

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit menular yang masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat di dunia, khususnya di negara-negara tropis dan subtropis. Penyakit ini disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* [1]. Organisasi Kesehatan Dunia (*World Health Organization*) melaporkan bahwa insiden DBD terus mengalami peningkatan dalam beberapa dekade terakhir dan hampir setengah populasi dunia berada pada wilayah berisiko terinfeksi dengue [1]. Di Indonesia, DBD masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat yang ditandai dengan jumlah kasus yang cenderung berfluktuasi dari waktu ke waktu [2]. Fluktuasi jumlah kasus tersebut perlu dipantau dan diprediksi secara akurat agar upaya pencegahan, pengendalian, serta perencanaan sumber daya kesehatan dapat dilakukan secara lebih efektif [2].

Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang masih menghadapi permasalahan kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) dengan jumlah kasus yang berfluktuasi dari waktu ke waktu [3]. Berdasarkan data jumlah kasus DBD bulanan di Provinsi Sumatera Barat periode Januari

2010 hingga Juli 2024 yang diperoleh dari basis data *OpenDengue* [4], tercatat sebanyak 175 observasi bulanan. Selama periode pengamatan tersebut, jumlah kasus terendah terjadi pada Oktober 2020 dengan 24 kasus, sedangkan jumlah kasus tertinggi terjadi pada Februari 2016 dengan 560 kasus, dengan rata-rata jumlah kasus per bulan sebesar 201 kasus. Rentang yang lebar antara nilai minimum dan maksimum, disertai standar deviasi yang cukup besar relatif terhadap rata-ratanya, mengindikasikan bahwa jumlah kasus DBD di Sumatera Barat mengalami variasi yang tinggi dari bulan ke bulan. Karakteristik data yang berfluktuasi tinggi menunjukkan adanya dinamika temporal yang kompleks pada data jumlah kasus DBD di Sumatera Barat, sehingga diperlukan pendekatan deret waktu (*time series*) yang mampu menangkap karakteristik tersebut untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat pada periode mendatang. Informasi hasil peramalan tersebut penting sebagai dasar dalam mendukung perencanaan dan evaluasi kebijakan pengendalian DBD di Sumatera Barat.

Salah satu model deret waktu yang sering digunakan adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Model ini telah banyak diterapkan dalam peramalan jumlah kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) dan menunjukkan kinerja yang baik dalam memanfaatkan pola historis data untuk menghasilkan prediksi pada periode mendatang [5]. Penerapan model ARIMA pada berbagai wilayah di Indonesia juga menunjukkan bahwa metode ini mampu digunakan untuk memodelkan dan meramalkan jumlah kasus DBD secara efektif [6, 7]. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ARIMA

merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam peramalan jumlah kasus DBD.

Meskipun model ARIMA mampu menangkap pola linier pada data deret waktu, model tersebut memiliki keterbatasan dalam memodelkan data yang memiliki karakteristik dependensi jangka panjang (*long memory*). Pada kasus DBD, indikasi *long memory* dapat muncul karena sifat penularan dan dinamika populasi vektor penyakit yang tidak hilang dalam jangka waktu pendek. Siklus hidup nyamuk *Aedes* serta faktor iklim seperti curah hujan dan suhu yang mempengaruhi populasi vektor memiliki efek yang persisten dan terakumulasi dari waktu ke waktu, sehingga jumlah kasus pada periode tertentu masih dapat dipengaruhi oleh kondisi epidemiologis dan lingkungan pada periode-periode sebelumnya [8]. Selain itu, pola kekebalan populasi (*herd immunity*) terhadap serotipe virus dengue tertentu yang terbentuk setelah suatu wabah juga dapat memengaruhi pola kemunculan kasus pada periode-periode berikutnya, sehingga membentuk dependensi jangka panjang pada data [8]. Karakteristik-karakteristik tersebut mengindikasikan bahwa data jumlah kasus DBD berpotensi menunjukkan pola autokorelasi yang meluruh secara lambat (*slowly decaying autocorrelation*), yang merupakan ciri dari proses *long memory* [9].

Untuk mengatasi karakteristik tersebut, dikembangkan model *Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average* (ARFIMA) yang merupakan pengembangan dari ARIMA [10]. Model ARFIMA dirancang untuk memodelkan data yang memiliki sifat *long memory* sehingga mampu

mempertahankan informasi dependensi jangka panjang pada proses deret waktu. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model ARFIMA memiliki kemampuan yang baik dalam memodelkan data yang menunjukkan dependensi jangka panjang dibandingkan model ARIMA biasa [11]. Selain itu, beberapa penelitian pada kasus peramalan Demam Berdarah Dengue (DBD) juga telah membandingkan performa model ARIMA dan ARFIMA, di mana hasilnya menunjukkan bahwa model ARFIMA mampu memberikan akurasi peramalan yang lebih baik dibandingkan model ARIMA karena mampu menangkap karakteristik *long memory* pada data deret waktu [12]. Oleh karena itu, model ARFIMA menjadi salah satu pendekatan yang potensial untuk digunakan dalam pemodelan jumlah kasus DBD.

Selain pendekatan statistik klasik, perkembangan teknologi komputasi dan kecerdasan buatan juga mendorong penggunaan metode *deep learning* dalam pemodelan deret waktu. Salah satu arsitektur yang banyak digunakan dalam *forecasting* deret waktu adalah *Recurrent Neural Network* (RNN), khususnya model *Gated Recurrent Unit* (GRU). Model GRU merupakan pengembangan dari arsitektur RNN yang memiliki struktur lebih sederhana dibandingkan *Long Short-Term Memory* (LSTM) karena menggunakan jumlah gerbang (*gate*) yang lebih sedikit [13]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa model GRU memiliki kemampuan yang baik dalam menangkap pola nonlinear dan dependensi temporal yang kompleks pada data deret waktu sehingga mampu menghasilkan akurasi peramalan yang tinggi [14]. Oleh karena itu, model GRU menjadi salah satu pendekatan *deep learning* yang potensial untuk

digunakan dalam pemodelan jumlah kasus DBD.

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah berhasil menerapkan model statistik klasik maupun model *deep learning* dalam pemodelan jumlah kasus DBD, sebagian besar penelitian masih menggunakan pendekatan tersebut secara terpisah. Padahal, kedua pendekatan tersebut memiliki keunggulan yang saling melengkapi. Oleh karena itu, kombinasi kedua model tersebut melalui pendekatan hibrida berpotensi menghasilkan model prediksi yang lebih akurat dibandingkan penggunaan model tunggal.

Pendekatan hibrida yang mengombinasikan model ARFIMA dengan jaringan saraf tiruan telah banyak dikembangkan untuk meningkatkan akurasi peramalan pada data yang memiliki karakteristik linier, nonlinear, dan *long memory*. Penelitian oleh Kilic dan Cankaya [15] menunjukkan bahwa model hibrida ARFIMA-*Feedforward Neural Network* (FNN) memberikan akurasi yang lebih baik dibandingkan model tunggal pada data pariwisata. Selain itu, pengembangan model hibrida ARFIMA-LSTM pada data inflasi [16] serta LSTM-ARFIMA pada data keuangan [17] menunjukkan bahwa integrasi model *long memory* dan *deep learning* dapat meningkatkan performa peramalan dibandingkan model tunggal.

Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus mengombinasikan ARFIMA dan GRU untuk pemodelan jumlah kasus DBD, khususnya di Sumatera Barat, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan model hibrida ARFIMA-GRU untuk memodelkan jumlah kasus DBD di Sumatera Barat serta mengevaluasi performa prediksinya dibandingkan model

tunggal yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model ARFIMA terbaik untuk memodelkan komponen linier dan arsitektur model GRU optimal untuk memodelkan sisaan (residual) data jumlah kasus DBD di Sumatera Barat?
2. Bagaimana konstruksi model hibrida ARFIMA-GRU untuk memodelkan data jumlah kasus DBD di Sumatera Barat?
3. Bagaimana perbandingan akurasi peramalan antara model ARFIMA dan model hibrida ARFIMA-GRU pada data jumlah kasus DBD di Sumatera Barat?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini tidak terlalu luas dan tetap fokus pada tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini dibatasi pada penggunaan data historis jumlah kasus DBD sebagai satu-satunya variabel input dalam model yang dikembangkan, tanpa melibatkan variabel eksogen lain (seperti faktor iklim, curah hujan, atau kepadatan penduduk). Pembatasan ini dilakukan karena penelitian difokuskan pada pemodelan pola data deret waktu jumlah kasus DBD itu sendiri, mencakup pola linier, pola nonlinear,

serta karakteristik *long memory* yang terdapat pada data.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi model ARFIMA terbaik dan menentukan arsitektur model GRU yang optimal untuk memodelkan data jumlah kasus DBD di Sumatera Barat.
2. Mengonstruksi model hibrida ARFIMA-GRU untuk memodelkan data jumlah kasus DBD di Sumatera Barat.
3. Menganalisis perbandingan akurasi peramalan antara model ARFIMA tunggal dan model hibrida ARFIMA-GRU pada data jumlah kasus DBD di Sumatera Barat menggunakan metrik MAE, RMSE, dan MAPE.

1.5 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun ke dalam lima bab. Bab I memuat pendahuluan berupa latar belakang, rumusan masalah, batasan, dan tujuan penelitian; Bab II menguraikan landasan teori meliputi konsep DBD, teori deret waktu, serta model ARFIMA, GRU, dan kerangka hibrida; Bab III menjelaskan metodologi penelitian, mulai dari sumber data hingga langkah analisis; Bab IV memaparkan hasil pemodelan, evaluasi kinerja, dan pembahasannya; dan Bab V merangkum kesimpulan serta saran untuk penelitian selanjutnya.