

Pemetaan Kasus DBD di Pulau Lombok menggunakan Regresi Binomial Negatif berbasis Geografis

Dita Septiana Ayundasari¹, Siti Hariati Hastuti^{1,*}, Kertanah¹

¹ Program Studi Statistika, Universitas Hamzanwadi, Indonesia

* Correspondence: siti.hariatih@hamzanwadi.ac.id

Copyright: © 2024 by the authors

Received: 8 September 2024 | Revised: 6 Oktober 2024 | Accepted: 19 November 2024 | Published: 19 Desember 2024

Abstrak

Menurut Laporan Profil Kesehatan Indonesia 2022, Provinsi NTB termasuk dalam 11 provinsi dengan incidence rate demam berdarah dengue (DBD) tertinggi. Di Pulau Lombok, tercatat 2.074 kasus dengan 4 kematian pada tahun 2022. DBD tetap menjadi ancaman serius di Lombok, sehingga penelitian ini bertujuan untuk memetakan kecamatan berdasarkan faktor-faktor signifikan terhadap penyebaran DBD di 54 kecamatan se-Pulau Lombok. Penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif dengan satu variabel respon, yaitu jumlah kasus DBD, dan tiga variabel prediktor: rasio tenaga medis (perawat) (X1), persentase fasilitas sanitasi yang layak (jamban sehat) (X2) dan persentase sarana air minum yang sesuai standar (X3) di 54 kecamatan. Data diperoleh dari Dinas Kesehatan se-Pulau Lombok. Teknik analisis meliputi analisis deskriptif, pemodelan GWNBR, dan pemetaan variabel signifikan. Hasil pemetaan menunjukkan enam kelompok kecamatan dengan kombinasi variabel signifikan, yang mencakup variabel X1, X2, dan X3. Hasil temuan ini menunjukkan perlunya kajian tambahan atau kebijakan pencegahan yang lebih terfokus pada kebersihan untuk menurunkan risiko penyebaran DBD. Pihak terkait juga perlu diinformasikan untuk mengambil langkah strategis berdasarkan temuan ini.

Kata Kunci: dbd; gwnbr; rasio tenaga medis; fasilitas sanitasi layak; sarana air minum sesuai standar

Abstract

According to the Indonesia Health Profile Report 2022, NTB Province is among the 11 provinces with the highest incidence rate of dengue hemorrhagic fever (DHF). On Lombok Island, there were 2,074 cases with 4 deaths in 2022. DHF remains a serious threat in Lombok, so this study aims to map sub-districts based on significant factors for the spread of DHF in 54 sub-districts throughout Lombok Island. This study used quantitative analysis with one response variable, the number of DHF cases, and three predictor variables: the ratio of medical personnel (nurses) (x_1), the percentage of proper sanitation facilities (healthy latrines) (x_2) and the percentage of standard drinking water facilities (x_3) in 54 sub-districts. Data were obtained from the Health Office throughout Lombok Island. Analysis techniques include descriptive analysis, GWNBR modeling, and significant variable mapping. The mapping results showed six groups of sub-districts with a combination of significant variables, which included variables X1, X2, and X3. The findings suggest the need for additional studies or prevention policies that are more focused on hygiene to reduce the risk of DHF spread. Related parties also need to be informed to take strategic steps based on these findings.

Keywords: dhf; gwnbr; ratio of medical personnel; proper sanitation facilities; drinking water facilities according to standard

PENDAHULUAN

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus *dengue*, yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (Ustiauwaty et al., 2020). Virus ini umum di daerah tropis dan subtropis, termasuk di Indonesia Menurut



Kementerian Kesehatan RI (2017), DBD umumnya menyerang anak di bawah 15 tahun dan dewasa (Baitanu *et al.*, 2022). Indonesia, negara tropis, memiliki 75% kasus DBD dunia pada 2004-2010 (WHO, 2016). WHO memperkirakan sekitar 2,5 miliar orang di negara tropis dan subtropis berisiko kena penyakit DBD (Dompas *et al.*, 2020). Nusa Tenggara Barat (NTB), terdiri dari Pulau Lombok dan Sumbawa, termasuk 11 provinsi dengan angka *incidence rate* DBD tertinggi pada 2022. Kasus meningkat dari 2.719 pada 2021 menjadi 3.227 pada 2022 dengan 8 kematian. Di Lombok, tercatat 2.074 kasus dan 4 kematian, dipengaruhi oleh iklim tropis, kepadatan penduduk, rendahnya edukasi pencegahan, dan mobilitas antarpulau.

Data kasus DBD merupakan contoh data cacah, data cacah merupakan data yang menggambarkan sejumlah kejadian yang terjadi pada suatu kurun waktu tertentu (Eminita *et al.*, 2019) yang mengikuti distribusi diskrit, sebagaimana dinyatakan oleh (Pasokawati, 2019). Dalam data cacah, seperti kasus DBD, sering kali ditemukan bahwa varians data lebih besar daripada rata-rata (*mean*), yang disebut sebagai overdispersi (Ardifasalma & Azmi, 2023). Overdispersi dapat menyebabkan estimasi parameter yang tidak efektif dan memberikan informasi yang tidak akurat (Maghrifoh, 2019). Oleh karena itu, regresi poisson dengan overdispersi akan menghasilkan nilai *standar error* yang lebih kecil dari yang seharusnya atau disebut dengan underdispersi (Haryanto & Wibowo, 2022; Syafiqoh *et al.*, 2024) dan dapat menyebabkan hilangnya informasi dalam model prediksi (Suryadi *et al.*, 2022). Metode regresi *poisson* yang sering digunakan pada data cacah bisa menjadi kurang tepat jika overdispersi terjadi (Fatmala *et al.*, 2024; Sofyan, 2020).

Salah satu pendekatan untuk menangani masalah overdispersi adalah dengan menggunakan regresi Binomial Negatif. Menurut Chaniago & Wulandari, (2023) metode ini lebih cocok karena distribusi binomial negatif tidak mengasumsikan varian yang sama dengan *mean*, yang berbeda dengan asumsi pada regresi Poisson. Metode ini telah terbukti mampu memberikan estimasi parameter yang lebih akurat dalam kondisi overdispersi, seperti yang juga didukung oleh Darsyah (2021). Dengan memperhatikan aspek spasial maka digunakanlah metode *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR). GWNBR adalah salah satu solusi yang tepat untuk membentuk analisis regresi yang bersifat lokal untuk setiap lokasi pengamatan (Putri *et al.*, 2024). Hasil analisisnya adalah nilai nilai parameternya berlaku hanya pada tiap lokasi pengamatan dan berbeda dengan lokasi lainnya. Penggunaan GWNBR sangat relevan dalam penelitian ini karena mampu menangani overdispersi dan heterogenitas spasial secara bersamaan. Kombinasi dengan Regresi Binomial Negatif, yang mengelola varians lebih besar dari mean, serta fokus analisis lokal GWNBR di tiap lokasi pengamatan, memberikan solusi kuat dalam memahami faktor risiko DBD per wilayah. Ini mendukung intervensi kesehatan yang lebih tepat sasaran dan efektif.

Penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus DBD dengan GWNBR telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Purhadi *et al.* (2015) menggunakan pembobotan *bisquare kernel* kasus DBD diperoleh 12 kelompok berdasarkan variabel yang signifikan seperti kepadatan penduduk, rasio dokter umum, dan rasio Puskesmas. Suryani (2021) meneliti kasus DBD di Jawa Tengah dengan pembobot *kernel fixed exponential* dan menemukan dua kelompok dengan variabel signifikan seperti persentase rumah sehat, kualitas air bersih, dan rasio tenaga medis. Penelitian Kirana (2021) menggunakan pembobot kernel Gaussian untuk kasus di Jawa Tengah, dengan variabel signifikan seperti akses air minum layak, perilaku hidup bersih dan sehat, rumah sehat, dan akses sanitasi layak. Penelitian ini menggunakan *kernel gaussian adaptif* untuk meningkatkan akurasi dalam merepresentasikan pengaruh spasial yang dinamis dengan mengatasi keterbatasan temuan sebelumnya. Dengan desain yang lebih fleksibel, *kernel gaussian adaptif* memungkinkan untuk menangkap pola spasial secara lebih akurat, sekaligus mempertimbangkan heterogenitas lokal serta dinamika sosial dan lingkungan yang kompleks, sehingga mampu memberikan representasi pengelompokan spasial yang lebih tepat dan sesuai

dengan realitas yang ada. Pembobot *kernel gaussian adaptif* mampu menyesuaikan lebar kernel berdasarkan kepadatan data di sekitarnya, sehingga menghasilkan *smoothing* yang lebih optimal (Azizah, 2021). Pembobotan ini memperhitungkan karakteristik lokal di Lombok, termasuk faktor geografis, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis model GWNBR dengan *kernel gaussian* adaptif untuk memetakan faktor signifikan di 54 kecamatan, memberikan gambaran spasial yang akurat untuk kebijakan pengendalian DBD yang lebih terarah.

METODE

Jenis Penelitian ini adalah kuantitatif dan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data skunder pada tahun 2022 yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Se-Pulau Lombok. Unit observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 54 Kecamatan di Pulau Lombok. Variabel yang digunakan seperti, jumlah kasus DBD (Y) yaitu jumlah penduduk yang terinfeksi DBD di setiap kecamatan. Rasio tenaga medis (perawat) (X_1) adalah jumlah perawat dibagi dengan jumlah penduduk dikali 100.000. Persentase fasilitas sanitasi yang layak (jamban sehat) (X_2) merupakan Fasilitas sanitasi layak, baik pribadi maupun bersama, efektif memutus rantai penularan penyakit. Persentase sarana air minum yang sesuai standar (X_3) merupakan jumlah sarana air minum yang memenuhi sesuai standar kesehatan, serta variabel spasial ($u_i - v_i$) yaitu titik koordinat lokasi dalam kilometer untuk masing-masing Kecamatan di Pulau Lombok. Mengingat data yang digunakan adalah data sekunder, diasumsikan bahwa data ini merupakan data tahunan telah tervalidasi dan petugas telah mengisi dengan benar.

Teknik analisis menggunakan statistika parametrik karena variabel respons diasumsikan mengikuti distribusi binomial negatif yang merupakan distribusi parametrik. Langkah-langkah analisis dalam penelitian ini meliputi deskripsi kasus DBD dan variabel-variabel terkait dengan statistik deskriptif, pengujian multikolinearitas menggunakan VIF, estimasi parameter regresi Poisson, deteksi overdispersi dengan nilai devians, estimasi regresi Binomial Negatif, serta pemodelan GWNBR. Analisis GWNBR meliputi uji *Breusch-Pagan* untuk heterogenitas spasial, perhitungan jarak Euclidean, bandwidth optimum dengan *Cross Validation (CV)*, pembobotan adaptive Gaussian kernel membentuk matriks pembobot menggunakan fungsi *adaptive Gaussian kernel*, menguji parameter model GWNBR yang terdiri dari tiga jenis pengujian: pengujian kesamaan model global dan lokal, pengujian parameter model GWNBR secara serentak, dan pengujian parameter model GWNBR secara parsial; melakukan interpretasi model GWNBR yang diperoleh dan membuat peta pengelompokan berdasarkan variabel yang signifikan; serta melakukan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai *Akaike Information Criterion (AIC)* dan nilai devians, di mana nilai AIC dan devian yang lebih rendah menunjukkan model yang lebih baik (Purnama, 2021). Kelebihan model GWNBR dengan fungsi *adaptive Gaussian kernel* dalam studi kasus DBD yaitu, GWNBR secara khusus menangani data dengan overdispersi, yang sering terjadi dalam kasus penyakit menular seperti DBD. Menggunakan fungsi *adaptive Gaussian kernel*, GWNBR dapat memodelkan variasi spasial yang berbeda-beda di setiap lokasi (kecamatan) berdasarkan data lokal di sekitar titik observasi (Al Azies, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

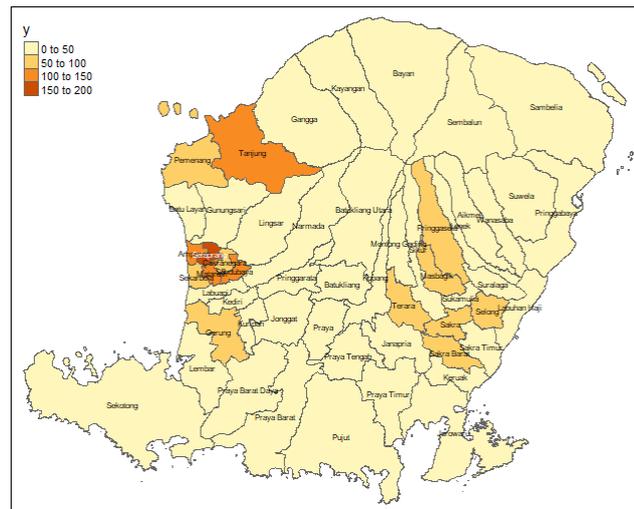
Hasil

Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan distribusi jumlah kasus DBD di Pulau Lombok pada tahun 2022. Rata-rata kasus per bulan mencapai (angka *mean*) dengan standar deviasi mengindikasikan variasi antar bulan. Data ini menggambarkan fluktuasi kejadian DBD di Pulau Lombok selama 2022 dan menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar antara bulan dengan jumlah kasus tertinggi dan terendah.

Berdasarkan tabel 1, rata-rata kasus DBD di Pulau Lombok adalah 39,37 orang dengan *standar deviasi* 37,67, menunjukkan data kurang bervariasi karena *standar deviasi* lebih kecil dari *mean*. Ini mengindikasikan persebaran jumlah kasus DBD di Kecamatan Pulau Lombok berkisar dari puluhan hingga ratusan. Berikut adalah peta persebaran kasus DBD di Pulau Lombok pada tahun 2022.

Tabel 1. Statistika deskriptif variabel penelitian

Variabel	Min	Mean	Maks	StDev
Demam Berdarah <i>Dengue</i>	0,00	39,37	156,00	37,67



Gambar 1. Peta Persebaran Kasus DBD di Pulau Lombok

Tabel 2. Nilai VIF dari variabel

Variabel	VIF
X_1	1,90
X_2	1,13
X_3	1,98

Jumlah kasus DBD di Pulau Lombok meningkat dari 2021 ke 2022. Gambar 1 menunjukkan Kecamatan Selaparang dengan kasus tertinggi (150-200 kasus), diikuti oleh Mataram, Ampenan, Sandubaya, dan Tanjung (100-150 kasus). Kecamatan Sembalun memiliki kasus DBD terendah dengan 0 kasus. Selanjutnya pengujian multikolinieritas dilakukan untuk memenuhi asumsi pada pemodelan dengan regresi, di mana antar variabel harus independen atau tidak ada hubungan antar variabel prediktor. Salah satu kriteria yang digunakan untuk mendeteksi adanya multikolinieritas adalah dengan nilai VIF, seperti ditampilkan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan nilai VIF dari masing-masing variabel prediktor, yaitu X_1 , X_2 dan X_3 . VIF digunakan untuk mendeteksi multikolinieritas, yang terjadi jika terdapat korelasi tinggi antara variabel independen dalam analisis regresi. Nilai VIF di bawah 10 menunjukkan bahwa tidak ada masalah multikolinieritas pada variabel-variabel ini, sehingga model regresi dapat menghasilkan estimasi parameter yang tidak bias. Dalam tabel, VIF untuk X_1 , X_2 dan X_3 masing-masing adalah 1,90, 1,13, dan 1,98, yang berarti semua nilai berada di bawah ambang batas kritis 10. Hal ini menunjukkan bahwa variabel-variabel tersebut bebas dari multikolinieritas yang signifikan dan dapat digunakan secara efektif dalam model.

Pemodelan regresi *poisson* dapat dilakukan sebagai metode regresi karena jumlah kasus DBD merupakan data cacah dengan catatan membutuhkan asumsi varians yang sama dengan rata-ratanya (equidispersi). Berdasarkan hasil yang disajikan pada tabel 3 menunjukkan pengujian parameter regresi poisson dengan tingkat signifikansi 5% ($Z_{(0,05/2)} = 1,96$) maka secara keseluruhan variabel prediktor signifikan berpengaruh terhadap DBD.

Tabel 3. Estimasi parameter model regresi poisson

	Estimasi	Std.Error	z-Value	p-Value
<i>Intercept</i>	8,96	0,346	25,86	$2,2 \times 10^{-5}$
X ₁	-0,004	0,000	-10,81	$2,2 \times 10^{-5}$
X ₂	-0,047	0,003	-13,87	$2,2 \times 10^{-5}$
X ₃	-0,009	0,000	-13,50	$2,2 \times 10^{-5}$
		Deviance		1474,2
		AIC		1744,9
		DF		50

Overdispersi dalam regresi *poisson* menjadi masalah karena varians lebih besar dari rata-rata, melanggar asumsi model. Ini dapat menyebabkan kesalahan standar *error*, serta koefisien, *p-value*, dan interval kepercayaan menjadi bias. Berdasarkan Tabel 4 bahwa hasil bagi antara nilai devian dengan derajat bebasnya adalah $29,48 > 1$, ini berarti terjadinya overdispersi. Adanya overdispersi ini menunjukkan perlunya peninjauan atau penyesuaian model. Model yang digunakan saat ini mungkin perlu diperbaiki dengan menggunakan model statistik yang lebih kompleks yang mampu menangani overdispersi. Dengan demikian, model yang dihasilkan diharapkan lebih akurat dalam mencerminkan data.

Tabel 4. Perhitungan nilai devians

Nilai Devian	Derajat Bebas	Nilai Devian/ Derajat Bebas
1474,2	50	29,48

Tabel 5. Estimasi parameter model regresi binomial negatif

	Estimasi	Std.Error	z-Value	p-Value
<i>Intercept</i>	13,00	2,71	4,78	$1,68 \times 10^{-5}$
X ₁	-0,00	0,00	-1,97	0,04
X ₂	-0,08	0,02	-3,21	0,00
X ₃	-0,01	0,00	-2,95	0,00
		Deviance		62,414
		AIC		505,02
		DF		50

Pemodelan regresi Negatif Binomial dilakukan sebagai alternatif dari data yang mengalami gejala overdispersi. Pengujian serentak parameter regresi Binomial Negatif (Tabel 5) menunjukkan nilai devians 62,414, lebih besar dari $\chi^2_{(0,05;3)}$ sebesar 7,815, sehingga H_0 ditolak. Ini menunjukkan setidaknya satu variabel prediktor signifikan terhadap kasus DBD. Pengujian parsial dengan signifikansi 5% ($Z_{(0,05/2)} = 1,96$) menunjukkan semua variabel prediktor signifikan terhadap kasus DBD.

Berdasarkan hasil pengujian heterogenitas tabel 6, diperoleh nilai BP sebesar 23,123 dengan *p-value* sebesar $3,80 \times 10^{-5}$, maka $BP > \chi^2_{(0,05;3)} = 7,81$ sehingga keputusan tolak H_0 . Sehingga dapat disimpulkan terdapat heterogenitas spasial yang berarti terdapat indikasi keragaman antar wilayah.

Tabel 6. Pengujian heterogenitas

<i>Breusch-Pagan</i>	Derajat Bebas	<i>p-Value</i>
23,12	3	$3,80 \times 10^{-5}$

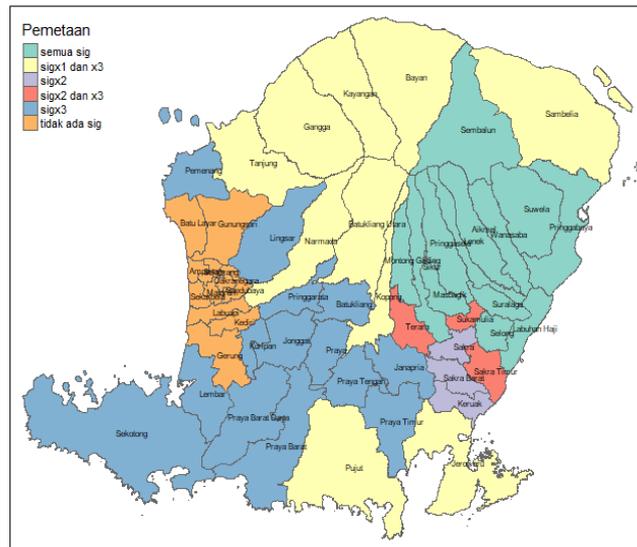
Tabel 7. Pengelompokan kecamatan berdasarkan variabel yang signifikan

Kelompok	Variabel Signifikan	Nama Kecamatan
1	X_1, X_2 dan X_3	Aikmel, Labuan Haji, Lenek, Masbagik, Montong Gading, Peringgabaya, Peringgasea, Selong, Sembalun, Sikur, Suralaga, Suela Wanasaba
2	X_1 dan X_2	Batukliang Utara, Bayan, Gangga, Jerwaro, Kayangan, Kopang, Narmada, Pujut, Sambelia, dan Tanjung.
3	X_2 dan X_3	Sakra Timur, Sukamulia Terara
4	X_2	Keruak, Sakra, Sakra Barat
5	X_3	Batukliang, Janapria, Kuripan, Lembar, Lingsar, Pemenang, Praya, Praya Barat, Praya Barat Daya, Praya Tengah, Praya Timur, Peringarata, Sekotong
6	Tidak ada variabel signifikan	Ampenan, Batu Layar, Cakranegara, Gerung, Gunung Sari, kediri, Labuapi, Mataram, Sandubaya, Sekarbela, Selaparang

Hasil pengujian kesamaan model diperoleh F_{Hitung} sebesar 24,87 dengan menggunakan $\alpha = 5\%$ diperoleh $F_{(0,05;50;50)} = 1,59$, maka keputusan menolak H_0 . Kesimpulannya, pada tingkat signifikansi 5 persen terdapat perbedaan signifikan antara model GWNBR dan model regresi Binomial Negatif. Pengujian signifikansi serentak, berdasarkan hasil pengujian signifikansi parameter secara serentak diperoleh nilai devians sebesar 31,4278 dengan menggunakan $\alpha = 5\%$ diperoleh $\chi^2_{(0,05,3)} = 7,815$, maka keputusan menolak H_0 . Dapat disimpulkan ekterdapat minimal satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah DBD. Pengujian signifikansi parsial, berdasarkan hasil pengujian signifikansi parameter diperoleh parameter yang signifikan berbeda-beda untuk tiap kecamatan. Untuk mengetahui variabel yang signifikan di tiap kecamatan dilakukan perbandingan nilai Z_{Hitung} dengan Z_{tabel} menggunakan $\alpha = 5\%$ diperoleh $Z_{(0,05/2)} = 1,96$, maka apabila Z_{Hitung} lebih besar dari Z_{tabel} keputusan menolak H_0 . Dapat disimpulkan bahwa variabel tersebut berpengaruh secara parsial terhadap jumlah kasus DBD. Tabel 7 menunjukkan hasil pengelompokan pengujian secara parsial berdasarkan variabel signifikan di masing-masing kecamatan. Dengan adanya peta tersebut, dapat melihat kelompok-kelompok kecamatan yang memiliki karakteristik serupa dalam variabel signifikan yang memengaruhi penyebaran DBD.

Gambar 2 menunjukkan kecamatan dengan warna toska merupakan lokasi dengan variabel yang signifikan mempengaruhi jumlah kasus DBD yaitu X_1, X_2, X_3 . Warna kuning menunjukkan kelompok kecamatan dengan variabel yang signifikan mempengaruhi jumlah kasus DBD yaitu X_1 dan X_3 . Warna Merah menandakan variabel yang signifikan X_2 dan X_3 berpengaruh terhadap jumlah kasus DBD. Warna Ungu menandakan variabel yang signifikan X_2 berpengaruh terhadap jumlah kasus DBD. Warna Biru menandakan variabel yang signifikan X_3 berpengaruh terhadap jumlah kasus DBD. Warna Oren menandakan variabel tidak ada yang signifikan disebabkan karena menunjukkan tidak adanya keragaman spasial sehingga memberikan respon yang sama pada setiap lokasi yang berbeda. Variabel yang signifikan memberi pengaruh jumlah kasus DBD di semua Kecamatan adalah rasio tenaga medis (X_1), persentase fasilitas sanitasi yang layak (X_2) dan persentase sarana air minum yang layak (X_3). Berdasarkan pengujian parameter secara parsial, sebagai contoh pembentukan model

GWNBR untuk lokasi pengamatan pada kecamatan ke-24 (u_{24} , v_{24}) yaitu Kecamatan Masbagik.



Gambar 2. Peta persebaran pengelompokan kecamatan

Tabel 8. Estimasi parameter model GWNBR pada kecamatan masbagik

Parameter	Keofisien	Zhitung
β_0	13,00	1817*
β_1	-0,00	-2,00*
β_2	-0,08	-10,96*
β_3	-0,03	-2,88*

Berdasarkan pada hasil tabel 8, bahwa setiap peningkatan rasio tenaga medis (perawat) sebesar satu persen maka akan menurunkan jumlah kasus DBD di Kecamatan Masbagik sebesar $\exp(-0,00) = 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Pada setiap peningkatan persentase fasilitas sanitasi yang layak (jamban sehat) juga akan menurunkan jumlah kasus DBD sebesar $\exp(-0,08) = 0,92$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap peningkatan persentase sarana air minum yang sesuai standar sebesar satu persen akan menurunkan jumlah kasus DBD sebesar $\exp(-0,03) = 0,97 \approx 1$ kasus dengan asumsi variabel lain konstan.

Evaluasi model dilakukan untuk menentukan model terbaik dalam memodelkan kasus DBD, dengan menggunakan kriteria nilai AIC dan devian. Model terbaik adalah yang memiliki nilai AIC dan devians terkecil. AIC mengukur kecocokan model dengan data, dengan penalti untuk kompleksitas model. Sementara itu, devian mengukur kesalahan model dalam memperkirakan data yang sebenarnya.

Tabel 9. Evaluasi model

Model	AIC	Devian
Regresi Poisson	1744,9	1474,2
Regresi Binomial Negatif	505,02	781,82
GWNBR	374,52	2,00

Tabel 9 menunjukkan bahwa model GWNBR memiliki nilai AIC dan devian terkecil, yang menunjukkan efektivitasnya dalam menjelaskan pengaruh variabel rasio tenaga medis,

sanitasi layak, dan sarana air minum terhadap kasus DBD. Model ini lebih akurat dalam menggambarkan pengaruh variabel tersebut, serta mampu mengatasi overdispersi dan heterogenitas spasial dibandingkan regresi binomial negatif.

Pembahasan

Jumlah kasus DBD di Pulau Lombok merupakan data cacah yang mengikuti distribusi Poisson, yang lazim digunakan untuk memodelkan jumlah kejadian dalam interval waktu tertentu. Namun, distribusi ini menjadi tidak memadai ketika data menunjukkan overdispersi akibat variasi tak teramati, ketergantungan antar kejadian, atau pengelompokan, yang dapat menyebabkan standar error yang terlalu rendah dan kesimpulan yang bias. Untuk mengatasi overdispersi, model regresi Binomial Negatif digunakan karena mampu menambahkan parameter dispersi, sehingga varian data menjadi lebih fleksibel dan heterogenitas yang tak terlihat dapat diperhitungkan. Selain itu, analisis efek spasial penting dilakukan untuk mengungkap heterogenitas spasial antar kecamatan di Pulau Lombok, yang membantu dalam mengidentifikasi hotspot penularan DBD.

Penggunaan GWNBR membantu memodelkan penyebaran DBD secara spasial dan memahami hubungan antara faktor lingkungan dan sosial-ekonomi dengan penyakit tersebut di tingkat lokal. Pada gambar 2, terlihat adanya pengelompokan spasial dari beberapa kecamatan yang memiliki karakteristik serupa, khususnya terkait dengan variabel X_2 (persentase fasilitas sanitasi yang layak) dan X_3 (persentase sarana air minum yang sesuai standar). Wilayah seperti Terara, Sukamulia, dan Sakra Timur tampak memiliki karakteristik yang serupa dalam dua variabel tersebut, yang membedakannya dari wilayah lainnya. Ini menunjukkan bahwa terdapat keragaman spasial yang penting untuk diperhatikan dalam pencegahan DBD. Pencegahan DBD memerlukan perhatian pada tiga aspek utama, yaitu ketersediaan fasilitas sanitasi yang layak (X_2), kualitas sarana air minum (X_3), dan rasio tenaga medis (X_1). Sanitasi buruk menjadi tempat berkembang biak nyamuk *Aedes aegypti*, sehingga peningkatan fasilitas sanitasi seperti jamban sehat sangat penting dalam memutus rantai penyebaran DBD.

Sarana air minum yang memenuhi standar berperan dalam mengurangi risiko genangan air, yang menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk, terutama di wilayah seperti Terara, Sukamulia, dan Sakra Timur, di mana variabel (X_3) terbukti signifikan. Selain itu, rasio tenaga medis, terutama perawat, menjadi faktor penting dalam penanganan dini dan pencegahan komplikasi DBD. Model GWNBR memiliki keunggulan dalam menangkap heterogenitas spasial yang tidak terdeteksi oleh model regresi global, memungkinkan pengembangan strategi pencegahan yang lebih spesifik di wilayah rentan.

Pemodelan kasus DBD menggunakan GWNBR diharapkan menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan metode regresi Binomial Negatif maupun regresi Poisson. Berdasarkan Tabel 9, model GWNBR dengan pembobot *Adaptive Kernel Gaussian* menghasilkan nilai AIC sebesar 374,52 dan devians sebesar 2,0099, yang lebih rendah dibandingkan kedua model lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa GWNBR lebih unggul dalam memodelkan kasus DBD di Pulau Lombok. Model dengan nilai AIC yang rendah diindikasikan lebih baik dalam memprediksi data baru karena mampu mencapai keseimbangan antara kesederhanaan dan kompleksitas.

Penelitian sebelumnya yang menggunakan model GWNBR menunjukkan efektivitasnya dalam menangani overdispersi. Namun, pemilihan kernel yang kurang tepat dapat mengurangi kemampuan model dalam merepresentasikan pola pengelompokan spasial antar wilayah secara akurat, sehingga informasi mengenai hubungan spasial antar lokasi dalam data menjadi kurang optimal (Rini, 2018). Kernel dalam model spasial memberikan bobot pada data berdasarkan kedekatannya, dan pemilihan yang tidak sesuai dapat mengurangi akurasi. Oleh karena itu, kernel adaptif yang memperhitungkan keragaman spasial lebih tepat untuk menangani variasi

lokal, meningkatkan akurasi model dalam menggambarkan pengelompokan wilayah. Penelitian ini memperkenalkan variabel baru dan fokus pada wilayah yang belum banyak dieksplorasi, memberikan insight lebih akurat tentang penyebaran DBD. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bermanfaat untuk penelitian akademik tetapi juga untuk rekomendasi kebijakan kesehatan masyarakat yang lebih terarah dan efisien.

SIMPULAN

Kasus DBD di NTB meningkat signifikan, dari 2.719 kasus pada 2021 menjadi 3.227 kasus pada 2022, dengan kenaikan 18,7%. Di Pulau Lombok, tercatat 2.074 kasus dengan 4 kematian pada 2022, menyoroti tingginya risiko di wilayah ini. Analisis GWNBR mengungkap keragaman spasial dalam penyebaran DBD, dengan kecamatan dikelompokkan berdasarkan faktor lokal signifikan seperti rasio tenaga medis, akses sanitasi, dan sarana air minum. Pembentukan kelompok ini menunjukkan beberapa wilayah lebih rentan terhadap DBD, sementara yang lain lebih terkendali. Keragaman spasial menegaskan perlunya intervensi lokal yang disesuaikan, karena kebijakan seragam tidak efektif. Temuan ini membantu merumuskan strategi pengendalian DBD yang lebih tepat dan efisien.

REFERENSI

- Al Azies, H. (2019). Analisis Pengaruh Fasilitas Kesehatan terhadap Kematian Bayi di Jawa Timur Menggunakan Pendekatan Geographically Weighted Regression. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pelayanan Kesehatan*, 131–141. <https://doi.org/10.22435/jpppk.v3i2.2431>
- Ardifasalma, S., & Azmi, U. (2023). Pemodelan Kasus Covid-19 di Jawa Timur Menggunakan Metode Generalized Poisson Regression dan Negative Binomial Regression. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 11(6), D383–D389. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v11i6.91211>
- Azizah, A. H. (2021). *Pemodelan Geographically Weighted Panel Regression Dengan Fungsi Pembobot Adaptive Kernel (Studi Kasus Indeks Pembangunan Manusia Di Indonesia Tahun 2013–2020)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Baitanu, J. Z., Masihin, L., Rustan, L. D., Siregar, D., & Aiba, S. (2022). Hubungan Antara Usia, Jenis Kelamin, Mobilitas, Dan Pengetahuan Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Wulauan, Kabupaten Minahasa. *Malahayati Nursing Journal*, 4(5), 1230–1241. <https://doi.org/10.33024/mnj.v4i5.6348>
- Chaniago, A. D., & Wulandari, S. P. (2023). Pemodelan Generalized Poisson Regression (GPR) dan Negative Binomial Regression (NBR) untuk Mengatasi Overdispersi pada Jumlah Kematian Bayi di Kabupaten Probolinggo. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 11(6), D448–D455. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v11i6.93240>
- Darsyah, M. Y. (2021). Pemodelan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR) Pada Kasus Malaria di Indonesia. *Jurnal Litbang Edusaintech*, 2(2), 149–164.
- Dompas, B. E., Sumampouw, O. J., & Umboh, J. M. L. (2020). Apakah Faktor Lingkungan Fisik Rumah Berhubungan dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue? *Indonesian Journal of Public Health and Community Medicine*, 1(2), 11–15.
- Eminita, V., Kurnia, A., & Sadik, K. (2019). Penanganan overdispersi pada pemodelan data cacah dengan respon nol berlebih (zero-inflated). *Fibonacci: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 5(1), 71–80. <https://doi.org/10.24853/fbc.5.1.71-80>
- Fatmala, C. T., Hayati, M., Permatasari, R., Hudori, M., & Dalimunthe, D. Y. (2024). Pemodelan Jumlah Kasus HIV/AIDS di Provinsi Lampung Menggunakan Regresi Binomial Negatif. *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, 6(2), 168–177. <https://doi.org/10.31605/jomta.v6i2.4069>

- Haryanto, A. E. P., & Wibowo, W. (2022). Pemodelan Faktor-faktor yang Memengaruhi Jumlah Pengangguran di Indonesia Menggunakan Metode Generalized Poisson Regression dan Negative Binomial Regression. *Jurnal Ketenagakerjaan*, 17(2), 174-186. <https://doi.org/10.47198/naker.v17i2.132>
- Maghrifoh, W. (2019). Perbandingan Fungsi Pembobot pada Model Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR) dalam kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Mojokerto. *Surabaya: Skripsi Program Sarjana, Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel*. <https://core.ac.uk/download/pdf/224825046.pdf>
- Pasokawati, T. (2019). *Pemodelan Geographically Weighted Negative Binomial Regression Pada Kasus HIV di Provinsi Jawa Timur* (Doctoral dissertation, Muhammadiyah University, Semarang).
- Purnama, D. I. (2021). Comparison of Zero Inflated Poisson (ZIP) Regression, Zero Inflated Negative Binomial Regression (ZINB) and Binomial Negative Hurdle Regression (HNB) to Model Daily Cigarette Consumption Data for Adult Population in Indonesia. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 17(3), 357-369. <https://doi.org/10.20956/j.v17i3.12278>
- Putri, D. R., Fathurahman, M., & Suyitno, S. (2024). Pemodelan Jumlah Kasus Tuberkulosis Paru di Indonesia dengan Geographically Weighted Negative Binomial Regression. *EKSPONENSIAL*, 15(1), 49-61. <https://doi.org/10.30872/eksponensial.v15i1.1303>
- Ramadhan, R. F., & Kurniawan, R. (2016). Pemodelan Data Kematian Bayi dengan Geographically Weighted Negative Binomial Regression. *Media Statistika*, 9(2), 95-106. <https://doi.org/10.14710/medstat.9.2.95-106>
- Rini, D. S. (2018). Geographically Weighted Negative Binomial Regression untuk Jumlah Kasus Demam Berdarah Dengue Kabupaten/Kota Provinsi Bengkulu. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1, 736-744.
- Sofyan, W. (2020). *Pemodelan Angka Kematian Bayi Di Provinsi Jawa Barat Menggunakan Metode Regresi Poisson Inverse Gaussian (PIG)* (Doctoral dissertation, Muhammadiyah University, Semarang).
- Suryadi, F., Jonathan, S., Jonatan, K., & Ohyver, M. (2023). Handling overdispersion in poisson regression using negative binomial regression for poverty case in west java. *Procedia Computer Science*, 216, 517-523. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.164>
- Suryani, I., Yasin, H., & Kartikasari, P. (2021). Pemodelan jumlah kasus demam berdarah dengue (dbd) di jawa tengah dengan geographically weighted negative binomial regression (gwnbr). *Jurnal Gaussian*, 10(1), 136-148. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v10i1.29400>
- Syafiqoh, A. J., Mahardika, R., Amaria, S., Winaryati, E., & Al Haris, M. (2024). Pemodelan Regresi Binomial Negatif untuk Mengevaluasi Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kasus Tuberkulosis di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal MSA (Matematika dan Statistika serta Aplikasinya)*, 12(1), 15-23.
- Ustiawaty, J., Pertiwi, A. D., & Aini, A. (2020). Upaya Pencegahan Penyakit Demam Berdarah Melalui Pemberantasan Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 3(2), 200-204. <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v3i2.528>