

Penerapan Metode Klasifikasi Perangkat Lunak *ArcMap* pada Pemetaan Penyebaran Penyakit *Dengue* di Bandung

Ananda Shafira¹, Farah Kristiani^{2*}, Benny Yong³

^{1,2,3}Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung 40141

^{1,2,3}Departemen Matematika UNPAR Bandung Indonesia

e-mail: farah@unpar.ac.id

Diajukan: 26 Mei 2021, Diperbaiki: 23 Mei 2022, Diterima: 12 September 2022

Abstrak

Kota Bandung merupakan kota dengan jumlah kasus penyakit *Dengue* tertinggi di Jawa Barat. Tingkat efektifitas vaksin pada penyakit *Dengue* masih belum terlalu tinggi dan tidak ada obat khusus dalam penanganan penyakit ini. Pada penelitian ini akan dilakukan estimasi risiko relatif penyebaran penyakit *Dengue* di tiap kecamatan di Kota Bandung. Hasil estimasi risiko relatif dapat digunakan sebagai referensi untuk mengendalikan ataupun mencegah penyakit *Dengue* dengan mengetahui daerah kritis yang harus diprioritaskan. Risiko relatif akan diestimasi menggunakan dua pendekatan, yaitu frekuentis dengan model *Standardized Morbidity Ratio* (SMR) dan Bayesian dengan model *Localized* dari *Bayesian Conditional Autoregressive* (CARBayes). Hasilnya menunjukkan bahwa kecamatan dengan risiko relatif tertinggi dan terendah masing-masing adalah Cibeunying Kidul dan Bandung Kulon. Selanjutnya, tiap-tiap kecamatan tersebut dipetakan berdasarkan risiko relatifnya untuk memudahkan analisis penyebarannya dengan menggunakan beberapa metode klasifikasi. Metode klasifikasi yang digunakan terdapat dalam perangkat lunak *ArcMap*, yaitu *Manual Interval*, *Equal Interval*, *Defined Interval*, *Quantile*, *Natural Breaks*, dan Standar Deviasi. Hasil klasifikasi yang diperoleh dengan tiap metode memperlihatkan karakteristik dari tiap metode tersebut.

Kata Kunci: penyakit *Dengue*, risiko relatif, *Standardized Morbidity Ratio*, *Bayesian Conditional Autoregressive*, metode klasifikasi

Abstract

Bandung is the city with the highest cases of Dengue disease in West Java. The effectiveness of the vaccine of Dengue disease are still not very high and there is no specific medicine for Dengue disease. In this study, we estimate the relative risk of Dengue disease in each sub-district in Bandung. The results of the relative risk estimation can be used as a reference to cure and prevent this disease more effective and efficient because we can focus more on critical area. The relative risks are estimated using two approaches, the frequentist with the Standardized Morbidity Ratio (SMR) model and Bayesian with the Localized model of Bayesian Conditional Autoregressive (CARBayes). The results show that the sub-districts with the highest and lowest relative risk are Cibeunying Kidul and Bandung Kulon, respectively. Furthermore, each sub-districts are depicted based on their relative risk using some classification methods. The classification methods from ArcMap software that will be used are Manual Interval, Defined Interval, Equal Interval, Quantile, Natural Breaks, and Standard Deviation. The classification results with each method show that each method has its own characteristics.

Keywords: *Dengue disease, relative risk, Standardized Morbidity Ratio, Bayesian Conditional Autoregressive, classification method*

1 Pendahuluan

Penyakit *Dengue* merupakan salah satu penyakit yang menyebar sangat cepat di dunia. Penyebaran penyakit ini disebabkan oleh gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* betina yang telah membawa virus *Dengue* yang mempunyai 4 *serotype* yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4. Infeksi virus *Dengue* simptomatik dibagi menjadi kategori demam *Dengue* dan Demam Berdarah *Dengue*. World Health Organization (WHO) mengklasifikasikan Demam Berdarah *Dengue* menjadi 4 tingkatan. Tingkat I dan II merupakan kasus yang relatif rendah tanpa syok, sedangkan tingkat III dan IV lebih berat dan disertai syok [1].

Menurut WHO, standar kesehatan untuk kepadatan penduduk adalah 240 orang/hektar sementara di Bandung tahun 2012 kepadatan penduduk adalah 361 orang/hektar. Kota Bandung berada pada ketinggian 768 meter di atas permukaan laut sedangkan *Aedes Aegypti* dapat hidup 1.000 meter di atas permukaan laut. Dengan kedua alasan tersebut, Bandung menjadi salah satu kota yang rentan terkena penyakit *Dengue* [2].

Estimasi risiko relatif penyebaran suatu penyakit sangat penting untuk menilai risiko penyebarannya di suatu area dan diharapkan hasil interpretasi dapat digunakan sebagai referensi untuk mengendalikan ataupun mencegah penyakit *Dengue*. Dengan memvisualisasikan data menjadi peta penyebaran penyakit, maka pengaksesan informasi tentang titik daerah yang memiliki tingkat penyebaran tinggi bisa mendapatkan penanggulangan dari pihak-pihak yang bersangkutan.

Pada makalah ini, perhitungan nilai risiko relatif akan dilakukan dengan pendekatan frekuentis dan pendekatan Bayesian. Untuk pendekatan frekuentis yang digunakan adalah model *Standardized Morbidity Ratio* (SMR). Model dengan pendekatan Bayesian adalah *CARBayes* yang memperhatikan faktor spasial yaitu korelasi antar kecamatan, di mana kecamatan tempat tinggal penderita penyakit *Dengue* akan berpengaruh besar terhadap nilai risiko relatifnya. *CARBayes* adalah teknik dalam pemetaan penyakit yang memodelkan risiko relatif dengan memperhatikan pemulusan nilai taksiran risiko relatif dan memasukkan informasi spasial untuk mengurangi kekeliruan dari taksiran parameter risiko relatif [3]. Terdapat beberapa pendekatan yang berbeda pada model *CARBayes*, yaitu dengan menggunakan model Besag, York & Mollie (BYM), *Localized*, dan *Dissimilarity*. Pembahasan pada penelitian hanya difokuskan pada model *Localized*, model ini memperhitungkan faktor yang tidak dibahas di BYM, yaitu faktor kluster [4].

Selanjutnya, hasil estimasi risiko relatif pada daerah-daerah yang berisiko ini dapat dipetakan dengan menggunakan perangkat lunak *ArcMap*. Pada perangkat lunak ini, terdapat beberapa metode klasifikasi tingkat risiko relatif yang diestimasi, antara lain *Manual*, *Equal Interval*, *Defined Interval*, *Quantile*, *Natural Breaks*, dan Standar Deviasi. Penelitian ini akan

membuat klasifikasi dengan metode-metode tersebut yang kemudian akan dilihat karakteristik dari setiap metodenya.

2 Metode Penelitian

2.1 Model SMR (*Standardized Morbidity Ratio*)

Salah satu metode perhitungan risiko relatif adalah SMR (*Standardized Morbidity Ratio*). SMR merupakan metode paling umum dan mudah dibandingkan dengan metode yang lainnya, yaitu dengan membandingkan kejadian yang telah diobservasi dengan banyaknya kejadian yang diekspektasikan di setiap daerah. Persamaan umum dari nilai risiko relatif di daerah- i adalah [5]:

$$\theta_i = \frac{y_i}{e_i}, i \in \{1, \dots, n\}, \quad (1)$$

dengan θ_i menyatakan nilai risiko relatif di daerah- i , y_i menyatakan banyaknya kasus di daerah- i , dan e_i menyatakan ekspektasi dari banyaknya kasus di daerah- i .

Nilai y_i diperoleh dari data penderita penyakit *Dengue* di daerah- i , sedangkan dalam menghitung ekspektasi dari banyaknya penderita penyakit *Dengue* di daerah- i yaitu e_i dilakukan dengan cara menerapkan frekuensi harapan. Persamaan e_i dapat ditulis sebagai berikut:

$$e_i = N_i \cdot p, \quad (2)$$

dan p dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n N_i}, i \in \{1, \dots, n\}, \quad (3)$$

dengan N_i menyatakan banyaknya penduduk keseluruhan di daerah- i dan p menyatakan besar peluang untuk terjadinya suatu kejadian di populasi secara keseluruhan di n buah daerah.

2.2 Model Bayesian

Dasar teori dari Model Bayesian adalah Teorema Bayes yang digunakan untuk menghitung peluang bersyarat antar 2 kejadian. Misalkan $P(A), P(B), P(A|B), P(B|A)$ secara berturut-turut menyatakan peluang kejadian A, B, A bersyarat B , dan B bersyarat A . Teorema Bayes dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}. \quad (4)$$

Dalam pembuatan model Bayesian, diperlukan 3 elemen berdasarkan Teorema Bayes pada Persamaan (4). Ketiga elemen tersebut antara lain fungsi *likelihood*, distribusi *prior*, dan distribusi posterior. Pada Persamaan (4), $P(A)$ adalah distribusi prior yang memberikan informasi berdasarkan asumsi sedangkan $P(B|A)$ adalah fungsi *likelihood* yang memberikan informasi yang diperoleh dari data. Gabungan dari distribusi *prior* dan *likelihood* adalah distribusi posterior yang dinotasikan oleh $P(A|B)$.

Pada makalah ini, fungsi *likelihood*, distribusi *prior*, dan distribusi posterior akan didefinisikan sesuai dengan kasus yang diamati. Diketahui data kejadian hasil observasi adalah $\mathbf{y} = \{y_i\}$, $i \in \{1, \dots, n\}$ dan kita asumsikan parameter $\boldsymbol{\theta} = \{\theta_i\}$, $i \in \{1, \dots, n\}$ merupakan risiko relatif dan variabel acak kontinu. Persamaan umum dari fungsi *likelihood* dapat dilihat sebagai berikut:

$$L(\mathbf{y}|\boldsymbol{\theta}) = \prod_{i=1}^n f(y_i|\theta_i), \quad (5)$$

dengan $L(\mathbf{y}|\boldsymbol{\theta})$ menyatakan fungsi *likelihood* dan $f(y_i|\theta_i)$ menyatakan fungsi peluang dari y_i dengan diketahui nilai risiko relatif (θ_i) untuk masing-masing daerah- i .

Distribusi prior mewakili informasi parameter $\boldsymbol{\theta}$ yang tidak diketahui nilainya yang dikombinasikan dengan distribusi peluang dari data baru untuk menghasilkan distribusi posterior. Notasi dari fungsi distribusi *prior* dinyatakan oleh $g(\boldsymbol{\theta})$. Distribusi posterior mewakili pengetahuan tentang parameter $\boldsymbol{\theta}$ setelah melakukan observasi pada data. Persamaan *Bayes rule* untuk parameter kontinu atau persamaan umum distribusi posterior sebagai berikut:

$$p(\boldsymbol{\theta}|\mathbf{y}) = \frac{L(\mathbf{y}|\boldsymbol{\theta})g(\boldsymbol{\theta})}{q(\mathbf{y})} \quad (6)$$

dengan $q(\mathbf{y})$ menyatakan nilai peluang dari banyaknya kejadian dan bernilai konstan. Jika opini sebelumnya tentang parameter dinyatakan dalam distribusi $g(\boldsymbol{\theta})$ dikombinasikan dengan fungsi atas data kejadian hasil observasi, maka opini tersebut akan diperbaharui dan dinyatakan dalam distribusi posterior $p(\boldsymbol{\theta}|\mathbf{y})$. Dikarenakan $q(\mathbf{y})$ sebuah nilai konstan, maka Persamaan (6) dapat ditulis sebagai berikut [5]:

$$p(\boldsymbol{\theta}|\mathbf{y}) \propto L(\mathbf{y}|\boldsymbol{\theta})g(\boldsymbol{\theta}) \quad (7)$$

menunjukkan bahwa distribusi posterior proporsional terhadap fungsi *likelihood* dan distribusi *prior*.

2.3 Bayesian Conditional Autoregressive Model Localized

Berdasarkan [3], *Bayesian Conditional Autoregressive (CARBayes)* merupakan teknik dalam pemetaan penyakit yang memodelkan risiko relatif dengan memperhatikan pemulusan nilai taksiran risiko relatif. Model umum yang dapat diimplementasikan oleh *CARBayes* adalah [6]:

$$y_i|\mu_i \sim f(y_i|\mu_i, \pi^2), i \in \{1, \dots, n\}, \\ g(\mu_i) = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + \phi_i + O_i, \quad (8)$$

dengan y_i merupakan data hasil observasi $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$ dan vektor yang dikenal dengan *offset* $\mathbf{O} = (O_1, O_2, \dots, O_n)^T$. Pola spasial pada respon dimodelkan oleh matriks kovariat $\boldsymbol{x} = (\mathbf{x}_1^T, \mathbf{x}_2^T, \dots, \mathbf{x}_n^T)^T$ dan kumpulan *random effect* $\boldsymbol{\phi} = (\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n)$. Nilai ekspektasi dari y_i adalah $E(y_i) = \mu_i$, sementara π^2 merupakan parameter tambahan yang diperlukan ketika menggunakan

distribusi Gaussian. Terdapat *link function* $g(\cdot)$ yang menghubungkan nilai yang diharapkan dari respon ke prediktor linier dalam model.

Pada model *Localized* yang akan digunakan, y_i diasumsikan berdistribusi Poisson dengan parameter $e_i\theta_i$ dan matriks kovariat diabaikan. Berdasarkan definisi model *CARBayes*, didefinisikan bahwa [6]:

$$\ln(e_i\theta_i) = \phi_i + O_i. \quad (9)$$

Berdasarkan [5], nilai O_i pada Persamaan (8) dapat ditulis sebagai:

$$O_i = \ln(e_i), \quad (10)$$

dengan parameter e_i merupakan ekspektasi dari banyaknya penderita penyakit *Dengue* di kecamatan- i , maka Persamaan (9) dapat ditulis menjadi:

$$\ln(\theta_i) = \phi_i. \quad (11)$$

Salah satu model yang disarankan oleh Lee dan Sarran [4] adalah mempartisi unit-unit area menjadi beberapa kluster dengan maksimum kluster yang dinotasikan dengan G . Efek spasial pada Persamaan (11) di model *Localized* adalah:

$$\phi_i = \mu_i + \lambda_{Z_i}. \quad (12)$$

Parameter μ_i merupakan parameter yang menunjukkan korelasi spasial yaitu mempertimbangkan keadaan daerah yang bertetangga. Parameter ini diasumsikan berdistribusi Normal dan dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$[\mu_i | \mu_k, i \neq k, \tau^2] \sim \text{Normal} \left(\frac{\sum_k \mu_k w_{ik}}{\sum_k w_{ik}}, \frac{\tau^2}{\sum_k w_{ik}} \right),$$

di mana $w_{ik} = 1$ bila daerah i dan k saling bertetangga dan $w_{ik} = 0$ bila daerah i dan k tidak saling bertetangga. Parameter τ^2 merupakan *hyperparameter* dari μ_i yang *hyperprior*nya mengikuti distribusi $\text{Gamma}(a, b)$. Sedangkan parameter λ_{Z_i} adalah kluster Z_i dengan $Z_i \in \{1, \dots, G\}$. Parameter λ_{Z_i} diasumsikan berdistribusi $\text{Uniform}(\lambda_{Z_i-1}, \lambda_{Z_i+1})$ dengan nilai Z_i bergantung pada δ , di mana $\delta \sim \text{Uniform}(1, M)$. Nilai M diperoleh dari $M = i + G$, sedangkan untuk pemilihan G disarankan untuk memilih G dalam angka ganjil dan bernilai kecil. Alasan pemilihan tersebut karena berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Lee dan Sarran memberikan kesimpulan bahwa $G = 3$ dan $G = 5$ memiliki nilai risiko relatif yang lebih halus dibanding $G = 4$ [3].

Perhitungan nilai estimasi risiko relatif θ_i untuk $i \in \{1, \dots, n\}$ pada model *Localized* yaitu:

$$\theta_i = e^{\mu_i + \lambda_{Z_i}}. \quad (13)$$

2.4 Metode-Metode Klasifikasi Data pada *ArcMap*

Metode klasifikasi pada *ArcMap* dapat dilakukan secara manual atau dengan beberapa metode klasifikasi standar. Metode klasifikasi dilakukan untuk mengelompokkan seluruh amatan menjadi beberapa kelas yang mempunyai kemiripan [7]. Seluruh data sebanyak n amatan akan diklasifikasikan menjadi k kelas, di mana data yang akan diklasifikasi pada penelitian ini adalah nilai risiko relatif tiap kecamatan. Ketika akan dilakukan pengklasifikasian, seluruh data akan diurutkan mulai dari amatan dengan nilai terkecil hingga nilai terbesar yang akan dinotasikan oleh $x_i, i \in \{1, \dots, n\}$ dengan $x_1 < \dots < x_n$.

2.4.1 *Manual Interval*

Metode *Manual Interval* ini digunakan ketika kita ingin membuat definisi kelas-kelas sendiri, yaitu dengan cara memilih batas bawah dan batas atas setiap kelasnya.

2.4.2 *Equal Interval*

Metode *Equal Interval* mudah diinterpretasi dan sebaiknya digunakan untuk rentang data yang sudah dikenal, seperti suhu dan persentase. *Equal Interval* sering disajikan kepada audiensi awam, karena metode ini lebih mudah dipahami. Hal yang mungkin terjadi pada metode ini adalah banyaknya data setiap kelas tidak merata, sehingga ada kelas yang memiliki banyak anggota dan ada kelas yang tidak memiliki anggota sama sekali. Perhitungan interval tiap kelas pada metode *Equal Interval* (int_e) dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{int}_e = \frac{x_n - x_1}{k}. \quad (14)$$

2.4.3 *Defined Interval*

Metode ini memiliki minimum banyaknya kelas yaitu tiga. Kekurangan yang dimiliki metode *Defined Interval* sama dengan metode *Equal Interval* yaitu banyaknya data setiap kelas tidak merata. Perhitungan interval tiap kelas pada metode *Defined Interval* (int_d) dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{int}_d = \frac{x_n}{k}. \quad (15)$$

2.4.4 *Quantile*

Pada metode klasifikasi *Quantile*, banyaknya amatan setiap kelas sama rata. Sehingga tidak ada kelas kosong atau kelas dengan banyaknya amatan terlalu sedikit maupun terlalu banyak. Pembagian kelas dengan metode klasifikasi ini dapat menyebabkan amatan dengan nilai amatan yang sangat berbeda dikelompokkan di kelas yang sama. Selain itu, amatan dengan nilai yang sama dapat dikelompokkan di kelas yang berbeda. Perhitungan banyaknya amatan tiap kelas (d) dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$d = \frac{n}{k}. \quad (16)$$

2.4.5 Natural Breaks (Jenks)

Pada metode klasifikasi *Natural Breaks (Jenks)*, akan dicari jeda kelas yang meminimalkan variansi dalam kelas dan memaksimalkan variansi antar kelas. Dalam mencari nilai batas kelasnya, metode ini menghitung *Goodness of Variance Fit (GVF)*, dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} GVF &= \frac{(SDAM - SDCM)}{SDAM} \\ &= 1 - \frac{SDCM}{SDAM} \\ &= 1 - \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \end{aligned} \quad (17)$$

SDAM (Sum of squared Deviations for Array Mean) menyatakan variansi antar kelas, *SDCM (Sum of squared Deviations for Class Means)* menyatakan variansi setiap kelas, n_j adalah banyaknya amatan di kelas- j , x_{ij} adalah amatan ke- i di kelas- j , \bar{x}_j adalah rata-rata amatan di kelas- j dan \bar{x} adalah rata-rata seluruh amatan.

GVF akan menghasilkan nilai diantara 0 dan 1 dimana jika nilai *GVF* semakin dekat dengan 1 maka semakin baik kecocokannya. Metode *Natural Breaks* baik digunakan untuk data yang tidak terdistribusi secara merata tetapi tidak condong ke salah satu ujung distribusi.

2.4.6 Standar Deviasi

Metode klasifikasi ini menunjukkan seberapa besar nilai data bervariasi dari *mean*, sehingga dapat melihat data mana saja yang berada di atas atau di bawah rata-rata. Batas kelas dibuat dengan rentang nilai yang sama yang merupakan proporsi dari standar deviasi, biasanya pada interval satu, setengah, sepertiga, atau seperempat. Data yang cocok untuk model ini adalah data yang berdistribusi Normal, namun jika terdapat data yang sangat tinggi atau sangat rendah dapat mengubah rata-rata dan terjadi *skewness*. Pemetaan yang dilakukan dengan metode Standar Deviasi mengartikan seberapa jauh daerah tersebut dengan rata-rata secara keseluruhan.

3 Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam pemodelan di sini adalah data banyaknya penduduk dan banyaknya penderita penyakit *Dengue* di setiap kecamatan di Kota Bandung tahun 2018 yang diambil dari Badan Pusat Statistik Kota Bandung dan Dinas Kesehatan Kota Bandung.

Pada bab ini, akan dilakukan perhitungan estimasi risiko relatif *Dengue* dengan menggunakan model SMR dan *CARBayes* model *Localized*. Hasil perhitungan estimasi risiko relatif akan dibagi menjadi beberapa klasifikasi. Untuk mempermudah interpretasi, maka nilai

risiko relatif akan ditampilkan dalam bentuk peta penyebaran risiko relatif penyakit *Dengue* tahun 2018 di Kota Bandung.

3.1 Estimasi dan Hasil Klasifikasi Tingkat Risiko Relatif *CARBayes* Model *Localized* dengan Beberapa Metode

Perhitungan nilai risiko relatif dengan metode SMR akan menggunakan Persamaan (1), sedangkan perhitungan nilai risiko relatif dengan *CARBayes* model *Localized* sesuai dengan Persamaan (13). Pada perhitungan pada model *Localized* diperlukan input data w_{ik} yaitu matriks ketetanggaan antara kecamatan i dengan kecamatan k . Perhitungan w_{ik} akan dibantu dengan perangkat lunak *ArcMap*. Hasil risiko relatif yang dihasilkan oleh metode SMR akan diklasifikasikan dengan metode Manual sedangkan untuk hasil dari *CARBayes* model *Localized* akan diklasifikasikan dengan menggunakan semua metode yang telah diuraikan pada Subbab 2.4.

Berdasarkan [8], tingkatan risiko relatif penyakit *Dengue* di setiap kecamatan di Kota Bandung dapat dibagi menjadi 5 kategori, yaitu $0 \leq \theta_i < 0,5$ yang tergolong kategori sangat rendah (SR), $0,5 \leq \theta_i < 1$, artinya tergolong rendah (R), $1 \leq \theta_i < 1,5$, artinya tergolong sedang (S), $1,5 \leq \theta_i < 2$, artinya tergolong tinggi (T) dan $\theta_i \geq 2$, artinya tergolong sangat tinggi (ST). Klasifikasi ini termasuk metode klasifikasi *Manual* dan berlaku untuk semua model. Hasil perhitungan nilai risiko relatif dan klasifikasinya ditampilkan pada Tabel 1.

3.2 Peta Hasil Estimasi Risiko Relatif Tahun 2018

3.2.1 Pemetaan dengan Model SMR

Hasil estimasi risiko relatif dengan model SMR akan dipetakan dalam peta Kota Bandung menggunakan metode klasifikasi *Manual* pada Subbab 2.4.1. Pembuatan peta penyebaran risiko relatif penyakit *Dengue* ini diolah dengan perangkat lunak *ArcMap* dan ditampilkan pada Gambar 1.

Pada Gambar 1, Kecamatan Cibeunying Kidul berada pada kategori tinggi dan memiliki nilai risiko relatif yang paling tinggi yaitu 1,6012. Sementara Kecamatan Bandung Kulon berada pada kategori sangat rendah dan memiliki nilai risiko relatif paling rendah yaitu 0,3402.

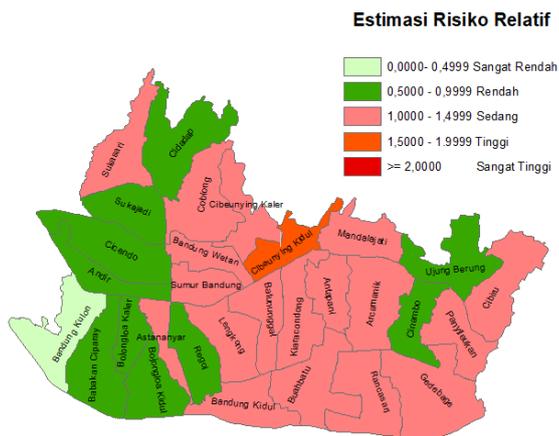
3.2.2 Pemetaan dengan *CARBayes* Model *Localized*

Hasil estimasi risiko relatif dengan *CARBayes* model *Localized* akan dipetakan dalam peta Kota Bandung menggunakan beberapa metode klasifikasi pada Subbab 2.4 dan 2.5, lalu pembuatan peta penyebaran risiko relatif penyakit *Dengue* ini juga diolah dengan perangkat lunak *ArcMap*. Berikut diberikan peta penyebaran risiko relatif penyakit *Dengue* dengan beberapa metode klasifikasi yang ditampilkan pada Gambar 2.

Tabel 1. Estimasi dan Klasifikasi Tingkat Risiko Relatif untuk Penyakit *Dengue* Tahun 2018 dengan Beberapa Metode Klasifikasi Data

<i>i</i>	Kecamatan	SMR		<i>CARLocalized</i>						
		θ_i	Klasifikasi	θ_i	Klasifikasi					
			<i>Manual</i>		<i>Manual</i>	<i>Equal Interval</i>	<i>Defined Interval</i>	<i>Quantile</i>	<i>Natural Breaks</i>	Standar Deviasi
1	Andir	0,6297	R	0,6688	R	R	R	SR	R	KEL3
2	Antapani	1,4563	S	1,3726	S	ST	T	ST	ST	KEL5
3	Arcamanik	1,0254	S	1,0074	S	S	S	S	S	KEL4
4	Astana Anyar	1,0797	S	1,0568	S	S	S	S	T	KEL4
5	Babakan Ciparay	0,5805	R	0,6464	R	R	R	SR	R	KEL3
6	Bandung Kidul	1,0918	S	1,0320	S	S	S	S	S	KEL4
7	Bandung Kulon	0,3402	SR	0,3406	SR	SR	SR	SR	SR	KEL1
8	Bandung Wetan	1,1808	S	1,0928	S	T	S	T	T	KEL4
9	Batununggal	1,1699	S	1,1431	S	T	S	T	T	KEL4
10	Bojongloa Kaler	0,6532	R	0,6997	R	R	R	SR	R	KEL3
11	Bojongloa Kidul	0,9039	R	0,9509	R	S	S	R	S	KEL4
12	Buah Batu	1,0910	S	1,1184	S	T	S	T	T	KEL4
13	Cibeunying Kaler	1,4766	S	1,4452	S	ST	T	ST	ST	KEL6
14	Cibeunying Kidul	1,6012	T	1,5564	T	ST	T	ST	ST	KEL6
15	Cibiru	1,1553	S	1,1466	S	T	S	T	T	KEL4
16	Cicendo	0,8148	R	0,8447	R	S	R	R	R	KEL3
17	Cidadap	0,6959	R	0,7730	R	R	R	SR	R	KEL3
18	Cinambo	0,8455	R	0,9677	R	S	S	R	S	KEL4
19	Coblong	1,4875	S	1,4430	S	ST	T	ST	ST	KEL6
20	Gedebage	1,2227	S	1,1725	S	T	S	ST	T	KEL5
21	Kiara Condong	1,1590	S	1,1566	S	T	S	T	T	KEL5
22	Lengkong	1,2415	S	1,2247	S	T	S	ST	T	KEL5
23	Mandalajati	1,1345	S	1,1003	S	T	S	T	T	KEL4
24	Panyileukan	1,0860	S	1,0729	S	T	S	S	T	KEL4
25	Rancasari	1,0406	S	1,0129	S	S	S	S	S	KEL4
26	Regol	0,9103	R	0,9109	R	S	R	R	S	KEL4
27	Sukajadi	0,7752	R	0,8163	R	R	R	SR	R	KEL3
28	Sukasari	1,0040	S	0,9964	R	S	S	R	S	KEL4
29	Sumur Bandung	1,0981	S	1,0669	S	S	S	S	T	KEL4
30	Ujung Berung	0,8128	R	0,8421	R	S	R	R	R	KEL3

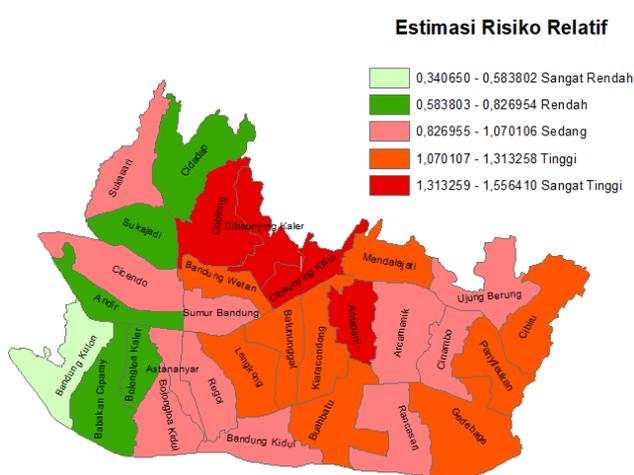
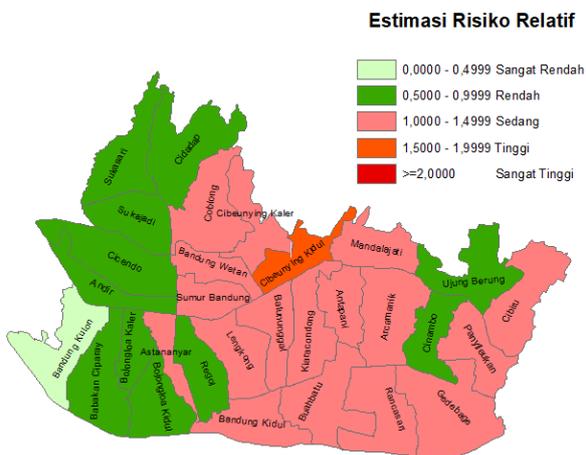
Pada metode *Manual*, Kecamatan Cibeunying Kidul berada pada kategori tinggi dan memiliki nilai risiko relatif yang paling tinggi yaitu 1,5564. Sementara Kecamatan Bandung Kulon berada pada kategori sangat rendah dan memiliki nilai risiko relatif paling rendah yaitu 0,3406.



Gambar 1. Peta Penyebaran Risiko Relatif Penyakit *Dengue* Tahun 2018 dengan Model SMR dan Metode Klasifikasi *Manual*

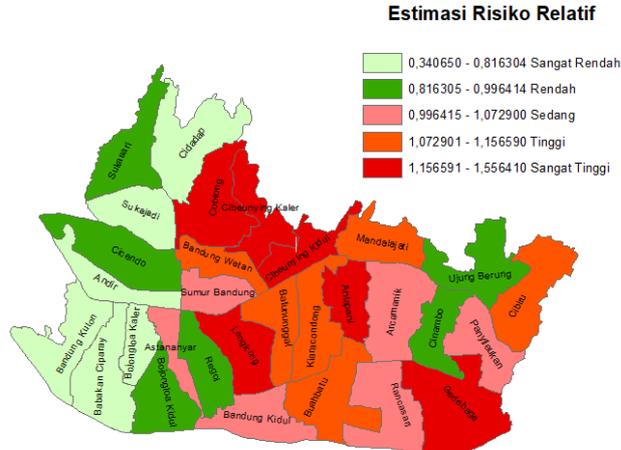
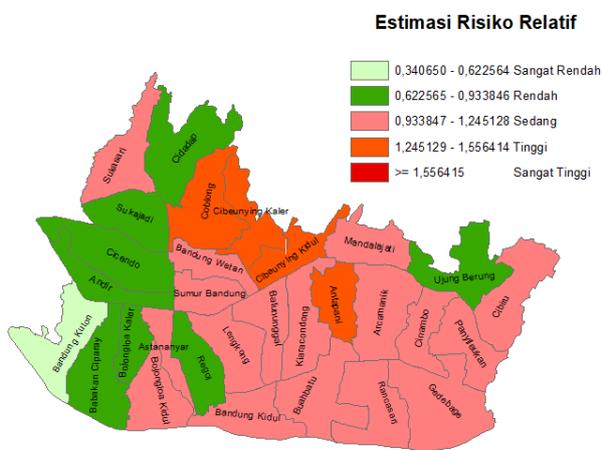
Manual Interval

Equal Interval



Defined Interval

Quantile



Natural Breaks

Standar Deviasi

Metode *Natural Breaks* akan mengelompokkan amatan dalam kelas yang dipisahkan oleh titik batas yang jelas di mana titik batasnya adalah nilai dari amatan-amatannya. Jika *range* dari nilai-nilai amatannya besar, maka metode ini dapat membuat rentang angka yang sangat bervariasi. Klasifikasi ini cocok untuk pengklasifikasian yang mengubah label menjadi beberapa skala seperti kecil, sedang, atau besar.

Metode Standar Deviasi bertujuan untuk melihat amatan mana yang berada di atas atau di bawah rata-rata, misalnya membuat klasifikasi tingkat pendidikan untuk mengetahui kecamatan mana yang tertinggal dibanding kecamatan lain pada kota tersebut. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa Sukasari termasuk kelompok 4, berdasarkan Tabel 1 Sukasari berada di antara 0,5 standar deviasi di bawah rata-rata dan 0,5 standar deviasi di atas rata-rata.

4 Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan perhitungan pada makalah ini adalah:

1. Model SMR merupakan model yang sederhana untuk menghitung nilai risiko relatif, karena hanya membutuhkan data banyaknya penderita penyakit *Dengue* dan total penduduk tiap kecamatan. Namun model ini kurang baik karena saat banyaknya penderita pada suatu kecamatan sebanyak 0 orang akan menghasilkan risiko relatif bernilai 0, tetapi tingkat risiko akan terserang suatu penyakit tidak mungkin bernilai 0.
2. *CARBayes* model *Localized* merupakan model yang memasukkan informasi spasial yaitu model ini memperhatikan faktor ketetangaan, sehingga ketika suatu kecamatan tidak memiliki kasus penyakit *Dengue*, kecamatan tersebut tetap memiliki risiko terkena *Dengue*.
3. Dari hasil estimasi nilai risiko relatif yang dihitung menggunakan model SMR dan *CARBayes* model *Localized*, diperoleh hasil bahwa kecamatan Cibeunying Kidul memiliki nilai risiko relatif tertinggi dan Bandung Kulon memiliki nilai risiko relatif terendah.
4. Masing-masing metode klasifikasi pada *ArcMap* memiliki karakteristik tersendiri. Metode *Manual* akan mudah diinterpretasi karena sudah diketahui kategori yang mewakili batasan tersebut. Metode *Equal Interval* dan *Defined Interval* merupakan metode yang mudah diinterpretasi karena memiliki nilai interval yang sama sehingga akan mudah dipahami oleh audiensi awam. Lalu, metode *Quantile* cocok untuk data yang berdistribusi secara linier, sedangkan metode *Natural Breaks* baik untuk data yang tidak berdistribusi secara merata tetapi tidak condong ke salah satu ujung distribusi, dan metode Standar Deviasi digunakan untuk melihat amatan mana yang berada di atas atau di bawah rata-rata.

5. Pemetaan risiko relatif dengan menggunakan *ArcMap* ini memetakan hasil statis pada suatu waktu tertentu.

Saran untuk pengembangan penelitian ini adalah dengan menggunakan model perhitungan nilai risiko relatif yang lain misalnya dengan model Dissimilarity, lalu menerapkan model klasifikasi lainnya, misalnya dengan menggunakan metode Geometrical Interval. Lebih lanjut dapat juga dikembangkan pemetaan deret waktu yang lebih dinamis, untuk pemetaan spatio temporal pada penelitian berikutnya.

5 Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Katolik Parahyangan yang telah mendukung penulis, tidak lupa juga berterima kasih kepada Dinas Kesehatan Kota Bandung serta Badan Pusat Statistik Kota Bandung yang telah menyediakan data untuk riset ini.

6 Daftar Pustaka

- [1] WHO, *Dengue Guidelines for Diagnosis, Treatment, Prevention, and Control*. Geneva: WHO Press, 2009.
- [2] F. Kristiani, N. A. Samat, and Ghani, “Preliminary Analysis on Dengue Disease Mapping in Bandung, Indonesia based on Standardized Morbidity Ratio (SMR),” vol. 53, no. 6, pp. 195–201, 2015.
- [3] R. Khaerati, S. A. Thamrin, and A. K. Jaya, “Bayesian Conditional Autoregressive (CAR) dengan Model Localised dalam Menaksir Risiko Relatif DBD di Kota Makassar,” *ESTIMASI J. Stat. Its Appl.*, vol. 1, no. 1, p. 21, 2020, doi: 10.20956/ejsa.v1i1.9298.
- [4] D. Lee, “CARBayes version 5.2: An R Package for Spatial Areal Unit Modelling with Conditional Autoregressive Priors,” *J. Stat. Softw.*, vol. 55, no. February, p. 32, 2016.
- [5] A. B. Lawson, W. J. Browne, and C. L. Vidal Rodeiro, *Disease Mapping with WinBUGS and MLwiN*. WILEY, 2004.
- [6] D. Lee, “CARBayes: An R Package for Bayesian Spatial Modeling with Conditional Autoregressive Priors,” *J. Stat. Softw.*, vol. 55, no. 13, pp. 1–24, 2013, doi: 10.18637/jss.v055.i13.
- [7] Esri, “Data Classification Methods.” <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm> (accessed Jan. 14, 2021).
- [8] F. Kristiani, B. Yong, and R. Irawan, “Relative risk estimation of dengue disease in Bandung, Indonesia, using poisson-gamma and bym models considering the severity level,”

J. Teknol., vol. 78, no. 11, pp. 57–64, 2016, doi: 10.11113/.v78.7664.