

Analisis Tingkat Akurasi Penggunaan Metode Monte Carlo Dalam Memprediksi Jumlah Penderita Demam Berdarah Dengue

Conchita Junita Chandra^{1*}, Yoseph Thobias Pareira²

^{1,2}Universitas Nusa Nipa, Indonesia

¹conchitachandra@gmail.com, ²yosephthobiaspareira@gmail.com



Histori Artikel:

Diajukan: 29 November 2023

Disetujui: 30 November 2023

Dipublikasi: 4 Desember 2023

Kata Kunci:

Demam Berdarah Dengue;
Sikka; Prediksi; Monte Carlo;
Tingkat Akurasi

Digital Transformation Technology (Digitech) is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak

DBD merupakan penyakit pada manusia yang disebabkan oleh virus Dengue yang masuk melalui perantara nyamuk *Aedes Aegypti*, dan dapat menyebabkan kematian. Kasus DBD di Indonesia meningkat baik jumlah maupun wilayah penyebarannya termasuk di kabupaten Sikka, NTT yang ditetapkan sebagai KLB tahun 2020. Oleh karena itu pemerintah setempat perlu meningkatkan kewaspadaan serta kesiapan penanggulangan, salah satunya dengan memprediksi jumlah penderita demam berdarah di masa yang akan datang. Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur dan metode kuantitatif untuk menguji hipotesis, melalui pengumpulan data-data sekunder yang bersumber dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sikka terkait jumlah kasus DBD di Sikka dari tahun 2019 hingga 2022, selanjutnya dibuat pemodelan dan simulasi menggunakan metode Monte Carlo untuk memprediksi jumlah kasus perbulan setiap tahun berdasarkan data tahun sebelumnya. Hasil prediksi dibandingkan dengan data sesungguhnya untuk melihat tingkat akurasi metode yang digunakan. Pada penelitian ini dipilih MAE sebagai metrik evaluasi karena jumlah penderita *real* ada yang bernilai 0. Hasil simulasi menunjukkan bahwa prediksi jumlah penderita DBD per bulan berdasarkan data 1 tahun sebelumnya kurang akurat, terlihat pada rata-rata MAE terendah adalah 24. Namun jika dijumlahkan dalam setahun, hasilnya mendekati jumlah penderita *real*. Sedangkan hasil simulasi data 2 tahun untuk prediksi 1 tahun menunjukkan hasil semakin akurat. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode Monte Carlo dalam memprediksi jumlah penderita DBD kurang tepat karena hasilnya kurang akurat, terutama jika data yang digunakan untuk prediksi hanya berdasarkan data 1 tahun sebelumnya. Perlu penelitian lanjut yang melibatkan lebih banyak data masa lampau, serta data lain yang dianggap mempengaruhi kasus DBD, termasuk metode prediksinya.

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus Dengue yang bisa masuk ke dalam tubuh manusia dengan perantara (vektor) nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Aedes Albopictus*. Kedua jenis nyamuk tersebut dapat hidup di tempat-tempat beriklim tropis seperti Indonesia, pada ketinggian hingga 1000 m di atas permukaan laut (Prasetyani, 2015) dan berkembangbiak dengan cepat sehingga dapat menginfeksi 390 juta orang setiap tahunnya (Marlik, Lutfianawati, & Ngadino, 2022). World Health Organization (WHO) telah menetapkan DBD sebagai salah satu dari 10 penyakit yang berpotensi ancaman di tahun 2019. Di Indonesia telah terjadi peningkatan kasus baik jumlah maupun wilayah penyebarannya, yang dipengaruhi oleh faktor perubahan iklim yang ideal bagi keberlangsungan hidup vektor (Landu, Kaunang, & Kawatu, 2021). Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah salah satu wilayah Indonesia dengan kategori iklim tropis yang menunjukkan data kasus tertinggi untuk kejadian DBD (Pareira, Parera, & Hildegardis, 2023) pada awal tahun 2020 dengan golongan usia terbanyak antara 5-15 tahun (Dinas Kesehatan Kabupaten Sikka, 2022). Penyakit ini dapat menyebabkan kematian jika tidak ditangani secara cepat dan tepat (Ichwani & Wibawa, 2019). Oleh karena itu pemerintah setempat perlu meningkatkan kewaspadaan, proteksi serta kesiapan penanggulangan sejak dini sebelum terjadi kasus berikutnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah memprediksi jumlah penderita demam berdarah pada waktu-waktu berikutnya sehingga pemerintah dapat menyiapkan tindakan pencegahan. Prediksi jumlah penderita demam berdarah dapat dilakukan berdasarkan data jumlah penderita pada periode waktu sebelumnya, mengingat penyakit ini bersifat endemik namun secara periodik dapat mendatangkan kejadian luar biasa (KLB) (Ariati & Anwar, 2014). Selain itu, jumlah kasus penyakit ini juga biasanya lebih banyak terjadi pada saat atau setelah musim penghujan dimana nyamuk dapat berkembangbiak dengan baik (Landu dkk., 2021). Hal ini terbukti pada data yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sikka tahun 2022, dimana jumlah kasus terbanyak terjadi di setiap awal tahun antara bulan Januari sampai April yang merupakan musim penghujan.

Ada banyak metode yang dapat digunakan dalam melakukan prediksi, salah satu yang sering digunakan

yaitu metode Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo dapat digunakan dalam situasi probabilitik untuk memprediksi kemungkinan kejadian kedepannya berdasarkan data yang diamati pada kurun waktu tertentu (Yusmaity, Julius Santony, & Yuhandri, 2019). Dalam penelitian ini, dibuat pemodelan dan simulasi menggunakan metode Monte Carlo untuk memprediksi jumlah penderita DBD berdasarkan data jumlah kasus DBD masa lampau yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sikka dalam kurun waktu antara tahun 2019 sampai 2022. Hasil simulasi kemudian diuji dengan membandingkan hasil prediksi dengan data *real* untuk mengetahui tingkat akurasi metode Monte Carlo dalam memprediksi jumlah penderita DBD di Kabupaten Sikka.

STUDI LITERATUR

Penelitian terkait kejadian demam berdarah telah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya dibahas berikut ini. Penelitian berjudul Model Prediksi Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Berdasarkan Faktor Iklim Di Kota Bogor, Jawa Barat. Penelitian tersebut menggunakan regresi linear dan memperoleh hasil yang dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara kejadian DBD dengan curah hujan, hari hujan, suhu dan kelembaban 2 bulan sebelumnya (Ariati & Anwar, 2014). Penelitian berjudul Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kejadian Demam berdarah di Jawa Barat juga menggunakan model regresi linear. Dari penelitian tersebut diperoleh informasi bahwa kejadian demam berdarah memiliki hubungan dengan curah hujan, walaupun terdapat perbedaan waktu (*time lag*) antara peningkatan curah hujan dan peningkatan jumlah kasus demam berdarah (Raksanagara, Arisanti, & Rinawan, 2015). Penelitian berjudul Prediksi Angka Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Berdasarkan Faktor Cuaca Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (Studi Kasus Kecamatan Tembalang) menggunakan jaringan saraf tiruan Extreme Learning Machine (ELM) untuk memprediksi angka kejadian demam berdarah berdasarkan faktor cuaca (Ichwani & Wibawa, 2019). Penelitian berjudul Hubungan Antara Variabilitas Iklim Dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue Di Kota Manado menggunakan metode penelitian kuantitatif, model studi ekologi dengan model analisis univariat dan bivariat dan dilanjutkan ke model prediksi regresi linier. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa variabilitas iklim memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian DBD. Curah hujan dan kelembaban memiliki derajat hubungan sedang kearah positif terhadap kejadian DBD sedangkan suhu memiliki derajat hubungan kuat kearah negatif terhadap DBD (Landu dkk., 2021).

Dari beberapa penelitian tersebut di atas, diketahui bahwa iklim dan cuaca merupakan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap kasus DBD. Meski demikian, ada faktor lain yang juga dapat memicu DBD seperti pada penelitian berjudul Indeks Prediktif Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Berbasis Perilaku Sosial Masyarakat Di Kabupaten Indramayu, yang menghasilkan kesimpulan adanya pengaruh signifikan antara perilaku hidup seseorang dengan kasus DBD, yang terdiri dari tiga indikator yaitu praktik 3M di rumah, kebiasaan menggantung pakaian dan keberadaan sampah padat. Semakin banyak indikator yang dipenuhi seseorang, maka semakin berisiko orang tersebut terkena DBD (H. Akbar, Oruh, & Agustang, 2021). Selain itu, setting fisik bangunan dan lingkungan di sekitar bangunan tempat tinggal/tempat beraktifitas masyarakat memiliki pengaruh terhadap karakteristik termal (suhu, kelembaban udara, kecepatan angin dan intensitas cahaya) pada suatu wilayah yang mempengaruhi perkembangbiakan nyamuk. Hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa wilayah yang memiliki jarak antar rumah kurang dari 1 m, memiliki kecepatan angin rendah, kelembaban udara di atas 75% dan intensitas cahaya di antara 100-200 lux yang mampu memicu perkembangbiakan nyamuk bila dibandingkan dengan wilayah yang memiliki kerapatan hunian di atas 3-5 meter. Selain jarak antar bangunan; jenis, letak dan ukuran vegetasi di sekitar bangunan juga mempengaruhi intensitas cahaya yang masuk ke dalam bangunan maupun penyerapan genangan air di sekitar bangunan (Pareira dkk., 2023).

Beberapa penelitian juga menggunakan data masa lampau untuk memprediksi kejadian di masa kini, untuk selanjutnya digunakan dalam memprediksi kejadian masa depan. Penelitian dengan judul Prediksi Kejadian Demam Berdarah Dengue di Kecamatan Papar Kabupaten Kediri Tahun 2016–2021, menggunakan analisis *time series* dengan model ARIMA (1, 0, 0) dan memperoleh kesimpulan bahwa nilai data DBD waktu ke-*t* dipengaruhi oleh data DBD waktu ke-*t-1*. Hasil analisis menunjukkan bahwa prediksi kasus DBD dari Mei 2021 hingga Desember 2022 meningkat 1–2 kasus berdasarkan data tahun 2016-2021 (Marlik dkk., 2022). Penelitian ini juga menggunakan data masa lampau (data jumlah kasus DBD per bulan selama satu tahun sebelumnya) untuk memprediksi jumlah kasus DBD di kabupaten Sikka pada masa yang akan datang (tahun berikutnya), dengan hipotesis bahwa DBD merupakan penyakit endemik yang akan terjadi setiap tahun dan cenderung meningkat di bulan-bulan tertentu selama dan setelah musim hujan, dikarenakan perkembangbiakan nyamuk *Aedes Aegypti* sebagai vektor dipengaruhi oleh suhu dan curah hujan. Suhu dapat dipengaruhi pula oleh curah hujan dan curah hujan dipengaruhi oleh iklim di daerah tersebut. Penelitian lainnya juga menguatkan bahwa DBD biasanya lebih banyak terjadi pada saat atau setelah musim penghujan, dimana nyamuk dapat memperoleh habitat yang lebih banyak dan nyaman (Landu dkk., 2021). Sedangkan unsur cuaca (terutama suhu) menjadi faktor potensial yang berpengaruh terhadap metabolisme, pertumbuhan, perkembangan dan populasi nyamuk tersebut (Raksanagara dkk., 2015).

Berdasarkan data jumlah kasus DBD dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sikka, dibuat pemodelan dan

simulasi menggunakan metode Monte Carlo. Monte Carlo merupakan sebuah teknik komputasi statistik yang bertujuan untuk menghasilkan prediksi berdasarkan hasil simulasi terhadap model yang dibangun menggunakan angka acak untuk fenomena yang melibatkan ketidakpastian. Simulasi Monte Carlo didasarkan pada probabilitas yang diperoleh dari data historis sebuah kejadian dan frekuensinya seperti terlihat pada persamaan (1), di mana P_i = probabilitas kejadian pada waktu tertentu (i), f_i = frekuensi kejadian pada waktu tertentu (i) dan n = jumlah frekuensi semua kejadian (A. A. Akbar, Alamsyah, & Riska, 2020).

$$P_i = \frac{f_i}{n} \quad (1)$$

Selanjutnya menghitung distribusi kemungkinan kumulatif dengan persamaan (2), di mana nilai awal distribusi kumulatif $K_{(i-1)}$ sama dengan nilai probabilitas yang pertama.

$$K_i = P_i + K_{(i-1)} \quad (2)$$

Langkah selanjutnya membuat interval bilangan acak dengan melakukan pembulatan nilai distribusi kumulatif dan menentukan nilai batas awal (di mulai dari 0) dan batas akhir (pembulatan nilai distribusi kumulatif) untuk setiap distribusi kumulatif. Untuk melakukan simulasi, dibutuhkan angka acak yang dapat dibangkitkan menggunakan perangkat lunak komputer seperti Microsoft Office Excel (dengan *function randbetween* atau menggunakan *data analysis*) atau menggunakan metode *Mixed Congruent Method* dengan persamaan (3), di mana Z_i = nilai bilangan ke- i , Z_{i-1} = bilangan awal (bilangan bulat ≥ 0 , $Z_0 < m$), a = konstanta pengali ($a < m$), c = konstanta pergeseran ($c < m$) dan m = konstanta modulus ($m > 0$) (Yusmaity dkk., 2019; Amalia, Yunhasnawa, & Rahmatanti, 2022).

$$Z_i = (a \cdot Z_{i-1} + c) \text{Mod } m \quad (3)$$

Hasil simulasi kemudian dapat dibandingkan dengan data *real* untuk melihat tingkat akurasi hasil simulasi (Zalmadani, Santony, & Yunus, 2020).

Metode Monte Carlo digunakan dalam penelitian ini karena model dan simulasi yang dibangun menghasilkan prediksi yang mengikutsertakan faktor ketidakpastian. Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan metode Monte Carlo untuk memprediksi hasil ujian nasional (Yusmaity dkk., 2019), untuk memprediksi pendapatan terbesar dari penjualan produk cat (Geni, Santony, & Sumijan, 2019), untuk memprediksi jumlah mahasiswa baru (A. A. Akbar dkk., 2020), memprediksi permintaan produk bata merah untuk mengetahui pendapatan pada UMKM di kota Pariaman (Zalmadani dkk., 2020), prediksi *Bed Occupancy Ratio* untuk mengetahui kebutuhan tenaga medis, tenaga penunjang dan sarana rumah sakit (Ferdinal, Defit, & Yunus, 2021) dan pada penelitian terkait prediksi penjualan *frozen food* pada sebuah perusahaan di Malang, Jawa Timur (Amalia dkk., 2022). Data yang digunakan dalam penelitian-penelitian tersebut merupakan data masa lampau dimana antar periode tidak terdapat perbedaan besar terkait jumlahnya, sementara dalam penelitian ini, ada perbedaan jumlah data yang cukup besar antara 1 periode waktu dengan periode waktu berikutnya, sehingga perlu diuji tingkat akurasi penggunaan metode Monte Carlo dalam kasus ini. Untuk menguji tingkat akurasi prediksi dapat digunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), yaitu metode pengujian tingkat akurasi hasil simulasi dengan cara menghitung selisih dari data aktual dan data prediksi yang ditulis dalam bentuk rata-rata persentase absolut kesalahan dan digunakan untuk melakukan perbandingan pada data yang mempunyai skala interval waktu berbeda menggunakan persamaan (4), di mana A_t = data nyata (*real*), F_t = data peramalan dan n = jumlah periode.

$$MAPE = \frac{100 \times \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{n} \quad (4)$$

Semakin kecil nilai MAPE, maka tingkat akurasi prediksi semakin tinggi (Amalia dkk., 2022; Almutazah, Azizah, Putri, & Novitasari, 2021). Selain MAPE, pengujian tingkat akurasi model peramalan juga dapat menggunakan metode *Mean Absolute Error* (MAE) yaitu metrik evaluasi yang mengukur rata-rata dari nilai absolut berdasarkan selisih antara nilai aktual dan nilai yang diprediksi. Semakin kecil nilai MAE, maka tingkat akurasi prediksi semakin tinggi. Formula umum untuk MAE dapat dilihat pada persamaan (5), di mana n = jumlah observasi, A_i = nilai aktual pada observasi ke- i dan F_i = nilai yang diprediksi pada observasi ke- i (Suryanto & Muqtadir, 2019).

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |A_i - F_i| \quad (5)$$

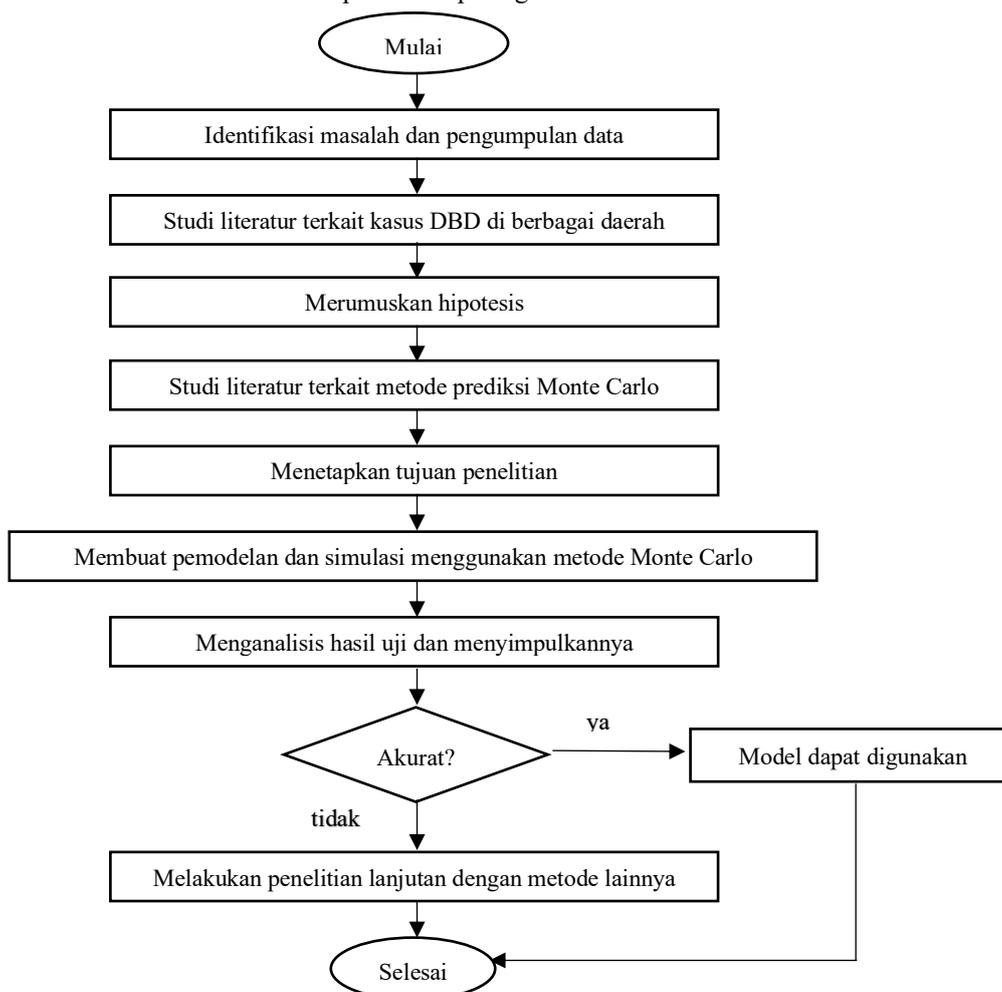
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian analisis dengan metode kuantitatif dan studi literatur. Metode

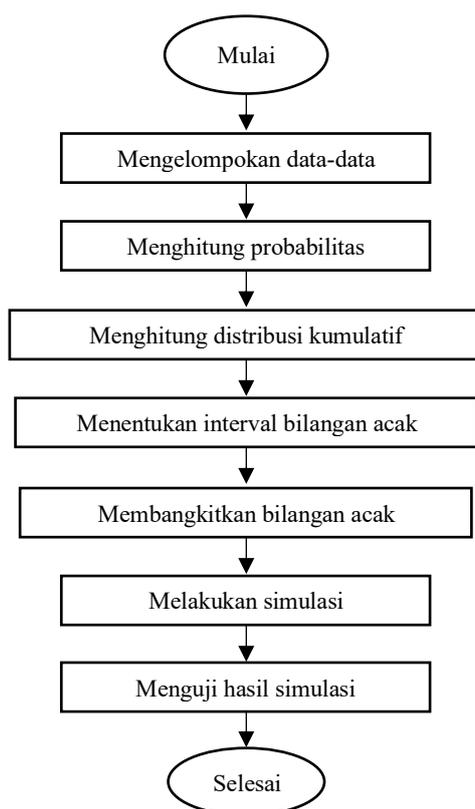
kuantitatif digunakan untuk menguji hipotesis, dengan mengumpulkan data-data sekunder yang bersumber dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sikka terkait jumlah kasus DBD di Sikka dari tahun 2019 hingga 2022, selanjutnya dibuat pemodelan dan simulasi menggunakan metode Monte Carlo untuk memprediksi jumlah kasus perbulan setiap tahun berdasarkan data tahun sebelumnya. Hasil prediksi kemudian dibandingkan dengan data sesungguhnya untuk melihat tingkat akurasi metode yang digunakan untuk prediksi kasus DBD. Pengujian akurasi prediksi juga dilakukan menggunakan metrik evaluasi MAE. Studi literatur bertujuan untuk memahami metode, membandingkan kasus penelitian baik jenis maupun tempat dan memperkuat hipotesis/kesimpulan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah dan pengumpulan data, dimana kabupaten Sikka memiliki kasus tertinggi untuk kejadian DBD pada tahun 2020 dan ditetapkan sebagai kejadian luar biasa oleh bupati Sikka (Taris, 2020);
2. Studi literatur terkait kasus DBD di berbagai daerah dan faktor penyebabnya;
3. Memperoleh hipotesis bahwa DBD merupakan penyakit endemik yang akan terjadi setiap tahun, sehingga dapat diprediksi jumlah kasusnya dengan metode tertentu;
4. Studi literatur terkait metode prediksi yang akan digunakan, yaitu metode Monte Carlo;
5. Menetapkan tujuan penelitian yaitu untuk menguji tingkat akurasi metode Monte Carlo dalam memprediksi jumlah penderita DBD di Kabupaten Sikka, berdasarkan data antara tahun 2019 sampai 2022. Jika pengujian ini berhasil, maka model yang dibangun dapat digunakan untuk membantu pemerintah kabupaten Sikka dalam penanggulangan penyakit DBD;
6. Membuat pemodelan dan simulasi menggunakan metode Monte Carlo;
7. Menguji hasil simulasi (berupa prediksi) dengan MAE;
8. Menganalisis hasil uji dan menyimpulkannya.

Secara umum, langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1, dan langkah-langkah dalam pemodelan dan simulasi Monte Carlo dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Alur Penelitian



Gambar 2. Alur Pemodelan dan Simulasi Metode Monte Carlo

HASIL

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sikka, dibuat pemodelan dan simulasi menggunakan metode Monte Carlo dan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1
Jumlah Penderita, Probabilitas, Distribusi Kumulatif dan Interval Bilangan Acak Tahun 2019

Tahun: 2019	Jumlah Penderita	Probabilitas	Distribusi Kumulatif	Pembulatan	Interval Bilangan Acak	
					awal	akhir
Bulan						
Januari	65	0.105	0.105	105	0	104
Februari	67	0.108	0.213	213	105	212
Maret	146	0.235	0.448	448	213	447
April	115	0.185	0.634	634	448	633
Mei	65	0.105	0.739	739	634	738
Juni	11	0.018	0.756	756	739	755
Juli	16	0.026	0.782	782	756	781
Agustus	12	0.019	0.802	802	782	801
September	1	0.002	0.803	803	802	802
Oktober	30	0.048	0.852	852	803	851
November	24	0.039	0.890	890	852	889
Desember	68	0.110	1.000	1000	890	999
TOTAL	620	1				

Tabel 1 berisi data *real* jumlah penderita DBD tahun 2019, yang kemudian dihitung probabilitas dan distribusi kumulatifnya untuk menentukan interval bilangan acak tahun 2019. Probabilitas dihitung menggunakan persamaan (1) dengan cara sebagai berikut:

$P_1 = \frac{65}{620} = 0,105$, dimana 65 adalah data jumlah penderita di bulan Januari 2019, dan 620 adalah total jumlah penderita tahun 2019. P_1 merupakan probabilitas ke-1 (bulan Januari 2019).

$P_2 = \frac{67}{620} = 0,108$, dimana 67 adalah data jumlah penderita di bulan Februari 2019, dan 620 adalah total jumlah penderita tahun 2019. P_2 merupakan probabilitas ke-2 (bulan Februari 2019), dan seterusnya.

Distribusi kumulatif dihitung menggunakan persamaan (2) dengan cara sebagai berikut:

$K_1 = P_1 = 0,105$, dimana nilai $K_1 = P_1$ yaitu 0,105.

$K_2 = 0,108 + 0,105 = 0,213$, dimana nilai $K_2 = P_2$ yaitu 0,108 ditambah nilai K_1 yaitu 0,105.

$K_3 = 0,235 + 0,213 = 0,448$, dan seterusnya.

Untuk memudahkan dalam menentukan interval bilangan acak, maka nilai distribusi kumulatifnya dibulatkan.

Selanjutnya ditentukan interval bilangan acak dimana batas awal bilangan acak interval pertama sama dengan 0 (nol), dan batas akhir untuk interval pertama ditentukan dengan mengurangi pembulatan distribusi kumulatif interval pertama dengan angka 1 (satu). Batas awal bilangan acak interval kedua dimulai dengan menambahkan batas akhir interval pertama dengan angka 1 (satu) dan batas akhir bilangan acak interval kedua diperoleh dengan mengurangi pembulatan distribusi kumulatif interval kedua dengan angka 1 (satu).

Berdasarkan data pada tabel 1, dilakukan simulasi untuk memprediksi jumlah penderita DBD tahun 2020 dengan bilangan acak yang dibangkitkan menggunakan persamaan (3) dengan nilai $a = 1$, $c = 2$, $m = 999$, $X_0 = 22$ untuk variasi pertama; dan nilai $a = 29$, $c = 17$, $m = 89$, $X_0 = 37$ untuk variasi kedua. Pembangkitan bilangan acak variasi pertama dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$Z_1 = (1 \times 22 + 2) \text{Mod } 999 = 24$

$Z_2 = (1 \times 24 + 2) \text{Mod } 999 = 26$

$Z_3 = (1 \times 26 + 2) \text{Mod } 999 = 28$, dan seterusnya.

Hal yang sama dilakukan juga untuk membangkitkan bilangan acak variasi kedua. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 2. Karena interval bilangan acak pada tabel 1 terdiri dari 3 digit angka, maka bilangan acak yang dihasilkan juga dijadikan 3 digit dengan mengalikan bilangan tersebut dengan angka 10.

Selanjutnya dilakukan simulasi prediksi dengan cara membandingkan bilangan acak dengan interval bilangan acak, jika bilangan acak pada tabel 2 berada di antara interval bilangan acak tertentu pada tabel 1, maka ambil jumlah penderita pada interval tersebut untuk dijadikan sebagai angka prediksi pada tabel 2. Dalam kasus ini, 240 (bilangan acak variasi 1 pada tabel 2) berada pada *range* antara 213 dan 447 (interval bilangan acak pada tabel 1), maka angka prediksinya adalah 146 yang diambil dari angka jumlah penderita pada bulan Maret 2019. Bilangan acak yang sama juga digunakan untuk simulasi prediksi jumlah penderita DBD tahun 2021 berdasarkan data tahun 2020 (tabel 4), serta prediksi jumlah penderita DBD tahun 2022 berdasarkan data tahun 2021 (tabel 6).

Persentase akurasi hasil simulasi diperoleh dengan membandingkan jumlah penderita hasil prediksi dan jumlah penderita *real*, baik per bulan maupun per tahun. Jika angka prediksi lebih kecil atau sama dengan angka *real*, maka angka prediksi dibagi angka *real* dikali 100. Sebaliknya jika angka *real* lebih kecil dari angka prediksi, maka angka *real* dibagi angka prediksi dikali 100. Selain itu digunakan MAE untuk mengukur tingkat akurasi dengan persamaan (5). Dalam penelitian ini, jika angka prediksi lebih besar atau sama dengan angka *real*, maka MAE diperoleh dengan mengurangi angka prediksi dengan angka *real*, sebaliknya jika angka *real* lebih besar dari angka prediksi, maka MAE diperoleh dengan mengurangi angka *real* dengan angka prediksi. Pada penelitian ini dipilih MAE sebagai metrik evaluasi, dan bukan MAPE karena jumlah penderita *real* ada yang bernilai 0 (nol), sehingga tidak dapat dihitung menggunakan MAPE.

Tabel 2

Hasil Simulasi Tahun 2020 Menggunakan Bilangan Acak Yang Dihasilkan dari Persamaan (3)

Tahun: 2020	Bilangan Acak Var 1		Jumlah Penderita		Akurasi Hasil Simulasi Var 1 (%)	MAE	Bilangan Acak Var 2		Jumlah Penderita		Akurasi Hasil Simulasi Var 2 (%)	MAE
	3 digit	Prediksi	Real	3 digit			Prediksi	Real				
Januari	24	240	146	359	41%	213	22	220	146	359	41%	213
Februari	26	260	146	715	20%	569	32	320	146	715	20%	569
Maret	28	280	146	491	30%	345	55	550	115	491	23%	376
April	30	300	146	100	68%	46	10	100	65	100	65%	35
Mei	32	320	146	43	29%	103	40	400	146	43	29%	103
Juni	34	340	146	24	16%	122	20	200	67	24	36%	43
Juli	36	360	146	17	12%	129	63	630	115	17	15%	98
Agustus	38	380	146	16	11%	130	64	640	65	16	25%	49
September	40	400	146	3	2%	143	4	40	65	3	5%	62

Oktober	42	420	146	11	8%	135	44	440	146	11	8%	135
November	44	440	146	19	13%	127	47	470	115	19	17%	96
Desember	46	460	115	18	16%	97	45	450	115	18	16%	97
TOTAL			1721	1816	95%	180			1306	1816	72%	156

Tabel 3

Jumlah Penderita, Probabilitas, Distribusi Kumulatif dan Interval Bilangan Acak Tahun 2020

Tahun: 2020	Jumlah Penderita	Probabilitas	Distribusi Kumulatif	Pembulatan	Interval Bilangan Acak	
Bulan					awal	akhir
Januari	359	0.198	0.198	198	0	197
Februari	715	0.394	0.591	591	198	590
Maret	491	0.270	0.862	862	591	861
April	100	0.055	0.917	917	862	916
Mei	43	0.024	0.941	941	917	940
Juni	24	0.013	0.954	954	941	953
Juli	17	0.009	0.963	963	954	962
Agustus	16	0.009	0.972	972	963	971
September	3	0.002	0.974	974	972	973
Oktober	11	0.006	0.980	980	974	979
November	19	0.010	0.990	990	980	989
Desember	18	0.010	1.000	1000	990	999
TOTAL	1816					

Tabel 4

Hasil Simulasi Tahun 2021 Menggunakan Bilangan Acak Yang Dihasilkan dari Persamaan (3)

Tahun: 2021	Bilangan Acak Var 1		Jumlah Penderita		Akurasi Hasil Simulasi Var 1 (%)	MAE	Bilangan Acak Var 2		Jumlah Penderita		Akurasi Hasil Simulasi Var 2 (%)	MAE
Bulan	3 digit	Prediksi	Real				3 digit	Prediksi	Real			
Januari	24	240	715	31	4%	684	22	220	715	31	4%	684
Februari	26	260	715	17	2%	698	32	320	715	17	2%	698
Maret	28	280	715	42	6%	673	55	550	715	42	6%	673
April	30	300	715	18	3%	697	10	100	359	18	5%	341
Mei	32	320	715	2	0%	713	40	400	715	2	0%	713
Juni	34	340	715	4	1%	711	20	200	715	4	1%	711
Juli	36	360	715	1	0%	714	63	630	491	1	0%	490
Agustus	38	380	715	0	0%	715	64	640	491	0	0%	491
September	40	400	715	4	1%	711	4	40	359	4	1%	355
Oktober	42	420	715	0	0%	715	44	440	715	0	0%	715
November	44	440	715	11	2%	704	47	470	715	11	2%	704
Desember	46	460	715	53	7%	662	45	450	715	53	7%	662
TOTAL			8580	183	2%	700			7420	183	2%	603

Tabel 5

Jumlah Penderita, Probabilitas, Distribusi Kumulatif dan Interval Bilangan Acak Tahun 2021

Tahun: 2021	Jumlah Penderita	Probabilitas	Distribusi Kumulatif	Pembulatan	Interval Bilangan Acak	
Bulan					awal	akhir

Januari	31	0.169	0.169	169	0	168
Februari	17	0.093	0.262	262	169	261
Maret	42	0.230	0.492	492	262	491
April	18	0.098	0.590	590	492	589
Mei	2	0.011	0.601	601	590	600
Juni	4	0.022	0.623	623	601	622
Juli	1	0.005	0.628	628	623	627
Agustus	0	0.000	0.628	628	628	627
September	4	0.022	0.650	650	628	649
Oktober	0	0.000	0.650	650	650	649
November	11	0.060	0.710	710	650	709
Desember	53	0.290	1.000	1000	710	999
TOTAL	183					

Tabel 6

Hasil Simulasi Tahun 2022 Menggunakan Bilangan Acak Yang Dihasilkan dari Persamaan (3)

Tahun: 2022 Bulan	Bilangan Acak Var 1		Jumlah Penderita		Akurasi Hasil Simulasi Var 1 (%)	MAE	Bilangan Acak Var 2		Jumlah Penderita		Akurasi Hasil Simulasi Var 2 (%)	MAE
	3 digit		Prediksi	Real			3 digit	Prediksi	Real			
Januari	24	240	17	122	14%	105	22	220	17	122	14%	105
Februari	26	260	17	69	25%	52	32	320	42	69	61%	27
Maret	28	280	42	41	98%	1	55	550	18	41	44%	23
April	30	300	42	30	71%	12	10	100	31	30	97%	1
Mei	32	320	42	22	52%	20	40	400	42	22	52%	20
Juni	34	340	42	10	24%	32	20	200	17	10	59%	7
Juli	36	360	42	10	24%	32	63	630	4	10	40%	6
Agustus	38	380	42	22	52%	20	64	640	4	22	18%	18
September	40	400	42	22	52%	20	4	40	31	22	71%	9
Oktober	42	420	42	31	74%	11	44	440	42	31	74%	11
November	44	440	42	27	64%	15	47	470	42	27	64%	15
Desember	46	460	42		0%	42	45	450	42		0%	42
TOTAL			412	406	99%	30			332	406	82%	24

Tabel 7

Hasil Simulasi Tahun 2021 Menggunakan Bilangan Acak Yang Dihasilkan dari Persamaan (3) Berdasarkan Data Tahun 2019 dan 2020

Tahun: 2021 Bulan	Bilangan Acak Var 1		Jumlah Penderita		Akurasi Hasil Simulasi Var 1 (%)	MAE	Bilangan Acak Var 2		Jumlah Penderita		Akurasi Hasil Simulasi Var 2 (%)	MAE
	3 digit		Prediksi	Real			3 digit	Prediksi	Real			
Januari	24	240	65	31	48%	34	22	220	65	31	48%	34
Februari	26	260	65	17	26%	48	32	320	67	17	25%	50
Maret	28	280	67	42	63%	25	55	550	146	42	29%	104
April	30	300	67	18	27%	49	10	100	65	18	28%	47
Mei	32	320	67	2	3%	65	40	400	67	2	3%	65
Juni	34	340	67	4	6%	63	20	200	65	4	6%	61
Juli	36	360	67	1	1%	66	63	630	146	1	1%	145
Agustus	38	380	67	0	0%	67	64	640	146	0	0%	146
September	40	400	67	4	6%	63	4	40	65	4	6%	61
Oktober	42	420	67	0	0%	67	44	440	67	0	0%	67

November	44	440	67	11	16%	56	47	470	67	11	16%	56
Desember	46	460	67	53	79%	14	45	450	67	53	79%	14
TOTAL			800	183	23%	51			1033	183	18%	71

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi pada tabel 2 terlihat bahwa hasil prediksi jumlah penderita DBD per bulan untuk tahun 2020 berdasarkan data tahun 2019 kurang akurat, baik menggunakan bilangan acak variasi pertama maupun variasi kedua. Hal tersebut terlihat pada persentase akurasi hasil simulasi dimana hasilnya tidak lebih dari 68%, demikian juga dengan rata-rata MAE yang melebihi 100. Namun jika data hasil prediksi per bulan tersebut dijumlahkan dalam setahun, hasil prediksinya mendekati jumlah penderita *real* tahun 2020. Untuk simulasi dengan angka acak variasi pertama terlihat hasil prediksi berjumlah 1721 (95%) dan simulasi dengan angka acak variasi kedua diperoleh hasil prediksi berjumlah 1306 (72%), sedangkan data *real* menunjukkan terdapat 1816 penderita. Hasil pada tabel 6 juga menunjukkan hal serupa, meski tingkat akurasi menunjukkan angka yang lebih tinggi, dimana rata-rata MAE berkurang jauh menjadi 24 untuk prediksi menggunakan angka acak variasi kedua. Namun jika dilihat dari hasil simulasi pada tabel 4, terlihat perbedaan yang sangat besar antara hasil prediksi dan data *realnya*, baik per bulan maupun data per tahun. Hal ini bisa jadi disebabkan karena terdapat kejadian luar biasa pada tahun 2020 dengan jumlah penderita mencapai 1816, sedangkan di tahun 2021 jumlahnya menurun drastis menjadi 183, sementara peramalan menggunakan metode Monte Carlo hanya melihat data historis tahun sebelumnya tanpa ada variabel lain yang mempengaruhinya; sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang melibatkan variabel-variabel independen (prediktor). Selain itu, hasil simulasi pada tabel 7 menunjukkan bahwa semakin banyak data yang digunakan sebagai data historis, maka hasil prediksinya juga semakin akurat. Oleh itu dibutuhkan data yang lebih lengkap dari tahun ke tahun terkait jumlah kasus DBD serta data-data lain sebagai faktor yang mempengaruhi kejadian DBD di kabupaten Sikka.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode Monte Carlo dalam memprediksi jumlah penderita DBD kurang tepat karena hasilnya kurang akurat, terutama jika data yang digunakan untuk prediksi hanya berdasarkan data 1 tahun sebelumnya. Perlu ada penelitian lebih lanjut yang melibatkan lebih banyak data masa lampau, serta data lain yang dianggap mempengaruhi kasus DBD, termasuk metode prediksinya.

REFERENSI

- Akbar, A. A., Alamsyah, H., & Riska, R. (2020). Simulasi Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru Universitas Dehasen Bengkulu Menggunakan Metode Monte Carlo. *Pseudocode*, 7(1), 8–16. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.7.1.8-16>
- Akbar, H., Oruh, S., & Agustang, A. (2021). Indeks Prediktif Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Indramayu. *Jurnal Kesehatan*, 14(2), 76–82. <https://doi.org/10.32763/juke.v14i2.289>
- Almumtazah, N., Azizah, N., Putri, Y. L., & Novitasari, D. C. R. (2021). Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru Menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 18(1), 31–40. <https://doi.org/10.22487/2540766X.2021.v18.i1.15465>
- Amalia, E. L., Yunhasnawa, Y., & Rahmatanti, A. R. (2022). Sistem Prediksi Penjualan Frozen Food dengan Metode Monte Carlo (Studi Kasus: Supermama Frozen Food). *Jurnal Buana Informatika*, 13(02), 136–145. <https://doi.org/10.24002/jbi.v13i02.6496>
- Ariati, J., & Anwar, A. (2014). Model Prediksi Kejadian Demam Berdarah Dengue (Dbd) Berdasarkan Faktor Iklim Di Kota Bogor, Jawa Barat. *Indonesian Bulletin of Health Research*, 42(4), 249–256. <https://doi.org/10.22435/bpk.v42i4.Des.3663.249-256>
- Dinas Kesehatan Kabupaten Sikka. (2022). *Data DBD 2022*. Dinas Kesehatan Kabupaten Sikka.
- Ferdinal, D., Defit, S., & Yunus, Y. (2021). Prediksi Bed Occupancy Ratio (BOR) Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.37034/jidt.v3i1.80>
- Geni, B. Y., Santony, J., & Sumijan. (2019). Prediksi Pendapatan Terbesar pada Penjualan Produk Cat dengan Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 1(4), 15–20. <https://doi.org/10.37034/infeb.v1i4.5>
- Ichwani, A. S., & Wibawa, H. A. (2019). Prediksi Angka Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) Berdasarkan Faktor Cuaca Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (Studi Kasus Kecamatan Tembalang). *Jurnal IPTEK*, 23(1), 31–38. <https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2019.v23i1.471>
- Landu, F. F., Kaunang, W. P. J., & Kawatu, P. A. T. (2021). Hubungan Antara Variabilitas Iklim Dengan Kejadian

- Demam Berdarah Dengue Di Kota Manado. *Jurnal KESMAS*, 10(3).
- Marlik, M., Lutfianawati, R. F., & Ngadino. (2022). Prediksi Kejadian Demam Berdarah Dengue di Kecamatan papar Kabupaten Kediri Tahun 2016-2012. *ASPIRATOR - Journal of Vector-borne Disease Studies*, 14(1), 57–68. <https://doi.org/10.22435/asp.v14i1.5892>
- Pareira, Y. T., Parera, Y. P. P., & Hildegardis, C. (2023). Pengaruh Setting Fisik Lingkungan Terhadap Kejadian Dbd (Bemam Berdarah Dengue) Berdasarkan Karakteristik Termal Di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur. *Jambura Journal of Architecture*, 5(1).
- Prasetyani, R. D. (2015). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue. *Majority*, 4(7), 61–65.
- Raksanagara, A. S., Arisanti, N., & Rinawan, F. (2015). *Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kejadian Demam berdarah di Jawa Barat*. 1(1).
- Suryanto, A. A., & Muqtadir, A. (2019). Penerapan Metode Mean Absolute Error (Mea) Dalam Algoritma Regresi Linear Untuk Prediksi Produksi Padi. *SAINTEKBU*, 11(1), 78–83. <https://doi.org/10.32764/saintekbu.v11i1.298>
- Taris, N. (2020, Januari 29). Jumlah Penderita DBD Terus Meningkat, Bupati Sikka Tetapkan KLB. *Kompas*. Diambil dari <https://regional.kompas.com/read/2020/01/29/10263981/jumlah-penderita-dbd-terus-meningkat-bupati-sikka-tetapkan-klb>
- Yusmaity, Julius Santony, & Yuhandri. (2019). Simulasi Monte Carlo untuk Memprediksi Hasil Ujian Nasional (Studi Kasus di SMKN 2 Pekanbaru). *Jurnal Informasi & Teknologi*, 1(4), 1–6. <https://doi.org/10.37034/jidt.v1i4.21>
- Zalmadani, H., Santony, J., & Yunus, Y. (2020). Prediksi Optimal dalam Produksi Bata Merah Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 2(1), 13–20. <https://doi.org/10.37034/infeb.v2i1.11>