RAGAM: Journal of Statistics and Its Application
Volume 04 Nomor 02, Desember 2025
Hal: 61-75/DOI: https://doi.org/10.20527/ragam.v4i2
Journal Homepage: https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/ragam

PEMETAAN PERSEBARAN PENDERITA DEMAM BERDARAH DENGUE MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KABUPATEN BANTUL TAHUN 2024

Andhy Sulistyo [1*], Yogi Putri Isnaini [2], Adira Padmarini[3]
[1,2]Poltekkkes BSI Yogyakarta, Indonesia
[3] Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Indonesia

*e-mail *corresponding author*: andhysulistyo@gmail.com

Abstract

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) remains a major public health problem with fluctuating incidence in Indonesia, including Bantul District. In 2024, 672 DHF cases were reported, a sharp increase compared to 135 cases in the previous year. This situation highlights the need for spatial analysis to better understand the disease distribution and support effective control strategies. This study aims to map the distribution of DHF cases in Bantul District in 2024 and analyze spatial patterns using Geographic Information Systems (GIS). A descriptive quantitative study with a case study approach was conducted. The population consisted of all reported DHF cases in 2024 obtained from the Bantul District Health Office, including patient residential coordinates. Spatial analysis was performed using ArcGIS 10.3. Global Moran's I was applied to assess spatial autocorrelation, the Average Nearest Neighbor (ANN) method was used to determine distribution patterns, and the Central Feature tool identified the central point of case concentration. The analysis revealed that DHF cases were significantly clustered, as indicated by a positive Moran's I value ($p<0.05$) and an ANN index <1. The central feature analysis showed that case concentrations were mainly located in the working areas of Pleret and Imogiri II primary health centers. The distribution of DHF cases in Bantul District in 2024 is not random but clustered in specific areas. These findings provide crucial evidence for prioritizing targeted interventions such as fogging, community education, and more focused source reduction programs.

Keywords: *DHF, GIS, ANN, Moran's I, Bantul*

1. PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di dunia, khususnya di wilayah tropis dan subtropis. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mencatat peningkatan signifikan kasus DBD dalam dua dekade terakhir, dari 505.430 kasus pada tahun 2000 menjadi 5,2 juta kasus pada tahun 2019, bahkan mencapai puncaknya pada tahun 2023 di Asia dengan lebih dari 321.000 kasus hanya di Bangladesh [1]. Di Indonesia, Kementerian Kesehatan melaporkan sebanyak 114.720 kasus dengan 894 kematian akibat DBD pada tahun 2023. Meskipun angka tersebut menurun dibandingkan tahun sebelumnya, penyebaran penyakit ini tetap menunjukkan pola fluktuatif yang membutuhkan perhatian serius[2].

Fenomena serupa terjadi di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan data Dinas Kesehatan setempat, jumlah kasus DBD tercatat sebanyak

135 kasus pada tahun 2023, kemudian meningkat tajam menjadi 672 kasus pada tahun 2024. Kasus terbanyak terkonsentrasi di wilayah kerja Puskesmas Pleret, Imogiri II, dan Pundong [3]. Lonjakan kasus ini mengindikasikan masih adanya faktor risiko lingkungan, sanitasi yang kurang optimal, serta keterbatasan metode pemantauan yang digunakan. Saat ini, upaya pengendalian di tingkat daerah belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi berbasis spasial untuk memetakan pola persebaran kasus secara sistematis, sehingga strategi pencegahan dan pengendalian seringkali bersifat reaktif dan kurang tepat sasaran.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat menjadi solusi inovatif dalam mengidentifikasi pola distribusi penyakit berbasis lokasi. Ren dan Xu (2024)[4] misalnya, membuktikan adanya hubungan antara epidemi lokal dan impor di Tiongkok melalui analisis spatiotemporal menggunakan SIG. Di Indonesia, penelitian Rahmat et al. (2021)[5] berhasil mengidentifikasi zona risiko DBD di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, sedangkan Sulistyo et al. (2019)[6] menunjukkan bahwa kedekatan dengan sungai, kepadatan permukiman, dan ketinggian wilayah berkontribusi signifikan terhadap risiko penyebaran DBD di Kabupaten Bantul. Namun demikian, sebagian besar studi masih terbatas pada skala provinsi atau analisis spasial sederhana, belum mendalami integrasi data epidemiologis dengan pendekatan analisis spasial lanjut seperti *Moran's Index*, *Average Nearest Neighbor* (ANN), maupun *Central Feature* untuk mengidentifikasi pusat penyebaran penyakit.

Keterbatasan inilah yang menjadi dasar pentingnya penelitian ini. Dengan mengintegrasikan data kasus DBD tahun 2024 di Kabupaten Bantul ke dalam platform SIG berbasis ArcGIS, penelitian ini tidak hanya memvisualisasikan persebaran penyakit, tetapi juga menganalisis pola distribusi spasial dan titik pusat penyebaran. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan gambaran lebih komprehensif mengenai dinamika penularan DBD, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat bagi dinas kesehatan maupun pemangku kepentingan terkait.

Secara praktis, penelitian ini signifikan karena hasil pemetaan dapat membantu merancang strategi intervensi berbasis wilayah, seperti penentuan prioritas lokasi fogging, peningkatan program Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN), maupun edukasi kesehatan masyarakat yang lebih terarah. Dari sisi akademis, penelitian ini juga memperkuat literatur mengenai penerapan analisis spasial lanjut dalam epidemiologi penyakit menular di tingkat kabupaten.

Berdasarkan uraian tersebut, masalah utama yang diidentifikasi adalah belum optimalnya pemanfaatan SIG dalam menganalisis pola persebaran kasus DBD di Kabupaten Bantul tahun 2024, meskipun kasus mengalami peningkatan signifikan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk memetakan persebaran kasus DBD, menganalisis pola spasial dengan *Moran's Index* dan ANN, serta mengidentifikasi

pusat penyebaran menggunakan *Central Feature*, sehingga dapat memberikan rekomendasi berbasis data dalam upaya pengendalian DBD di Kabupaten Bantul.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* maupun *Aedes albopictus*. Penyakit ini bersifat endemis di wilayah tropis dengan kecenderungan peningkatan kasus terutama pada musim hujan[1]. Faktor lingkungan seperti kepadatan penduduk, sanitasi yang buruk, serta keberadaan tempat penampungan air menjadi determinan penting dalam penyebaran DBD [2].

Secara klinis, DBD dibagi menjadi beberapa derajat keparahan, mulai dari demam dengue tanpa tanda peringatan hingga dengue berat yang dapat menyebabkan syok dan kematian [7]. Menurut klasifikasi ICD-10 revisi ke-10, penyakit ini tercatat dalam blok kode A97, yang meliputi berbagai variasi diagnosis dari dengue ringan hingga dengue dengan komplikasi berat [1]. Di Indonesia, kejadian DBD masih fluktuatif dengan insidensi tinggi di beberapa provinsi, termasuk Daerah Istimewa Yogyakarta [5]. Oleh karena itu, pemetaan berbasis wilayah diperlukan untuk memahami distribusi kasus dan mendukung intervensi yang tepat sasaran.

2.2 Pemetaan dalam Kesehatan

Pemetaan merupakan proses visualisasi data spasial ke dalam bentuk peta untuk menunjukkan kondisi atau fenomena kesehatan di suatu wilayah. Dalam epidemiologi, pemetaan digunakan untuk mengidentifikasi distribusi penyakit, faktor risiko, serta hubungan spasial antara kejadian penyakit dengan lingkungan sekitarnya[8].

Pemetaan berbasis spasial sangat membantu tenaga kesehatan dan pemerintah daerah dalam memantau dinamika penyakit menular, termasuk DBD. Data kasus yang divisualisasikan dalam bentuk peta lebih mudah dipahami dan dapat digunakan untuk menetapkan prioritas intervensi, seperti *fogging*, penyuluhan, maupun program pemberantasan sarang nyamuk [9].

2.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem berbasis komputer yang dapat mengintegrasikan, menyimpan, menganalisis, dan menampilkan data spasial maupun nonspasial. Dalam bidang kesehatan, SIG digunakan untuk memetakan kasus penyakit, mengidentifikasi faktor risiko lingkungan, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti [10].

Beberapa penelitian menunjukkan efektivitas SIG dalam epidemiologi DBD. Sulistyo et al. (2019) [6]mengombinasikan teknologi GPS dan SIG untuk memetakan breeding place nyamuk di Bantul, dan menemukan bahwa kedekatan dengan sungai serta kepadatan permukiman berkontribusi besar terhadap kerawanan DBD. Penelitian

serupa di tingkat provinsi juga menunjukkan bahwa SIG mampu mengidentifikasi zona risiko yang tidak terlihat jika hanya menggunakan data tabular [5].

2.4 Analisis Spasial dalam Epidemiologi

Dalam penelitian kesehatan berbasis spasial, beberapa metode analisis digunakan untuk mendalami distribusi penyakit, antara lain:

Moran's Index digunakan untuk mengukur autokorelasi spasial, yaitu apakah suatu fenomena kesehatan (misalnya kasus DBD) memiliki pola pengelompokan (*clustered*), acak (random), atau menyebar (dispersed). Nilai indeks > 0 menunjukkan adanya pengelompokan, nilai < 0 menunjukkan pola menyebar, sedangkan nilai mendekati 0 menunjukkan distribusi acak [11].

a) *Average Nearest Neighbor* (ANN)

Metode ANN digunakan untuk menganalisis pola distribusi spasial dengan menghitung jarak rata-rata antar titik kasus. Nilai indeks ANN < 1 menunjukkan pola mengelompok, = 1 menunjukkan acak, dan > 1 menunjukkan pola menyebar [12]. Analisis ini berguna untuk memahami kedekatan spasial antar kasus dalam suatu wilayah.

b) Central Feature

Central Feature merupakan analisis untuk menentukan titik paling sentral dari distribusi kasus dalam suatu area. Metode ini membantu mengidentifikasi lokasi pusat konsentrasi kasus, yang sangat berguna dalam menentukan titik prioritas intervensi kesehatan [13].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian, Lokasi dan Waktu

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dengan rancangan studi kasus dan pendekatan analitik untuk menelaah pola persebaran kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) pada tingkat wilayah kerja puskesmas. Penelitian dilaksanakan di Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul dan tiga Puskesmas dengan jumlah kasus tertinggi (Pleret, Pundong, Imogiri II). Periode penelitian meliputi analisis data kasus tahun 2024 dan kegiatan lapangan yang dilakukan pada Maret–Mei 2025.

3.2 Sumber Data

a) Data primer: Wawancara terstruktur dan observasi pada petugas Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Menular (P2PM) Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul serta petugas programmer puskesmas (untuk konfirmasi data kasus dan titik koordinat).

b) Data sekunder:

   1) Daftar kasus DBD Kabupaten Bantul tahun 2024 (rekap Dinas Kesehatan).

   2) File koordinat (*latitude-longitude*) tiap penderita yang diserahkan oleh *programmer* puskesmas (lampiran).

3) Peta administratif dan shapefile wilayah Kabupaten Bantul serta data elevasi (DEM) untuk analisis ketinggian.

3.3 Populasi dan Sampel (Teknik Pengambilan Sampel)

Populasi objek penelitian adalah seluruh kasus DBD yang tercatat di Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul tahun 2024. Teknik pengambilan sampel menggunakan sampel jenuh (total sampling), seluruh kasus dijadikan sampel (sensus) sehingga analisis spasial mencakup total dataset kasus 2024. Subjek kualitatif meliputi petugas P2PM Dinkes dan *programmer* puskesmas (sampel *purposive* sesuai peran).

3.4 Teknik Pengumpulan Data

a) Studi dokumentasi: pengambilan rekap kasus DBD dari Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul dan dataset koordinat dari programmer puskesmas.

b) Observasi lapangan: kunjungan ke Dinas Kesehatan dan (sebagian) lokasi untuk verifikasi titik koordinat bila diperlukan.

c) Wawancara terstruktur: dengan petugas P2PM Dinkes dan *programmer* puskesmas untuk menanyakan prosedur pelaporan, sumber koordinat, dan klarifikasi data. Instrumen (lembar observasi dan kuesioner wawancara).

3.5 Analisis Statistik Spasial (detail)

Semua penghitungan spasial dilakukan dengan *toolbox Spatial Statistics* di ArcGIS:

a) Global Moran's I (*Spatial Autocorrelation*)

Nilai Moran's I, *expected I*, *z-score*, *p-value.* Keputusan: signifikansi jika $p < 0.05$ dan $|z| > 1.96$; $I > E(I)$ mengindikasikan pola clustered; $I < E(I)$ mengindikasikan dispersed atau negatif autokorelasi. (Aturan dan interpretasi mengacu pada literatur *Moran's I* dan dokumentasi ArcGIS).

b) *Average Nearest Neighbour* (ANN)

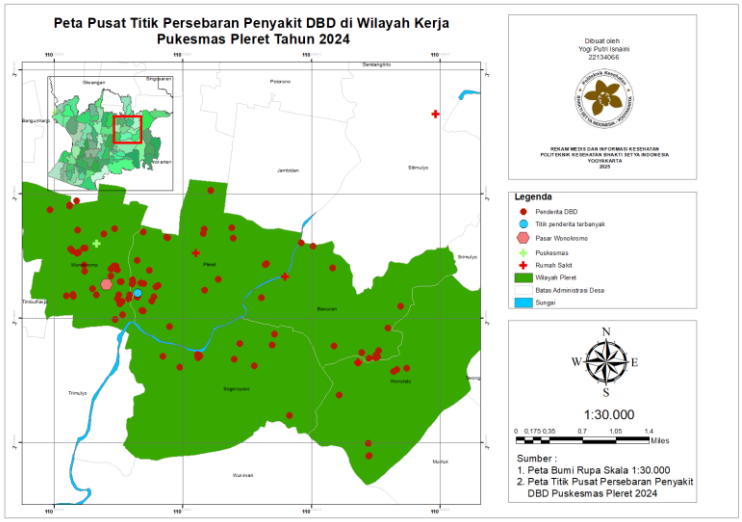
Observed Mean Distance, *Expected Mean Distance, Nearest Neighbor Index* (T), z-score, p-value. Interpretasi: $T < 1 \rightarrow$ *clustered*; $T \approx 1 \rightarrow$ random; $T > 1 \rightarrow$ *dispersed*. Signifikansi diuji dengan *p-value* (<0,05).

c) *Central Feature*

Mengidentifikasi titik (fitur) paling sentral, fitur dengan jumlah jarak terkecil ke semua fitur lainnya, yang menunjukkan pusat konsentrasi kasus. Hasil dipetakan untuk menentukan desa/puskesmas prioritas intervensi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Puskesmas Pleret



Gambar 1: Peta persebaran dan pusat kasus DBD Puskesmas Pleret 2024

Tabel 1 Hasil Nilai *Moran's Index* Puskesmas Pleret

Moran's Index	Pola Spasial
0.216019	*Clustered* (mengelompok)

Berdasarkan Tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa nilai *Moran's Index* persebaran penderita kasus demam berdarah dengue di Puskesmas Pleret yaitu 0.216019, yang berada di rentang $0 < I \leq 1$ sehingga dapat disimpulkan terdapat korelasi spasial dan pola persebaran bersifat clustered (mengelompok). Tetapi, untuk memastikan bahwa pola yang benar, perlu dilakukan uji signifikan, sehingga diketahui ada atau tidaknya aurokorelasi spasial titik persebaran penderita demam berdarah dengue di wilayah kerja Puskesmas Pleret. Berikut ini merupakan hasil uji signifikan statistik *Moran's Index*:

Tabel 2 Hasil uji signifikan statistik *Moran's Index* Puskesmas Pleret

Moran's Index	***E(I)***	***Z(I)***	***Z(α)***
0.216019	-0.028571	2.956972	2.58

Berdasarkan Tabel 2 hasil uji statistik yang telah dilakukan persebaran kasus demam berdarah dengue di wilayah kerja Puskesmas Pleret memiliki nilai *Moran's Index* sebesar 0.216019 atau $|Z_{hitung}| > Z_{(\alpha-2)}$ (1.96) artinya terdapat autokorelasi antara kasus DBD yang cenderung berdekatan.

Hasil studi yang dilakukan Pertiwi & Lestari [14] nilai *Moran's Index* dalam sebaran DBD di kecamatan ambarawa pada tahun 2018 mendapatkan 0.095 dan pada tahun 2019 mendapat 0.096 yang menunjukkan pola persebaran kasus *clustering* hal ini memiliki keterkaitan dengan masyarakat dalam pemberantasan sarang nyamuk DBD yang belum maksimal.

Berdasarkan perbandingan hasil uji analisis *Moran's Index* menunjukkan adanya pengaruh terhadap tetangga sekitarnya dengan masyarakat yang belum maksimal melakukan PSN. Hal itu disebabkan karena lingkungan disekitar tempat tinggal kebersihannya tidak terjaga yang dapat menyebabkan perkembangbiakan nyamuk Aedes aegypti. Hasil studi yang dilakukan oleh Habinuddin tahun 2021 [15] dan Pertiwi & Lestari tahun 2020 sejalan dengan penelitian ini yaitu terdapat pengaruh antara antara tetangga sekitarnya dengan masyarakat yang belum maksimal melakukan PSN.

Perhitungan analisis tetangga terdekat dalam penelitian ini dihitung menggunakan *software* ArcGIS 10.3 dengan menggunakan salah satu fitur dalam ArcGIS yaitu *tool Average Nearest Neighbour.* Setelah dilakukan analisis pada *software* ArcGIS maka dilakukan penghitungan nilai T yang dapat dijadikan acuan apakah pola persebaran kasus DBD di wilayah kerja Puskesmas Pleret memiliki pola bergerombol *(clustered)*, acak *(random)*, atau menyebar *(dispersed)*. Untuk mengetahui variasi persebaran berdasarkan nilai T pada penderita kasus demam berdarah *dengue* di wilayah kerja Puskesmas Pleret dihitung sebagai berikut:

$$T = \frac{J_U}{J_H}$$

$$T = \frac{323.2956}{557,9530}$$

T = 0.5794316

Keterangan :
T = Index penyebaran titik (ANN)
J_H = Jarak rata-rata acak
J_U = Jarak titik dibagi jumlah titik

Dari penghitungan nilai T diatas dapat diperoleh nilai T sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil nilai T Puskesmas Pleret

Nilai T	Pola Spasial
0.5794316	mengelompok *(clustered pattern)*

Berdasarkan Tabel 3 diatas dapat diketahui bahwa nilai T persebaran penderita kasus demam berdarah dengue di Puskesmas Pleret yaitu 0.5794316, yang berada di kriteria T < 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa menunjukkan pola penyebaran kejadian DBD yang terjadi di wilayah kerja Puskesmas Pleret adalah mengelompok (*clustered pattern*).

Tabel 4 Hasil uji signifikan statistik ANN Puskesmas Pleret

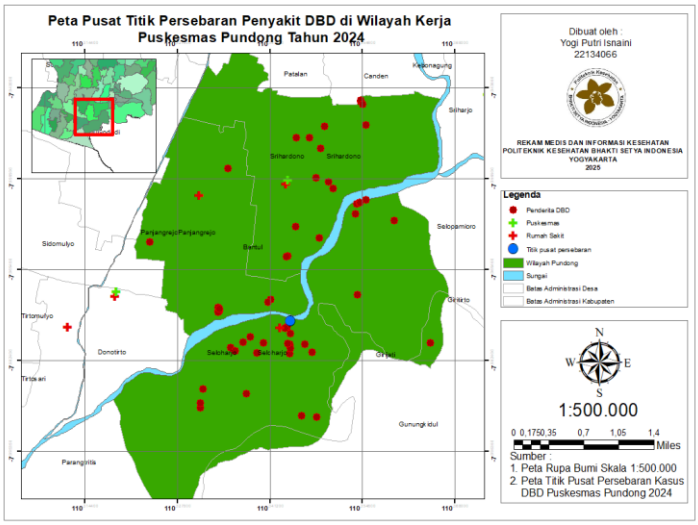
Observed mean distance	*Expected mean distance*	*Nearest neighbour ratio*	*P-value*
323.2956	557.9530	0.579432	0,000000

Berdasarkan Tabel 4 diatas, nilai nilai *p-value* < 0,05 yang dapat disimpulkan bahwa hasil analisis tersebut signifikan secara statistik sehingga dapat menolak hipotesis nol hal ini menunjukkan bukti kuat untuk menyimpulkan bahwa fitur-fitur dalam dataset menunjukkan pola pengelompokan (*clustering*) atau penyebaran (*dispersed*) yang signifikan.

Hasil studi yang dilakukan oleh Kurnia et al., 2023 di kecamatan tanjungpinang timur kota tanjungpinang provinsi kepulauan riau pada kelurahan batu 9 mendapat nilai *Average Nearest Neighbour* sebesar 0,7 sedangkan kampung bulang sebesar 0,1 yang dapat disimpulkan pola spasial persebaran kasus DBD di kelurahan batu 9 dan kampung bulang adalah *clustered*[16]. Berdasarkan ANN tersebut disimpulkan bahwa Nilai *p-value* lebih kecil dari *Z-score* yang menyatakan bahwa terdapat hubungan bermakna antara kasus DBD dengan kepadatan penduduk pada kedua Kelurahan ini.

Berdasarkan perbandingan hasil uji analisis *Average Nearest Neighbour* menunjukkan adanya pengaruh antara kepadatan penduduk dengan lingkungan. Hal ini disebabkan karena Lingkungan pemukiman yang padat dapat dengan jarak antar rumah yang saling berdekatan memudahkan nyamuk dalam menularkan penyakit DBD. Selain itu *incidence rate*, lemahnya program upaya pengendalian DBD serta individu yang tidak melakukan PSN menjadi faktor yang mempengaruhi juga. Hasil studi yang dilakukan Kurnia et al., tahun 2023 dan Karlina & Surury tahun 2022 sejalan dengan penelitian ini yaitu terdapat pengaruh antara kepadatan penduduk dengan faktor lingkungan[16][17].

Puskesmas Pundong



Gambar 2: Peta persebaran dan pusat kasus DBD Puskesmas Pundong

Untuk mengetahui pola spasial penderita kasus demam berdarah dengue, digunakan uji autokorelasi spasial secara global dengan *Moran's Index* terhadap sebaran titik penderita kasus demam berdarah dengue di wilayah kerja Puskesmas Pundong. Untuk dapat mengetahui nilai *Moran's Index* penulis menggunakan *software* ArcGIS 10.3 sehingga diperoleh nilai *Moran's Index* sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil nilai *Moran's Index* Puskesmas Pundong

Moran's Index	Pola Spasial
0.579032	*clustered* (mengelompok)

Tabel 6 Hasil uji signifikan statistik *Moran's Index* Puskesmas Pundong

Moran's Index	*E(I)*	*Z(I)*	*Z(α)*
0.579032	-0.006711	7.481948	>2.58

Berdasarkan Tabel 6 diatas, nilai I > E (I) yang dapat disimpulkan bahwa terdapat autokorelasi spasial positif, pola daerah sekitarnya mempunyai sifat yang sama satu sama lain atau juga dapat disebut *clustered* (mengelompok). Autokorelasi spasial yang mempunyai nilai positif menandakan bahwa nilai-nilai yang tinggi berdekatan dengan nilai yang tinggi atau nilai yang rendah berdekatan dengan nilai yang rendah pula.

Hasil studi yang dilakukan oleh (Ruliansyah et al., 2017)[18] nilai *Moran's Index* dalam sebaran DBD di kota tasikmalaya tahun 2011-2015 mendapat nilai yaitu 0.35 (2011), 0.35 (2012), 0.37 (2013), 0.44 (2014), 0.42 (2015) yang menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif setiap tahunnya. Pola distribusi kasus DBD di kota tasikmalaya terjadi secara mengelompok, pola sebaran kasus mengelompok sebagai indikator bahwa ada konsentrasi habitat vektor, sehingga berpotensi lebih besar terjadi penularan setempat.

Berdasarkan perbandingan hasil uji analisis *Moran's Index* menunjukkan adanya pengaruh terhadap konsentrasi habitat vektor dengan program pengendalian vektor DBD. Hal ini disebabkan kasus terjadi di seloharjo yang berdekatan dengan sungai, karena sungai salah satu tempat yang dapat terjadi konsentrasi habitat vektor serta program pengendalian vektor disekitar sungai belum maksimal. Hasil studi yang dilakukan oleh Ruliansyah et al., tahun 2017 dan Syamsir et al., tahun 2020 sejalan dengan penelitian ini yaitu adanya pengaruh terhadap konsentrasi habitat vektor dengan program pengendalian vektor DBD[18][19].

Perhitungan analisis tetangga terdekat dalam penelitian ini dihitung menggunakan *software* ArcGIS 10.3 dengan menggunakan salah satu fitur dalam ArcGIS yaitu *tool Average Nearest Neighbour.* Setelah dilakukan analisis pada *software* ArcGIS maka dilakukan penghitungan nilai T yang dapat dijadikan acuan apakah pola persebaran kasus DBD di wilayah kerja Puskesmas Pundong memiliki pola bergerombol *(clustered)*, acak *(random)*, atau menyebar *(dispersed)*. Untuk mengetahui variasi persebaran berdasarkan nilai T pada penderita kasus demam berdarah *dengue* di wilayah kerja Puskesmas Pundong dihitung sebagai berikut:

$$T = \frac{J_U}{J_H}$$

$$T = \frac{220.9642}{283,5393}$$

T = 0.7793071

Dari penghitungan nilai T diatas dapat diperoleh nilai T sebagai berikut :

Tabel 7 Hasil nilai T Puskesmas Pundong

Nilai T	Pola Spasial
0.7793071	mengelompok *(clustered pattern)*

Berdasarkan Tabel 7 diatas dapat diketahui bahwa nilai T persebaran penderita kasus demam berdarah dengue di Puskesmas Pleret yaitu 0.7793071, yang berada di kriteria T < 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa menunjukkan pola penyebaran kejadian DBD yang terjadi di wilayah kerja Puskesmas Pundong adalah mengelompok (*clustered pattern*).

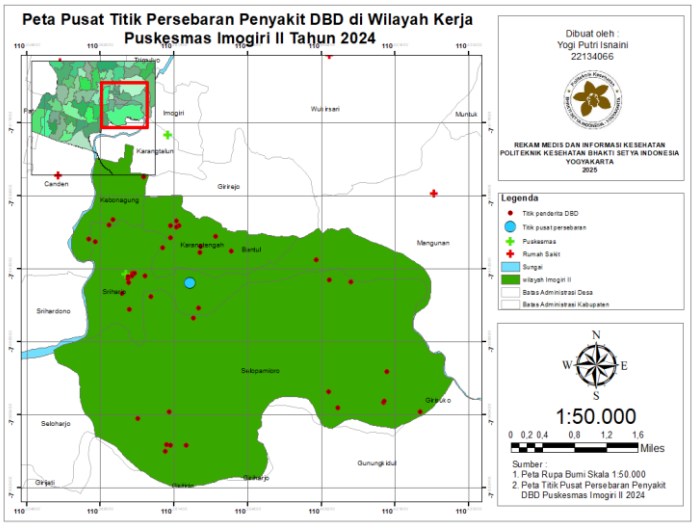
Tabel 8 Hasil uji signifikan statistik ANN Puskesmas Pundong

Observed mean distance	*Expected mean distance*	*Nearest neighbour ratio*	*P-value*
220.9642	283.5393	0.779307	0.001741

Berdasarkan Tabel 8 diatas, nilai nilai *p-value* < 0.05 yang dapat disimpulkan bahwa hasil analisis tersebut signifikan secara statistik sehingga dapat menolak hipotesis nol hal ini menunjukkan bukti kuat untuk menyimpulkan bahwa fitur-fitur dalam dataset menunjukkan pola pengelompokan (*clustering*) atau penyebaran (*dispersed*) yang signifikan. Hasil analisis yang dilakukan (Sulistyo et al., 2019)[6] di kabupaten bantul mendapat nilai *Average Nearest Neighbour* sebesar 0,690 dengan *Z-score* sebesar (–10.663) < (–2.58) dan *P-value* 0.000 dari angka tersebut dapat disimpulkan bahwa menunjukkan pola spasial clustered. Kejadian tersebut terjadi karena terdapat pengaruh perkembangbiakan *breeding place* dengan kedekatan dengan sungai.

Berdasarkan perbandingan hasil uji analisis *Average Nearest Neighbour* menunjukkan adanya pengaruh terhadap kedekatan sungai dengan perkembangan nyamuk Aedes aegypti. Hal ini disebabkan sungai membawa kontainer-kontainer sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk. Hasil studi yang dilakukan oleh Sulistyo et al., tahun 2019 dan Sulistyo & Resmiaini tahun 2022 sejalan dengan penelitian ini yaitu terdapat pengaruh antara kedekatan sungai dengan perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti*[6][20].

Puskesmas Imogiri II



Gambar 3: Peta persebaran dan pusat kasus DBD Puskesmas Imogiri II 2024

Untuk mengetahui pola spasial penderita kasus demam berdarah dengue, digunakan uji autokorelasi spasial secara global dengan *Moran's Index* terhadap sebaran titik penderita kasus demam berdarah dengue di wilayah kerja Puskesmas Imogiri II. Untuk dapat mengetahui nilai *Moran's Index* penulis menggunakan *software* ArcGIS 10.3 sehingga diperoleh nilai *Moran's Index* sebagai berikut:

Tabel 9 Hasil nilai Index Mora's Puskesmas Imogiri II

Moran's Index	Pola Spasial
-0.137598	*Dispersed* (menyebar)

Tabel 10 Hasil uji signifikan statistik Moran's Index Puskesmas Imogiri II

Moran's Index	*E(I)*	*Z(I)*	*Z(α)*
-0.137598	-0.038462	-0.881624	-1.65

Berdasarkan Tabel 10 diatas, nilai I < E (I) yang dapat disimpulkan bahwa terdapat autokorelasi spasial negatif, pola daerah sekitarnya mempunyai sifat yang berbeda satu sama lain atau juga dapat disebut random (acak). Autokorelasi spasial yang mempunyai nilai negatif, maka hal ini menandakan bahwa nilai-nilai yang tinggi cenderung berdekatan dengan nilai yang rendah atau nilai yang rendah berdekatan dengan nilai yang tinggi.

Hasil studi yang dilakukan oleh (Syamsir & Murdaningsih Pangestuty, 2020)[21] nilai *Moran's Index* dalam sebaran kasus DBD di wilayah air putih kota samarinda mendapat –0.045850 yang bernilai negatif menunjukkan bahwa autokorelasi kasus DBD di puskesmas Air Putih yaitu autokorelasi negatif sehingga sebaran DBD di wilayah kerja Puskesmas Air Putih cenderung menyebar atau termasuk kategori dispersed. Artinya pola sebaran DBD di wilayah kerja Puskesmas Air Putih tidak berkelompok pada suatu lokasi tertentu. Faktor yang mempengaruhi kejadian DBD di Puskesmas air putih yaitu kepadatan penduduk dan curah hujan.

Berdasarkan perbandingan hasil uji analisis *Moran's Index* menunjukkan adanya ketinggian wilayah terhadap kejadian DBD. Dari hasil analisis *Moran's Index* puskesmas air putih menghasikan nilai negatif yang berarti nilai variabel pada lokasi yang berdekatan cenderung berbeda satu sama lain dan pola persebarannya menunjukkan dispersed atau menyebar. Sedangkan hasil analisis *Moran's Index* kabupaten sikka menghasilkan nilai positif. Hal ini dikarenakan kabupaten sikka dan kapanewon imogiri memiliki ketinggian rendah yaitu 58 mdpl. Ketinggian merupakan faktor utama dalam membatasi penyebaran nyamuk Aedes aegypti, pada dataran rendah ditemukan telur Aedes aegypti lebih banyak dibandingkan dengan daerah dataran tinggi. Hasil studi yang dilakukan oleh Syamsir & Murdaningsih Pangestuty tahun 2020 dan Sofia et al., tahun 2023 sejalan dengan penelitian ini yaitu nilai index negatif yang berarti berarti nilai variabel pada lokasi yang berdekatan cenderung berbeda satu sama lain dan terdapat pengaruh antara ketinggian wilayah dengan kejadian DBD[21][22].

Perhitungan analisis tetangga terdekat dalam penelitian ini dihitung menggunakan *software* ArcGIS 10.3 dengan menggunakan salah satu fitur dalam ArcGIS yaitu *tool Average Nearest Neighbour.* Setelah dilakukan analisis pada *software* ArcGIS maka dilakukan penghitungan nilai T yang dapat dijadikan acuan apakah pola persebaran kasus DBD di wilayah kerja Puskesmas Imogiri II memiliki pola bergerombol *(clustered)*, acak *(random)*, atau menyebar *(dispersed)*. Untuk mengetahui variasi persebaran berdasarkan nilai T pada penderita kasus demam berdarah *dengue* di wilayah kerja Puskesmas Imogiri II dihitung sebagai berikut:

$$T = \frac{J_U}{J_H}$$

$$T = \frac{665.8772}{855.2312}$$

$$T = 0.7669004$$

Dari penghitungan nilai T diatas dapat diperoleh nilai T sebagai berikut :

Tabel 11 Hasil nilai T Puskesmas Imogiri II

Nilai T	Pola Spasial
0.7669004	mengelompok *(clustered pattern)*

Berdasarkan Tabel 11 diatas dapat diketahui bahwa nilai T persebaran penderita kasus demam berdarah dengue di Puskesmas Pleret yaitu 0.7669004, yang berada di kriteria T < 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa menunjukkan pola penyebaran kejadian DBD yang terjadi di wilayah kerja Puskesmas Imogiri II adalah mengelompok (*clustered pattern*).

Tabel 12 Hasil uji signifikan statistik ANN Puskesmas Imogiri II

Observed mean distance	*Expected mean distance*	*Nearest neighbour ratio*	*P-value*
655.8772	855.2312	0.766901	0,002777

Berdasarkan Tabel 12 diatas, nilai nilai p-value < 0.05 yang dapat disimpulkan bahwa hasil analisis tersebut signifikan secara statistik sehingga dapat menolak hipotesis nol hal ini menunjukkan bukti kuat untuk menyimpulkan bahwa fitur-fitur dalam dataset menunjukkan pola pengelompokan (*clustering*) atau penyebaran (*dispersed*) yang signifikan.

Hasil studi yang dilakukan (Nurjana et al., 2022) [23]di kota palu provinsi Sulawesi tengah tahun 2011-2016 mendapat nilai Average Nearest Neighbour sebesar 0.281293 dari hasil analisis didapatkan nilai *p-value* 0.00000 dan *z-score* (–72.20) didapatkan pola sebaran kasus mengelompok (meng-cluster) di pusat Kota Palu daerah karena memiliki ketinggian rendah.

Berdasarkan perbandingan hasil uji analisis *Average Nearest Neighbour* menunjukkan adanya pengaruh terhadap ketinggian wilayah dengan variable lingkungan. Hal ini disebabkan wilayah imogiri juga memiliki ketinggian rendah, serta titik pusat persebarannya terjadi di desa sriharjo dimana daerah tersebut berdekatan dengan sungai dan area sekitarnya terdapat lahan pertanian yang memungkinkan terdapat perkembangbiakan nyamuk disekitarnya. Hasil studi yang dilakukan oleh Nurjana et al., tahun 2022 sejalan dengan penelitian ini yaitu terdapat pengaruh antara ketinggian wilayah dengan variabel lingkungan.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa persebaran kasus DBD di Kabupaten Bantul tahun 2024 tidak bersifat acak, melainkan membentuk pola kluster signifikan pada wilayah tertentu. Hasil analisis *Moran's I* dan ANN menegaskan adanya pengelompokan kasus, dengan pusat konsentrasi berada di wilayah kerja Puskesmas Pleret dan Imogiri II. Temuan ini menegaskan pentingnya pemanfaatan SIG dalam epidemiologi penyakit menular. Pemetaan spasial dapat menjadi dasar perencanaan intervensi berbasis wilayah prioritas, sehingga program pengendalian DBD lebih terarah, efisien, dan tepat sasaran.

DAFTAR PUSTAKA

[1] WHO, *Dengue and severe dengue. Geneva: World Health Organization.* 2024.

[2] K. K. RI, *Profil kesehatan Indonesia 2023*. 2023.

[3] D. K. K. Bantul, "Laporan tahunan Dinas Kesehatan Bantul.," 2024.

[4] B. Ren, H., & Xu, "Forecasting and mapping dengue epidemic in China: A spatiotemporal analysis. International," *J. Infect. Dis.*, vol. 136, pp. 120–130, 2024.

[5] D. Rahmat, A., Santosa, B., & Wulandari, "Identifikasi zona risiko Demam Berdarah Dengue di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2021," *J. Kesehat. Lingkung.*, vol. 13, no. 2, pp. 150–159., 2021.

[6] A. Sulistyo, A. Yudhana, R. Aini, and U. Ahmad Dahlan, "Kombinasi Teknologi Aplikasi GPS Mobile dan Pemetaan SIG dalam Sistem Pemantauan Demam

Berdarah (DBD)," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 6–14, Jun. 2019.

[7] P. Sukawan, A., Yuniarti, N., & Lestari, "Klasifikasi klinis DBD berdasarkan ICD-10," *J. Epidemiol. Indones.*, vol. 14, no. 1, pp. 20–28, 2024.

[8] F. Santoso, T., & Nasir, "Konsep dasar pemetaan dalam kesehatan masyarakat," *J. Kesehat. Masy. Indones.*, vol. 16, no. 1, pp. 25–34, 2021.

[9] A. Tri Saputra, A., Nugraha, B., & Wibowo, "Pemanfaatan SIG untuk pemetaan penyakit menular di Indonesia.," *J. Epidemiol. Indones.*, vol. 10, no. 1, pp. 60–72, 2024.

[10] A. Arief Rahman, A., Hidayati, N., & Nugroho, "Penerapan sistem informasi geografis dalam bidang kesehatan.," *J. Sist. Inf. Kesehat.*, vol. 11, no. 2, pp. 112–120, 2023.

[11] S. Nurhidayati, A., Putra, D., & Mulyani, "Analisis autokorelasi spasial dalam epidemiologi penyakit menular.," *J. Biostat. dan Kependud.*, vol. 13, no. 2, pp. 150–159, 2021.

[12] L. Urbaningrum, "Analisis tetangga terdekat dalam distribusi spasial penyakit.," *J. Stat. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 77–85., 2024.

[13] A. Mitchell, *The ESRI guide to GIS analysis, volume 2: Spatial measurements and statistics. Redlands*. Redlands: ESRI Press., 2005.

[14] I. P. Pertiwi, K. D., & Lestari, "Spasial Autokorelasi Sebaran Demam Berdarah Dengue Di Kecamatan Ambarawa.," *Pro Heal. J. iilmiah Kesehat.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–34, 2020.

[15] E. Habinuddin, "IDENTIFIKASI AUTOKORELASI SPASIAL PADA PENYEBARAN PENYAKIT DEMAM BERDARAH DENGUE DI KOTA BANDUNG.," *J. Sigma*, vol. 13, no. 1, pp. 7–15., 2021.

[16] T. Kurnia, R., Yusuf, M., Diansafitri, M., & Hardiatna, "Analisis Spasial Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Kepadatan Penduduk di Kecamatan Tanjungpinang Timur Kota Tanjungpnang Provinsi Kepulauan Riau," *Gema Lingkung. Kesehat.*, vol. 21, no. 2, pp. 73–77, Jul. 2023.

[17] L. Karlina and I. Surury, "Pola Penyebaran dan Daerah Potensi Penularan DBD Berdasarkan Angka Bebas Jentik di Bekasi Utara Tahun 2020," *J. Kesehat. POLTEKKES KEMENKES RI PANGKALPINANG*, vol. 10, no. 1, pp. 38–48, Jun. 2022.

[18] A. Ruliansyah *et al.*, "Analisis Spasial Sebaran Demam Berdarah Dengue di Kota Tasikmalaya Tahun 2011 – 2015," *ASPIRATOR*, vol. 9, no. 2, pp. 85–90, 2017.

[19] R. Syamsir, Daramusseng, A., "Autokorelasi Spasial Demam Berdarah Dengue di Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda," *J. Kesehat. Lingkung. Indones.*, vol. 19, no. 2, pp. 119–126, Oct. 2020.

[20] R. Sulistyo, A., "Aplikasi Sebagai Penentuan Pola Spasial Breeding Place Di Sekitar Aliran Sungai Progo," *Insect (Informatics Secur. J. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, Oct. 2022.

[21] D. Syamsir, & Murdaningsih Pangestuty, "Autocorrelation of Spatial Based Dengue Hemorrhagic Fever Cases in Air Putih Area, Samarinda City," *J. Kesehat. Lingkung.*, vol. 12, no. 2, pp. 78–86, Apr. 2020.

[22] Y. K. Sofia, A., Keraf, L., Weraman, P., Ndoen, H. I., & Syamruth, "Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Demam Berdarah Dengue Berdasarkan Model Spasial di Kabupaten Sikka Tahun 2019-2021," *J. Bid. Ilmu Kesehat.*, vol. 13, no. 3, pp. 202–218, Sep. 2023.

[23] M. Agus Nurjana *et al.*, "Pola Spasial Temporal Kasus Demam Berdarah Dengue di Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah Tahun 2011-2016 Spatial Temporal Pattern of Dengue Fever Cases in Palu Municipality Central Sulawesi Province 2011-2016," *Media Penelit. dan Pengemb. Kesehatan,* vol. 32, no. 2, pp. 123 – 132, 2022.