

ANALISA PENGARUH VARIABILITAS IKLIM TERHADAP KASUS KEJADIAN DEMAM BERDARAH DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN MODEL REGRESI: STUDI KASUS KOTA BANDUNG

ANALYSING THE EFFECT OF CLIMATE VARIABILITY ON DENGUE FEVER INCIDENCE USING A REGRESSION MODEL APPROACH: A CASE STUDY OF BANDUNG CITY

Yonatan Kurniawan dan M. Henry Joyodiningrat
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No.10, Kota Bandung, Jawa Barat 40132
25423023@mahasiswa.itb.ac.id

(naskah masuk 29 April 2024, naskah direvisi 31 Juli 2024, naskah diterima 28 Agustus 2024)

ABSTRACT

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a mosquito-borne disease that presents a global challenge every year. Bandung, the capital city of West Java Province, is particularly vulnerable to DHF, as evidenced by the high number of cases and mortality rates associated with the disease. Climatic variability, including factors such as temperature, rainfall, humidity, and wind speed, influences the incidence of DHF by affecting mosquito life cycles, breeding habitats, and their range of interaction with humans. Based on the regression model developed, there is a significant relationship between climatic variability and health metrics, with climatic variability simultaneously impacting the incidence of dengue fever in Bandung. This is demonstrated by a coefficient of determination (R^2) value of 0.737, indicating that 73% of the variability in DHF incidence is influenced by climatic factors. The confirmed impact of climatic variability on DHF incidence in Bandung can be utilized to develop an early warning system aimed at preventing and reducing the number of cases through more accurate preventive measures before an increase in case numbers occurs.

Keywords: *Dengue Fever (DHF), Temperature, Rainfall, Humidity, Wind Speed*

ABSTRAK

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit yang ditularkan oleh vektor nyamuk yang menjadi permasalahan di seluruh dunia setiap tahunnya. Kota Bandung sebagai ibukota Provinsi Jawa Barat merupakan daerah yang rentan terhadap kejadian DBD dilihat dari tingginya angka kasus dan tingkat kematian akibat DBD. Variabilitas iklim seperti suhu, curah hujan, kelembapan, dan kecepatan angin memiliki pengaruh terhadap kejadian DBD, di mana mempengaruhi siklus hidup nyamuk, media berkembang biak, dan juga jangkauan nyamuk terhadap manusia. Berdasarkan model regresi yang dihasilkan, ditemukan hubungan antara variabilitas iklim dengan angka kesehatan. Variabilitas iklim berpengaruh secara simultan terhadap kejadian demam berdarah di Kota Bandung secara signifikan, dibuktikan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,737 yang menunjukkan 73% angka kesakitan DBD dipengaruhi oleh faktor variabilitas iklim. Terbuktinya pengaruh variabilitas iklim terhadap angka penyakit DBD di Kota Bandung dapat digunakan dalam menyusun sistem peringatan dini untuk mencegah dan menekan angka kasus melalui kegiatan preventif penyakit yang lebih akurat sebelum angka kasus kejadian meningkat.

Kata Kunci: *Demam Berdarah Dengue (DBD), Suhu, Curah Hujan, Kelembapan, Kecepatan Angin*

PENDAHULUAN

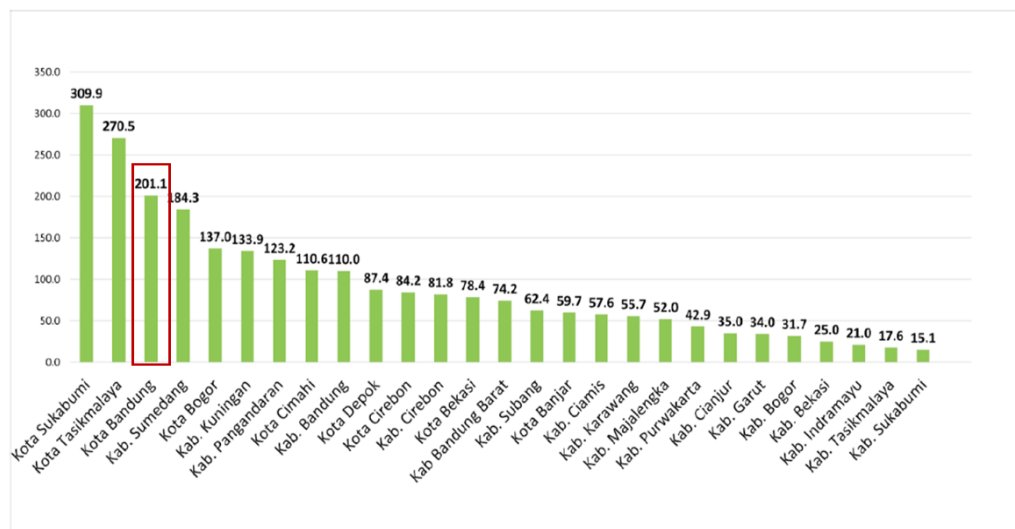
Selama lebih dari lima dekade, Demam Berdarah Dengue (DBD) telah menjadi masalah kesehatan masyarakat di dunia, tidak hanya di Indonesia (World Health Organization (WHO), 2021). DBD adalah penyakit menular yang disebabkan oleh virus dengue (DENV-1, DENV-2, DENV-3, dan DENV-4) yang dibawa dan disebarkan oleh vektor nyamuk. Menurut perkiraan pertumbuhan populasi dan perubahan iklim pada tahun 2085, sekitar 5-6 miliar orang (50-60% dari populasi dunia yang diprediksi) akan berisiko terkena demam berdarah (Hales et al., 2002). World Health Organization (WHO) memperkirakan bahwa 50-100 juta orang terinfeksi virus dengue setiap tahunnya, dengan angka kematian 22.000 orang setiap tahunnya. Lebih dari 1,8 triliun orang (70%) diperkirakan berisiko terkena infeksi DBD, terutama di Asia Tenggara dan Pasifik Barat (WHO, 2015).

Berdasarkan laporan tahunan Demam Berdarah Dengue tahun 2022 yang dirilis oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi dengan jumlah kasus DBD tertinggi di Indonesia, yaitu sebanyak 36.594 kasus. Kota Bandung, yang merupakan ibu kota Provinsi Jawa Barat, menjadi salah satu lokasi yang paling rentan terhadap penyakit DBD, di mana menduduki peringkat ketiga kabupaten/kota dengan jumlah tingkat kesakitan tertinggi yaitu sebesar 201,1 per 100.000 penduduk. Tingginya angka kasus dan kematian

dari tahun ke tahun akibat DBD menyebabkan Kota Bandung termasuk ke dalam wilayah kabupaten/kota endemis DBD. Kota Bandung sebagai ibu kota memiliki peran penting sebagai salah satu pusat ekonomi di Jawa Barat dengan tingkat urbanisasi yang cepat dan kepadatan penduduk yang sangat tinggi.

Menurut Man, O. (2023), kawasan perkotaan memiliki kerentanan yang tinggi terhadap DBD dikarenakan beberapa faktor, yaitu:

- Kepadatan penduduk yang tinggi memungkinkan nyamuk *Aedes aegypti* untuk menularkan virus ke sejumlah besar individu yang rentan tanpa harus terbang jauh.
- Peningkatan pergerakan ke dan dari pusat penularan berkontribusi pada penyebaran DBD di dalam kota.
- Infrastruktur yang tidak terkendali pada kawasan perkotaan, seperti sistem pengelolaan air dan limbah yang tidak teratur, menciptakan kondisi yang menguntungkan untuk berkembang biaknya nyamuk.
- Banyaknya tempat nyamuk untuk bertelur, seperti ban bekas, wadah air kecil, dan kontainer besar untuk penyimpanan air rumah tangga.



Gambar 1. Angka Kesakitan DBD Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Barat Tahun 2022

Sumber: Profil Kesehatan Provinsi Jawa Barat Tahun 2022

Di satu sisi, fenomena perubahan iklim ikut berpengaruh terhadap perubahan pola musim dan peningkatan jumlah kasus. Berbagai studi telah menunjukkan bahwa faktor-faktor cuaca, seperti suhu, curah hujan, kelembapan, dan kecepatan angin, dapat mempengaruhi berubahnya waktu, siklus perkembangbiakan, perilaku, kelangsungan hidup nyamuk, dan reproduksi nyamuk *Aedes albopictus* dan *Aedes aegypti* yang berperan terhadap penularan virus dengue kepada manusia (Faridah dkk, 2022; Haryanto, 2018; Xu, L. dkk, 2017; Almeida dkk, 2005; Chen dkk, 2002; Wu dkk, 2011; Yi dkk, 2003).

Fenomena perubahan iklim yang tidak diantisipasi dapat memperparah situasi wabah DBD jika langkah-langkah adaptasi tidak terintegrasi secara efektif dalam strategi peningkatan kesehatan masyarakat. Selain itu, kegagalan dalam menangani isu ini dapat mengakibatkan timbulnya wabah penyakit menular seperti DBD yang lebih sering dan lebih parah. Maka dari itu, terdapat urgensi untuk membangun langkah-langkah proaktif untuk memitigasi dampak pada sektor kesehatan akibat perubahan iklim.

Beberapa penelitian terdahulu terkait analisis hubungan iklim dengan kejadian DBD telah dilakukan, seperti uji korelasi (Septiriani, 2022) dan juga algoritma *partial least square* (Kurniawan, 2023) untuk membuktikan adanya korelasi dari masing-masing variabel iklim terhadap kejadian DBD.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis lebih dalam pengaruh faktor variabilitas iklim, di antaranya suhu, kelembapan, curah hujan, dan kecepatan angin terhadap kasus demam berdarah dengue di Kota Bandung, serta melihat hubungan dari masing-masing parameter apakah terjadi secara simultan atau parsial dengan pendekatan regresi linear berganda untuk membentuk model prediksi kasus DBD.

Analisis ini sepenuhnya menggunakan data sekunder yang diperoleh dari BPS Kota Bandung antara tahun 2019 dan 2020 meliputi angka kejadian DBD, temperatur rata-rata, curah hujan rata-rata, tingkat kelembapan, dan juga kecepatan angin. Perhitungan regresi linear berganda dilakukan dengan menggunakan software SPSS 25.

METODE

Regresi linier berganda digunakan dalam analisis data untuk mengetahui hubungan secara linier antara dua atau lebih faktor independen dengan variabel dependen, serta meramalkan nilai variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami perubahan. Persamaan regresi linier berganda secara matematis diekspresikan oleh:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

Keterangan:

Y = variable dependen

a = konstanta

b_1, b_2, \dots, b_n = nilai koefisien regresi

X_1, X_2, \dots, X_n = variable independen

Variabel dependen (Y) dalam kajian ini menggunakan data angka kesakitan (*incidence rate*) DBD per bulan, sedangkan variabel independen (X) dalam kajian ini meliputi data iklim yaitu suhu, kelembapan, curah hujan, dan kecepatan angin rata-rata per bulan.

Pengaruh Suhu terhadap kejadian DBD

Fluktuasi suhu mempengaruhi kemampuan vektor nyamuk untuk menggigit, usia vektor, dan efektivitas penularan virus. Suhu yang lebih tinggi dapat memperpendek masa perkembangan vektor, meningkatkan intensitas menggigit, dan mengurangi waktu inkubasi ekstrinsik pada nyamuk betina. Namun, suhu yang melebihi 30 °C dapat mengurangi masa hidup nyamuk dewasa. Sehingga suhu ideal untuk perkembangan nyamuk berada pada rentang 25 °C hingga 30 °C (Monintja, 2021).

Pengaruh Curah Hujan terhadap kejadian DBD

Curah hujan berkorelasi erat dengan jumlah populasi vektor yang dipengaruhi oleh keberadaan tempat perindukan, yaitu genangan air. Semakin banyak hujan turun, maka semakin banyak tempat perindukan yang tersedia bagi nyamuk, sehingga jumlah populasi vektor meningkat. Namun demikian, curah hujan yang sangat tinggi dan sangat rendah dapat menghilangkan tempat perkembangbiakan nyamuk (Rubel, 2021).

Pengaruh Kelembaban terhadap kejadian DBD

Sebuah studi tentang statistik kelembaban udara menemukan bahwa kelembaban tinggi berkorelasi dengan siklus hidup vektor nyamuk sehingga berpengaruh pada peningkatan kejadian demam berdarah. Tetapi tingkat kelembaban rendah dapat memperpendek usia vektor nyamuk. Nyamuk *Aedes aegypti* dapat bertahan hidup pada tingkat kelembaban terendah 60% (Xu, 2014).

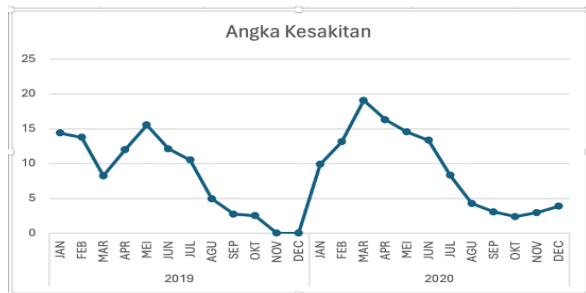
Pengaruh Kecepatan Angin terhadap kejadian DBD

Kecepatan angin berkontribusi terhadap jangkauan nyamuk terbang di dalam atau di luar rumah. Kecepatan angin dapat memperluas atau menghambat jarak terbang nyamuk, sehingga sangat menentukan kontak antara manusia dan nyamuk. (Lowe dkk, 2011).

HASIL DAN DISKUSI

Analisa Deskripsi terhadap Kasus DBD dan Variabilitas Iklim di Kota Bandung

Berdasarkan data mengenai jumlah angka kesakitan DBD di Kota Bandung pada tahun 2019–2020, kejadian angka kasus DBD tertinggi di Kota Bandung terjadi pada bulan Maret 2020 sebanyak 19.000 jiwa. Namun, jika dibandingkan tren kejadian penyakit DBD per tahun, terdapat perbedaan tren bulan puncak kasus, di mana pada tahun 2019 bulan puncak kasus terjadi di bulan Mei, sedangkan pada tahun 2020 lonjakan terjadi di bulan Maret (Gambar 2).

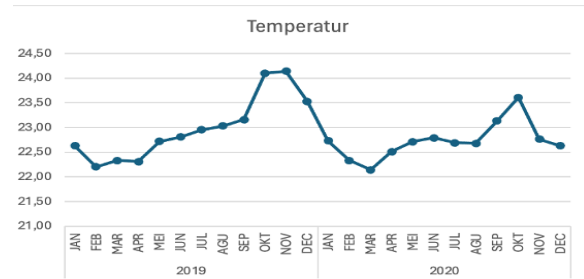


Gambar 2. Angka Kesakitan (Incidence Rate) DBD di Kota Bandung Tahun 2019-2020

Sumber: BPS Kota Bandung

Berdasarkan Gambar 3. temperatur Kota Bandung rata-rata berkisar antara 22,14°C hingga 24,14°C. Kenaikan suhu terjadi secara merata setiap tahun, dimulai pada bulan

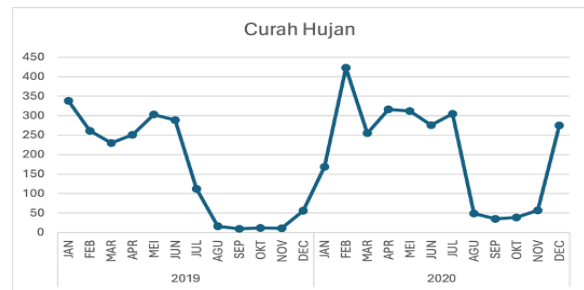
November, dan suhu terendah terjadi pada bulan Februari dan Maret. Secara rata-rata, temperatur Kota Bandung sudah mendekati suhu ideal untuk perkembangan nyamuk, yaitu pada rentang 25°C hingga 30°C.



Gambar 3. Tren Suhu di Kota Bandung Tahun 2019-2020

Sumber: BPS Kota Bandung

Berdasarkan Gambar 4, musim kering yang ditandai dengan frekuensi curah hujan yang rendah di Kota Bandung terjadi sekitar bulan Agustus hingga November, yaitu 0 mm, yang menandakan tidak ada hujan yang turun pada bulan-bulan tersebut. Selaras dengan informasi tersebut, data angka kesakitan DBD Kota Bandung cenderung rendah pada bulan Agustus hingga November, yang menandakan berkurangnya media untuk vektor nyamuk bertelur. Begitu juga, angka kasus meningkat pada bulan-bulan basah yang teridentifikasi dari adanya peningkatan curah hujan, yaitu pada bulan Maret – Mei di tahun 2019 dan Desember – Februari di tahun 2020.

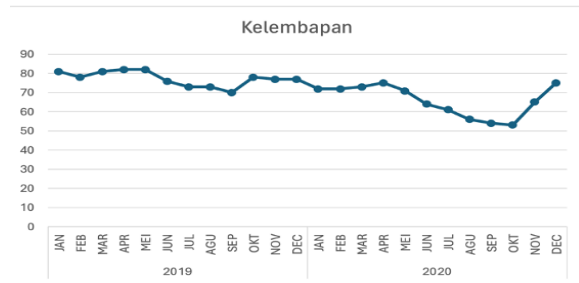


Gambar 3. Tren Curah Hujan di Kota Bandung Tahun 2019-2020

Sumber: BPS Kota Bandung

Tingkat kelembaban di Kota Bandung berkisar antara 53% hingga 83%. Gambar 5 menunjukkan bahwa pola peningkatan kelembaban terjadi setiap tahun antara bulan September dan Mei. Berdasarkan grafik tersebut. Pada tahun 2020 di bulan Juli hingga Oktober, tingkat kelembaban

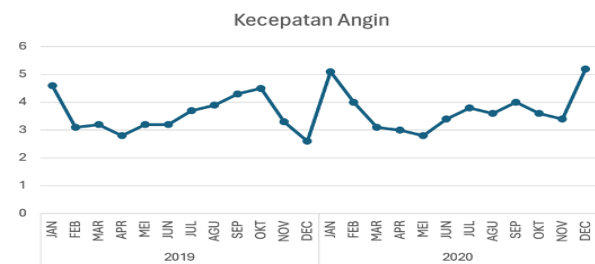
mencapai < 60% dan tidak ideal untuk lingkungan vektor nyamuk.



Gambar 4. Kelembapan di Kota Bandung Tahun 2019-2020

Sumber: BPS Kota Bandung

Berdasarkan Gambar 6. Frekuensi maksimum kecepatan angin di Kota Bandung terjadi pada bulan Desember 2020, yaitu sebesar 5 km/jam. Kecepatan angin terendah terjadi pada bulan April 2019. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa pola peningkatan kecepatan angin terutama terjadi antara bulan Mei dan Oktober setiap tahunnya. Terdapat hubungan antara angka kesakitan yang tinggi pada bulan Januari 2020 dengan kecepatan angin yang relatif tinggi yaitu 5 km/jam.



Gambar 5. Kecepatan Angin di Kota Bandung Tahun 2019-2020

Sumber: BPS Kota Bandung

Uji Asumsi Klasik

Sebelum dilakukan penyusunan model regresi linear berganda, dilakukan beberapa tahapan pengujian asumsi klasik. Hal ini dilakukan agar model yang dihasilkan tersebut bersifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*). Uji asumsi klasik yang akan dilakukan meliputi Uji Linearitas, Uji Normalitas, Uji Multikolinearitas, Uji Heteroskedastisitas, dan Uji Autokorelasi.

Uji Linearitas

Uji linearitas dilakukan pada setiap variabel independen yaitu suhu, curah hujan, kelembapan, dan kecepatan angin. Berdasarkan hasil uji linearitas keempat variabel independen yang terdiri dari data iklim Kota Bandung terbukti memiliki hubungan linear dengan angka kesakitan, terbukti dengan nilai *Deviation from linearity* yang lebih tinggi dari nilai signifikansi (0,05) dan juga berdasarkan plot data antara curah hujan dengan angka kesakitan yang membentuk pola garis lurus dari kiri bawah ke kanan atas. Hal ini menunjukkan adanya hubungan linier dan positif antara variabel curah hujan dengan angka kejadian. Berdasarkan itu salah satu syarat model regresi dalam penelitian ini terpenuhi. Hasil uji linearitas dapat dilihat pada Tabel 1. dan Gambar 6. hingga Gambar 8.

Uji Linearitas Angka Kesakitan dengan Kelembapan

Sumber: Analisis Pribadi

Tabel 1. Rangkuman Hasil Uji Linearitas

Uji Linearitas antar Variabel	Nilai Signifikansi	Deviation from Linearity	Hubungan
Angka Kesakitan – Suhu	0,05	0,623 (> 0,05)	Terdapat Hubungan LIniear
Angka Kesakitan – Curah Hujan	Uji linearitas menggunakan scatter plot menunjukan terdapat hubungan linear positif antara angka kesakitan dan curah hujan		
Angka Kesakitan – Kelembapan	0,05	0,268 (> 0,05)	Terdapat Hubungan LIniear
Angka Kesakitan – Kecepatan Angin	0,05	0,226 (> 0,05)	Terdapat Hubungan LIniear

Sumber: Analisis Pribadi

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Incidence Rate * Average Temperature	Between Groups (Combined)	692.982	21	32.999	.979	.623
	Linearity	408.359	1	408.359	12.115	.074
	Deviation from Linearity	284.623	20	14.231	.422	.881
Within Groups		67.413	2	33.706		
Total		760.395	23			

Gambar 6. Uji Linearitas Angka Kesakitan dengan Suhu

Sumber: Analisis Pribadi

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Incidence Rate * Kelembapan	Between Groups	(Combined)	636.219	17	37.425	1.800	.268
		Linearity	69.510	1	69.510	3.343	.127
		Deviation from Linearity	566.708	16	35.419	1.704	.290
	Within Groups		103.952	5	20.790		
Total		740.170	22				

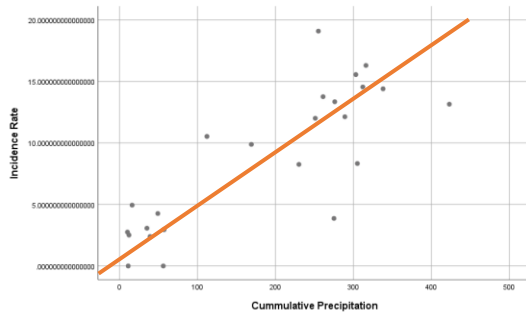
Gambar 7 Uji Linearitas Angka Kesakitan dengan Curah Hujan

Sumber: Analisis Pribadi

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Incidence Rate * Kecepatan Angin	Between Groups	(Combined)	609.724	16	38.108	1.770	.226
		Linearity	48.602	1	48.602	2.258	.177
		Deviation from Linearity	561.122	15	37.408	1.738	.235
	Within Groups		150.671	7	21.524		
Total		760.395	23				

Gambar 8. Uji Linearitas Angka Kesakitan dengan Kelembapan

Sumber: Analisis Pribadi



Gambar 9. Uji Linearitas Angka Kesakitan dengan Kecepatan Angin

Sumber: Analisis Pribadi

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan One-Sample Kolmogorov-Smirnov. Diketahui nilai probabilitas p atau Asymp. Sig (2-tailed) sebesar 0,175. Karena nilai probabilitas p, yaitu 0,175, lebih besar dari tingkat signifikansi, yaitu 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa data terdistribusi secara normal. Dengan demikian, asumsi normalitas pada data ini terpenuhi.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		23
Normal Parameters ^{a, b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	2.97359906
Most Extreme Differences	Absolute	.153
	Positive	.088
	Negative	-.153
Test Statistic		.153
Asymp. Sig. (2-tailed)		.175 ^c

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.

Gambar 10. Uji Normalitas

Sumbe : Analisis Pribadi

Uji Multikolinearitas

Nilai toleransi dan nilai faktor variasi inflasi (VIF) dapat digunakan untuk mengetahui apakah ada multikolinearitas pada model regresi. Nilai toleransi mengukur variabilitas dari beberapa variabel bebas yang tidak dapat dijelaskan oleh variabel bebas lainnya. Nilai pengurangan digunakan untuk toleransi 0,10 atau nilai VIF di atas 10. Nilai VIF dari masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 12.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Uji Multikolinearitas

Variabel Independen	Nilai VIF	Kesimpulan
Suhu	2,357 < 10 dan nilai Tolerance sebesar 0,424 > 0,10	Tidak terjadi Multikolinearitas
Curah Hujan	2,466 < 10 dan nilai Tolerance sebesar 0,405 > 0,10	Tidak terjadi Multikolinearitas
Kelembapan	1,109 < 10 dan nilai Tolerance 0,901 > 0,10	Tidak terjadi Multikolinearitas
Kecepatan Angin	1,1030 < 10 dan nilai Tolerance sebesar 0,971 > 0,10	Tidak terjadi Multikolinearitas

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	81.599	46.291		1.763	.095		
	Average Temperature	-3.336	1.974	-.314	-1.690	.108	.424	2.357
	Cummulative Precipitation	.024	.008	.542	2.856	.010	.405	2.466
	Kelembapan	.047	.091	.066	.519	.610	.901	1.109
	Kecepatan Angin	-1.190	.992	-.147	-1.200	.246	.971	1.030

a. Dependent Variable: Incidence Rate

Gambar 12. Uji Multikolinearitas

Sumber: Analisis Pribadi

Uji Heterodeksitas

Uji heteroskedastisitas menggunakan uji Glejser untuk menentukan apakah terjadi ketidaksamaan varian dalam model regresi antara residual dari satu pengamatan ke pengamatan lainnya. Nilai signifikansi lebih dari 0,05 menunjukkan bahwa tidak ada heteroskedastisitas, tetapi nilai signifikansi di bawah 0,05 menunjukkan bahwa ada heteroskedastisitas.

Berdasarkan analisis, nilai probabilitas (Sig) variabel suhu sebesar 0,579, curah hujan sebesar 0,979, kelembaban sebesar 0,347, dan nilai probabilitas (Sig) kecepatan angin sebesar 0,507, yang mana nilai tersebut lebih dari signifikansi 0,05 atau 5%. Karena nilai probabilitas (Sig) dari semua variabel independen melebihi 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi heteroskedastisitas untuk seluruh variabel.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	11.723	25.997		.451	.657
	Average Temperature	-.627	1.109	-.192	-.565	.579
	Cummulative Precipitation	.000	.005	.009	.027	.979
	Kelembapan	.049	.051	.225	.965	.347
	Kecepatan Angin	.377	.557	.152	.677	.507

a. Dependent Variable: ABS_Res

Gambar 13. Uji Heterodeksitas

Sumber: Analisis Pribadi

Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi adalah untuk mengetahui apakah ada korelasi antara periode t dengan periode sebelumnya (t - 1). Pada analisis regresi, model regresi yang baik adalah yang tidak memiliki

autokorelasi sama sekali. Untuk mengetahuinya, maka dilakukan uji Durbin-Watson. Nilai uji Durbin-Watson yang dihasilkan adalah 1,764. Nilai statistik Durbin-Watson berada di antara 1 dan 7, yang mengindikasikan tidak adanya autokorelasi ($1 < 1,764 < 7$).

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
						F Change	df1	df2		
1	.859 ^a	.737	.679	3.287437454	.737	12.622	4	18	.000	1.764

Gambar 14. Uji Autokorelasi

Sumber: Analisis Pribadi

Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (Adj. R²) hasil regresi menunjukkan seberapa banyak variabel bebas mewakili variabel dependen. Berdasarkan analisis, didapatkan nilai R² sebesar 0,737 yang menunjukkan bahwa keempat variabel independen (suhu, kelembaban, curah hujan, dan kecepatan angin) dapat menjelaskan 73,7% varians kejadian DBD di Kota Bandung. Sedangkan sisanya 27,3% kejadian DBD di Kota Bandung dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar variabel iklim yang telah ditentukan.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
						F Change	df1	df2		
1	.859 ^a	.737	.679	3.287437454	.737	12.622	4	18	.000	1.764

Gambar 15. Uji Determinasi

Sumber: Analisis Pribadi

Analisa Regresi Linear Berganda

Dikarenakan hasil uji klasik yang sudah terpenuhi secara keseluruhan dan juga nilai koefisien determinasi yang tinggi, maka dalam menyusun model prediksi kejadian DBD dengan menggunakan regresi linier berganda dapat dilakukan. Konstanta dari masing-masing variabel independen dapat dilihat pada Gambar 16.

Unstandardized Coefficients

Model		B	Std. Error
1	(Constant)	81.599	46.291
	Average Temperature	-3.336	1.974
	Cummulative Precipitation	.024	.008
	Kelembapan	.047	.091
	Kecepatan Angin	-1.190	.992

a. Dependent Variable: Incidence Rate

Gambar 16. Analisa Regresi Linear Berganda

Sumber: Analisis Pribadi

Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda pada gambar diatas, diperoleh model regresi sebagai berikut:

$$\text{Angka Kesakitan DBD} = 81.599 - 3.336 \text{ Suhu} + 0,024 \text{ Curah Hujan} + 0,047 \text{ Kelembaban} - 1,190 \text{ Kecepatan Angin}$$

Konstanta dasar untuk variabel tingkat kejadian kasus demam berdarah adalah 81,59. Koefisien regresi untuk variabel suhu adalah -3,336 dan bernilai negatif, yang menunjukkan bahwa jika suhu rata-rata naik 1 derajat Celsius, maka angka kejadian DBD akan turun sebesar 3,336. Koefisien regresi untuk variabel curah hujan sebesar 0,024 dan bernilai positif, menunjukkan bahwa jika variabel curah hujan naik 1 mm/bulan, maka angka kejadian DBD akan naik sebesar 0,024. Variabel kelembaban memiliki nilai regresi positif sebesar 0,047 yang berarti bahwa setiap kenaikan 1% variabel kelembaban maka angka kesakitan DBD akan naik sebesar 0,047. Koefisien regresi pada variabel kecepatan angin sebesar -1,190 dan bernilai negatif, artinya jika variabel kecepatan angin mengalami kenaikan 1 km/jam, maka akan mengurangi angka kesakitan DBD sebesar 1,19.

Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis menentukan apakah variabel independen memiliki pengaruh secara parsial atau simultan terhadap variabel dependen. Pendekatan yang akan digunakan dalam uji hipotesis ini adalah uji F, yang menunjukkan pengaruh variabel secara simultan, dan uji T, yang menunjukkan pengaruh variabel secara parsial.

F Test

Pada dasarnya, uji statistik F menunjukkan seberapa jauh pengaruh variabel independen secara bersamaan terhadap variabel dependen. Untuk melakukan uji simultan ini, nilai α (alpha) dibandingkan dengan nilai p-value. Jika nilai p-value kurang dari α (0,05), maka H_0 ditolak. Dengan demikian, variabel independen dan variabel dependen secara bersamaan mempengaruhi satu sama lain, dan sebaliknya.

Hasil F Test disajikan pada Gambar 17.

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	545.640	4	136.410	12.622	.000 ^b
	Residual	194.530	18	10.807		
	Total	740.170	22			

a. Dependent Variable: Incidence Rate

b. Predictors: (Constant), Kecepatan Angin, Cummulative Precipitation, Kelembapan, Average Temperature

Gambar 17. Hasil F Test

Sumber: Analisis Pribadi

Gambar 17 menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$, yang mengindikasikan bahwa variabel independen (suhu, curah hujan, kelembaban, dan kecepatan angin) berpengaruh secara simultan terhadap kasus DBD.

T Test

Uji statistik t menunjukkan seberapa besar pengaruh satu variabel independen terhadap variabel dependen. Untuk melakukan uji parsial ini, nilai α (alpha) dibandingkan dengan nilai p-value. Jika nilai p-value kurang dari α (0,05), maka H_0 ditolak. Jadi, antara variabel independen dan variabel dependen ada pengaruh parsial, atau sebaliknya.

Hasil uji hipotesis t disajikan pada Gambar 18.

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
		B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	81.599	46.291			1.763	.095
	Average Temperature	-3.336	1.974	-.314		-1.690	.108
	Cummulative Precipitation	.024	.008	.542		2.856	.010
	Kelembapan	.047	.091	.066		.519	.610
	Kecepatan Angin	-1.190	.992	-.147		-1.200	.246

a. Dependent Variable: Incidence Rate

Gambar 18 T Test

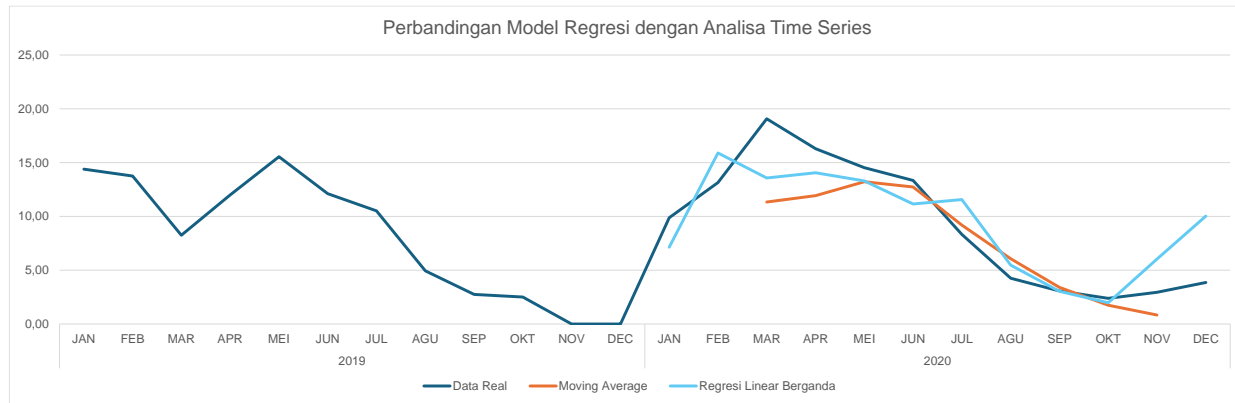
Sumber: Analisis Pribadi

Berdasarkan temuan uji-t yang ditunjukkan pada gambar 18 di atas, diperoleh informasi sebagai berikut:

- (1) Variabel independen suhu memiliki tingkat signifikansi sebesar 0,108 yang lebih tinggi dari 0,05. Menandakan variabel suhu tidak mempengaruhi angka kesakitan secara parsial.
- (2) Variabel independen curah hujan memiliki nilai signifikansi sebesar 0,010, yang lebih kecil dari 0,05. Menandakan variabel curah hujan mempengaruhi angka kesakitan secara parsial.

- (3) Variabel independen kelembapan memiliki nilai signifikansi sebesar 0,610, nilai tersebut lebih besar dari 0,05. Menandakan variabel kelembapan tidak mempengaruhi angka kesakitan secara parsial.
- (4) Variabel kecepatan arah angin memiliki nilai signifikansi sebesar 0,246, nilai tersebut lebih besar dari 0,05. Menandakan variabel kecepatan angin tidak mempengaruhi angka

hujan rata-rata menyebabkan meningkatnya tempat perindukan vektor nyamuk, yaitu air. Kelembapan yang semakin tinggi juga menyebabkan umur nyamuk menjadi lebih panjang dan berpengaruh terhadap angka kejadian penyakit DBD. Di satu sisi, peningkatan suhu di Kota Bandung menunjukkan penurunan angka kasus yang berkaitan dengan semakin pendeknya masa hidup nyamuk dewasa.



Gambar 19. Perbandingan Hasil Analisa Time Series dengan Model Regresi Linear Berganda

Sumber: Analisis Pribadi

kesakitan secara parsial.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis, terbukti terdapat pengaruh antara iklim, yaitu suhu, curah hujan, kelembapan, dan kecepatan angin terhadap kejadian penyakit DBD di Kota Bandung. Berdasarkan hasil analisis, model regresi linier berganda yang dihasilkan menunjukkan pengaruh variabilitas iklim terhadap jumlah kasus DBD di Kota Bandung relatif tinggi, yaitu mempengaruhi 73,7% terhadap kejadian DBD di Kota Bandung. Selain iklim, 26,3% kejadian DBD dapat disebabkan oleh variabel lain, seperti lingkungan sosial dan fisik. Berdasarkan uji hipotesis, diketahui pengaruh dari variabilitas iklim berpengaruh secara simultan dan tidak dapat dijelaskan secara parsial, dilihat dari nilai Uji T yang memiliki nilai signifikansi yang melebihi 0,05.

Keempat variabel independen pada model regresi menunjukkan terdapat dua variabel yang berpengaruh positif, yaitu curah hujan dan kelembapan, serta dua variabel yang berpengaruh negatif, yaitu suhu dan kecepatan angin. Pengaruh dari variabel ini selaras dengan tinjauan literatur, di mana peningkatan curah

Kecepatan angin yang meningkat juga mengurangi jarak terbang nyamuk dan membatasi kontak antara manusia dengan nyamuk.

Dinamika penyakit DBD di Kota Bandung yang sangat dipengaruhi oleh variabilitas iklim mengakibatkan bulan puncak kasus menjadi sangat mudah bergeser dan dapat berakibat terhadap terjadinya wabah, kematian penduduk, dan juga gangguan terhadap ekonomi wilayah. Sebagai langkah preventif, pembentukan model prediksi DBD harus turut mempertimbangkan faktor iklim dan tidak bisa hanya menggunakan model proyeksi sederhana seperti analisis *time series*. Perbandingan antara hasil model regresi linier berganda dengan analisis *time series* menggunakan metode *moving average* dapat dilihat pada Gambar 19.

Berdasarkan perbandingan, dapat dilihat bahwa model regresi linier berganda yang digunakan untuk proyeksi angka kesakitan DBD dapat memetakan pola kejadian penyakit yang lebih mendekati analisis *time series*, ditunjukkan dari peningkatan kasus di bulan Januari dan mulai turun di bulan Juli.

Fungsi-fungsi ini memungkinkan pembuat kebijakan untuk membuat keputusan yang

terinformasi mengenai alokasi sumber daya, intervensi kesehatan masyarakat, dan strategi manajemen risiko, yang pada akhirnya bertujuan untuk mengurangi kejadian dan dampak DBD.

REKOMENDASI

Dampak variabilitas iklim terbukti berpengaruh terhadap tingkat penyakit DBD di Kota Bandung, sehingga model regresi linear berganda dapat digunakan sebagai langkah adaptasi yang proaktif untuk mengurangi dampak pada sektor kesehatan, seperti terjadinya wabah, serta diimplementasikan ke dalam kebijakan sektor Kesehatan Kota Bandung.

Kebijakan dari Kota Bandung yang tertulis pada dokumen Profil Kesehatan tahun 2022 menekankan pada upaya responsif dalam mengendalikan angka kasus DBD, di mana tindakan pencegahan baru dilakukan setelah adanya pelaporan kasus dari puskesmas. Maka dari itu, model regresi akan pengaruh informasi iklim terhadap angka kejadian DBD digunakan untuk mendukung transformasi kebijakan di sektor kesehatan Kota Bandung, yaitu merubah aksi responsif menjadi preventif dengan adanya sistem peringatan dini. Sistem peringatan dini sangat penting untuk menekan jumlah kasus sebelum terjadinya peningkatan wabah. Beberapa rekomendasi kebijakan yang dapat disampaikan berdasarkan temuan dalam penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan Sistem Peringatan Dini: memastikan sistem pengawasan yang kuat dan terintegrasi dengan model prediktif untuk memberikan peringatan tepat waktu dan memungkinkan intervensi cepat.
2. Mengembangkan pendataan iklim dan jumlah kejadian penyakit secara rutin dan terintegrasi: keberadaan data yang baik dapat berdampak langsung pada akurasi, presisi, dan keandalan model. Inventarisasi data yang lebih panjang dapat memberikan informasi yang lebih baik tentang pola dan tren, yang mengarah pada prediksi yang lebih akurat.
3. Pelaksanaan intervensi kesehatan yang terarah dan tepat waktu.

LIMITASI PENELITIAN

Rentang data yang digunakan pada penelitian ini terbatas pada tahun 2019 hingga 2020

dikarenakan ketersediaan data yang seragam dari masing-masing variabel hanya tersedia di kedua tahun tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, A.P.G., Baptista, S.S.S.G., Sousa, C.A.G.C.C., Novo, M.T.L.M., Ramos, H.C., Panella,
- Badan Pusat Statistik Kota Bandung. Diakses pada <https://bandungkota.bps.go.id/>
- Chen, W., Li, C., Lin, M., Wu, K., Wu, K., Zhao, Z., 2002. Study on the suitable duration for dengue fever (DF) transmission in a whole year and potential impact on DF by global warming in Hainan Province [in Chinese]. *China Trop. Med.* 2, 31–34.
- Faridah, L., Suroso, D. S. A., Fitriyanto, M. S., Andari, C. D., Fauzi, I., Kurniawan, Y., & Watanabe, K. (2022). Optimal validated multi-factorial climate change risk assessment for adaptation planning and evaluation of infectious disease: A case study of dengue hemorrhagic fever in Indonesia. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 7(8), 172.
- Ghozali, I. 2018. Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hales, S., De Wet, N., Maimonald, J., & Woodward, A. (2002). Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *The Lancet*, 360(9336), 830-834.
- Haryanto, R. B. (2018). Dengue Hemorrhagic Fever Vulnerability to Climate in Indonesia: Assessment, Projection, and Mapping.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2021), Data DBD Indonesia. Diakses pada https://p2pm.kemkes.go.id/storage/publikasi/media/file_1619447946.pdf
- Kurniawan, M. F. A., Dwitiniardi, I., Kallista, M., & Dinimaharawati, A. (2023). PENGARUH IKLIM TERHADAP KASUS DEMAM BERDARAH DENGUE MENGGUNAKAN ALGORITMA PARTIAL LEAST SQUARE. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, 3(1), 11-20.
- Laskowska, I. (2011). Health capital and regional development. A panel data approach.

- Lowe R, Bailey TC, Stephenson DB, Graham RJ, Coelho CA, Carvalho MS, Barcellos C. Spatio-temporal modelling of climate-sensitive disease risk: towards an early warning system for dengue in Brazil. *Comput Geosci.* 2011 Mar 31;37(3):371–81.
- Monintja, T. C., Arsin, A. A., Amiruddin, R., & Syafar, M. (2021). Analysis of temperature and humidity on dengue hemorrhagic fever in Manado Municipality. *Gaceta Sanitaria*, 35, S330-S333.
- Man, O., Kraay, A., Thomas, R., Trostle, J., Lee, G. O., Robbins, C., ... & Eisenberg, J. N. (2023). Characterizing dengue transmission in rural areas: A systematic review. *PLoS neglected tropical diseases*, 17(6), e0011333.
- Rubel, M., Anwar, C., Irfanuddin, I., Irsan, C., Amin, R., & Ghiffari, A. (2021). Impact of climate variability and incidence on dengue hemorrhagic fever in Palembang city, south Sumatra, Indonesia. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(E), 952-958.
- Septiriani, O., & Sudaryo, M. K. (2022). Pengaruh Iklim terhadap Kasus Dengue di Kota Bandung: 2011-2020. *Kesmas Indonesia*, 14(1), 75-91.
- World Health Organization. (2015). National guidelines for clinical management of dengue fever. In *National Vector Borne Disease Control Programme*.
- Wu, F., Liu, Q., Lu, L., Wang, J., Song, X., Ren, D., 2011. Distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in northwestern China [in Chinese]. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 11,1181.
- Xu, H. Y., Fu, X., Lee, L. K. H., Ma, S., Goh, K. T., Wong, J., ... & Ng, L. C. (2014). Statistical modeling reveals the effect of absolute humidity on dengue in Singapore. *PLoS neglected tropical diseases*, 8(5), e2805.
- Xu, L., Stige, L. C., Chan, K. S., Zhou, J., Yang, J., Sang, S., ... & Stenseth, N. C. (2017). Climate variation drives dengue dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(1), 113-118.
- Yi, B., Zhang, Z., Xu, D., Xi, Y., Fu, J., Luo, J., et al., 2003. Relationship of dengue fever epidemic to *Aedes* density changed by climate factors in Guangdong Province [in Chinese]. *J. Hyg. Res.* 32, 152–154.

