epidemiology and Public Health*, 10(2), 204–216. <https://doi.org/10.26911/jepublichealth.2025.10.02.07>
- Maulidah Ayyub, I., Aini Isnawati, I., Studi, P. S., & Fakultas Ilmu Kesehatan, K. (2025). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Hipertensi Lansia Di Desa Karangbong Kecamatan Pajajaran Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Ilmu Kesehatan Mandira Cendekia*, (4). <https://journal-mandiracendekia.com/jikmc>
- World Health Organization. (2023). *Hypertension*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
- Patro, S. G. K., & Sahu, K. K. (2015). Normalization: A Preprocessing Stage. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2015.2305>
- Dinas Kesehatan Kabupaten Probolinggo. (2023). *Profil Kesehatan Kabupaten Probolinggo Tahun 2023*.

- Rey, S. J., Stephens, P., & Laura, J. (2017). An Evaluation of Sampling and Full Enumeration Strategies for Fisher–Jenks Classification in Big Data Settings. *Transactions in GIS*. <https://doi.org/10.1111/tgis.12236>
- Tasya Amelia, M. (2025). Pengaruh Faktor Risiko Kejadian Hipertensi Pada Pra Lansia Di Wilayah Kerja Puskesmas Landasan Ulin Tahun 2023. *Jurnal Ilmu Gizi Dan Kesehatan*, 1(1). <https://ojs.univsm.ac.id/index.php/nutri>
- Zhou, B., Carrillo-Larco, R. M., Danaei, G., Riley, L. M., Paciorek, C. J., Stevens, G. A., Gregg, E. W., Bennett, J. E., Solomon, B., Singleton, R. K., Sophiea, M. K., Iurilli, M. L. C., Lhoste, V. P. F., Cowan, M. J., Savin, S., Woodward, M., Balanova, Y., Cifkova, R., Damasceno, A., ... Ezzati, M. (2021). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *The Lancet*, 398(10304), 957–980. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01330-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01330-1)