

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan salah satu penyakit menular yang menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia. Penyakit yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui nyamuk *Aedes aegypti* ini sering menimbulkan kejadian luar biasa (KLB) yang mengakibatkan korban jiwa dan beban ekonomi yang signifikan [1]. Demam berdarah dengue (DBD) tetap menjadi permasalahan kesehatan masyarakat yang signifikan di Indonesia akibat tingginya angka kejadian serta potensi terjadinya Kejadian Luar Biasa (KLB). Berdasarkan data kumulatif tahun 2023, tercatat 114.720 kasus dengan jumlah kematian sebanyak 894. Sementara itu, hingga minggu ke-43 tahun 2024, dilaporkan 210.644 kasus DBD dengan 1.239 kematian yang tersebar di 259 kabupaten/kota pada 32 provinsi. Selain itu, jumlah suspek dengue yang tercatat melalui Sistem Kewaspadaan Dini dan Respon (SKDR) hingga periode yang sama mencapai 624.194 kasus [2].

Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan Kabupaten Sleman, dalam sepuluh tahun terakhir, jumlah kasus demam berdarah dengue (DBD) tergolong tinggi dengan rata-rata 493,5 kasus per tahun. Meskipun terjadi penurunan signifikan pada tahun 2021 menjadi 282 kasus, setelah sebelumnya mencapai 810 kasus pada tahun 2020, berkat implementasi program nyamuk *Wolbachia*, tren ini tetap perlu menjadi perhatian serius bagi pemerintah dan masyarakat. Terlebih lagi, pada tahun 2024, kasus DBD kembali meningkat menjadi 675 akibat fenomena El Niño yang mempengaruhi iklim dan cuaca. Oleh karena itu, program nyamuk *Wolbachia* tidak boleh dijadikan sebagai satu-satunya solusi [3].

Faktor utama yang memengaruhi penyebaran DBD adalah kondisi iklim, seperti curah hujan, suhu, dan kelembaban, yang mendukung perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* [4]. Selain itu, faktor lingkungan, kepadatan penduduk, dan perilaku masyarakat juga turut berkontribusi terhadap peningkatan kasus DBD [5].

Namun, upaya pencegahan dan penanganan DBD selama ini masih bersifat reaktif, yaitu dilakukan setelah terjadi peningkatan kasus. Upaya pencegahan seperti *fogging* atau penyuluhan sering dilakukan secara seragam di seluruh wilayah, tanpa prioritas berbasis risiko, sehingga membuang anggaran dan tenaga. Selain itu, Penilaian risiko DBD juga masih bergantung pada pengalaman petugas kesehatan atau laporan masyarakat, yang rentan bias dan kurang akurat.

Lebih lanjut, sistem *surveilans* dan penanganan DBD yang telah berjalan selama ini masih menunjukkan berbagai kelemahan yang signifikan. Salah satu kendala utama adalah sulitnya akses terhadap data yang relevan, yang menyebabkan lambatnya respons terhadap situasi darurat. Akses data yang terbatas juga menghambat pihak berwenang dalam melakukan deteksi dini dan pemetaan wilayah berisiko tinggi secara akurat dan cepat. Informasi yang tersedia seringkali belum disajikan secara interaktif atau *real-time*, sehingga tidak cukup mendukung proses analisis risiko berbasis data [6].

Selain itu, pengambilan keputusan yang cepat dan tepat dalam pengendalian DBD masih terhambat, baik karena kurangnya integrasi data antar instansi maupun minimnya dukungan teknologi informasi yang dapat memfasilitasi pemantauan dan respons secara dinamis. Pelaporan kasus dari tingkat fasilitas layanan kesehatan ke dinas terkait sering kali memerlukan waktu yang lama, sehingga mengurangi efektivitas sistem kewaspadaan dini [7]. Ketergantungan pada partisipasi masyarakat melalui penyuluhan tanpa didukung sistem data yang kuat dan terpusat juga membuat upaya pengendalian belum optimal [8].

Kelemahan lainnya mencakup kesulitan dalam mengakses data, hambatan dalam pengambilan keputusan yang cepat dan tepat, serta penyajian informasi yang belum cukup mendukung analisis risiko secara *real-time* [9].

Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan pencegahan yang bersifat proaktif dan berbasis data. Dibutuhkan pembaruan sistem secara menyeluruh, baik dari sisi teknologi informasi, mekanisme pelaporan, maupun strategi pencegahan yang lebih berbasis data dan risiko lokal. Solusi yang dapat diterapkan adalah pengembangan model prediksi risiko DBD berbasis *machine learning* yang mampu menganalisis data historis,

lingkungan, cuaca, serta pola kasus DBD untuk mengidentifikasi wilayah dengan potensi risiko tinggi secara dini. Model prediksi ini dapat membantu pemerintah dan instansi kesehatan dalam menetapkan prioritas wilayah intervensi secara lebih tepat sasaran.

Dengan adanya model prediksi ini, tindakan seperti *fogging*, penyuluhan, dan penggerakan kader kesehatan dapat difokuskan pada daerah-daerah yang memiliki tingkat risiko tinggi, sehingga pemanfaatan sumber daya menjadi lebih efisien. Selain itu, dengan mengurangi ketergantungan pada penilaian manual dan laporan subjektif, akurasi dalam pemetaan risiko dapat ditingkatkan secara signifikan. Implementasi sistem dalam bentuk aplikasi berbasis *Website* juga akan memudahkan akses dan pemantauan secara *real-time* oleh dinas kesehatan, tenaga medis, dan masyarakat. Suatu sistem yang dapat memprediksi risiko DBD secara dini diperlukan agar upaya pencegahan dapat dilakukan lebih efektif [10].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi kasus DBD berbasis *Website* menggunakan data historis dan data iklim menggunakan *machine learning* di Kabupaten Sleman. Dengan menggabungkan data historis kasus DBD dan data iklim, sistem prediksi ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat tentang wilayah-wilayah berisiko tinggi DBD. Hal ini akan membantu pemerintah dan tenaga kesehatan dalam mengambil keputusan yang tepat untuk pencegahan dan penanganan DBD.

Dengan memanfaatkan teknologi berbasis *Website*, model prediksi ini dapat diakses secara luas oleh berbagai pemangku kepentingan, seperti dinas kesehatan, tenaga medis, dan masyarakat umum. Aksesibilitas ini memungkinkan pemantauan risiko kasus DBD secara cepat dan akurat, serta mendorong intervensi yang lebih cepat, tepat, dan berbasis data.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini akan mengkaji beberapa masalah utama, yaitu:

1. Bagaimana mengembangkan model *machine learning* yang mampu memprediksi kasus DBD secara proaktif dengan mempertimbangkan

pengaruh faktor iklim guna mendukung efektivitas pencegahan di wilayah tersebut?

2. Bagaimana mengimplementasikan model yang telah dibangun ke dalam *website* yang mudah diakses dan interaktif?

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan dapat diselesaikan dengan baik, berikut adalah batasan atau ruang lingkup masalah yang dibahas:

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini hanya mencakup wilayah Kabupaten Sleman sebagai studi kasus. Data kasus DBD dan data iklim yang digunakan terbatas pada wilayah ini.

2. Jenis Data

- a. Data yang digunakan terdiri dari dua jenis utama:

- 1) Data Kasus DBD: Data historis kasus DBD dari dinas kesehatan Kabupaten Sleman.
- 2) Data Iklim: Data cuaca seperti curah hujan, suhu, dan kelembaban dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) atau sumber lain yang relevan.

- b. Data lain seperti faktor lingkungan, kepadatan penduduk, atau perilaku masyarakat tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.

3. Periode Data

Data yang digunakan terbatas pada periode 2015-2024 sesuai dengan ketersediaan data dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman.

4. Ketersediaan Data

Penelitian ini memanfaatkan kombinasi antara *dataset* aktual dan *dataset* proyeksi, yang digunakan sebagai solusi atas keterbatasan ketersediaan data kasus DBD di tingkat kapanewon (kecamatan). Data kasus DBD secara rinci per bulan hanya tersedia di tingkat kabupaten, sementara data per kapanewon hanya tersedia dalam bentuk laporan tahunan.

5. Variabel Prediktor

Variabel prediktor yang digunakan terbatas pada faktor iklim (curah hujan, suhu, kelembaban, dan lama penyinaran matahari) serta data kasus DBD historis (tahun, bulan, jumlah kasus). Faktor lain seperti vektor nyamuk, sanitasi lingkungan, atau faktor sosial-ekonomi tidak dipertimbangkan dalam penelitian ini.

6. Algoritma *Machine Learning*

Penelitian ini menggunakan algoritma yang mendukung time-series yaitu XGBoost, Random Forest, dan SARIMAX yang akan dibandingkan untuk membangun model prediksi. Algoritma lain seperti Prophet, NeuralPhrophet, SVM, atau Neural Networks tidak dipertimbangkan dalam penelitian ini.

7. Platform Sistem

Sistem prediksi yang dikembangkan berbasis *website* dengan antarmuka pengguna yang sederhana dan interaktif. Pengembangan *website* terbatas pada visualisasi hasil prediksi, tanpa mencakup fitur-fitur kompleks seperti manajemen pengguna atau integrasi dengan sistem lain.

8. Arsitektur Sistem

Sistem ini menggunakan *frontend* Vue.js, *backend* Flask, dan *database* SQLite. Model diintegrasikan di *website*.

9. Evaluasi Model

Evaluasi regresi model menggunakan RMSE, MAE, MAPE dan SMAPE.

10. Implementasi dan Pengujian

Implementasi sistem terbatas pada lingkungan pengujian (*development environment*) dan tidak mencakup *deployment* ke server produksi atau pengujian skala besar.

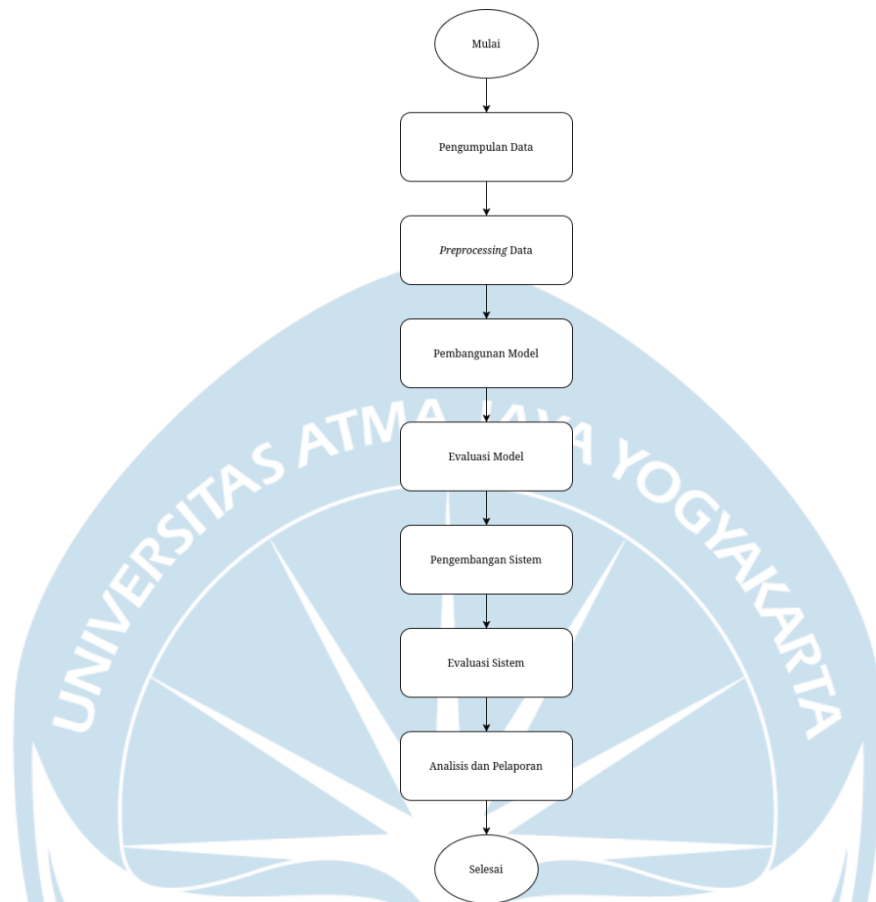
D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) berbasis *Website* dengan memanfaatkan data historis kasus DBD dan data iklim di Kabupaten Sleman dan Kapanewon Kabupaten Sleman. Secara lebih rinci, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan Model Prediksi Kasus DBD Berbasis Data Historis dan Data Iklim di Kabupaten Sleman hingga ke tingkat kapanewon (kecamatan). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) yang mampu mengidentifikasi wilayah rawan secara proaktif dengan mempertimbangkan pengaruh faktor iklim seperti curah hujan, suhu, kelembaban, dan penyinaran matahari. Model dibangun menggunakan algoritma *machine learning*, dengan komponen musiman dan pengaruh variabel eksternal. Model mencakup pendekatan regresi untuk memprediksi angka insiden.
2. Membangun *website* yang Aksesibel dan Interaktif untuk Melakukan Prediksi Terbaru dan Memvisualisasikan Hasil Prediksi. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengembangkan *website* untuk melakukan prediksi terbaru dan memvisualisasikan hasil prediksi risiko DBD secara visual, interaktif, dan mudah diakses oleh dinas kesehatan, tenaga medis, serta masyarakat umum.

E. Metode Penelitian

Penelitian dan pengembangan sistem menggunakan metode *waterfall* dengan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan menggabungkan metode *machine learning* dan pengembangan sistem berbasis *website*. Diagram alur yang dapat dilihat pada Gambar 1.1, menjelaskan secara garis besar alur penelitian ini, yaitu pengumpulan data, *preprocessing data*, pembangunan model, evaluasi model, pengembangan sistem, evaluasi sistem, dan penulisan dan pelaporan.



Gambar 1.1 Diagram Alur Tahapan Penelitian

Berikut adalah penjelasan detail setiap tahapan:

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu:

- a. Data Kasus DBD: Data historis kasus DBD di Kabupaten Sleman dan Kapanewon Kabupaten Sleman, meliputi tahun, bulan, dan jumlah kasus. Data ini diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Sleman.
- b. Data Iklim: Data cuaca seperti curah hujan, suhu, penyinaran matahari, dan kelembaban dari data *online* Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang tersedia di <https://dataonline.bmkg.go.id>.

2. *Preprocessing* Data

Preprocessing data dilakukan untuk memastikan data siap digunakan dalam pembangunan model. Tahapan *preprocessing* meliputi:

- a. Pembersihan Data (*Data Cleaning*): Menangani *missing value*, *outlier*, dan data yang tidak konsisten.
 - b. Transformasi Data: Normalisasi atau standarisasi data agar skala data seragam.
 - c. Penggabungan Data: Menggabungkan data kasus DBD dengan data iklim.
3. Pembangunan Model

Model prediksi risiko DBD dibangun menggunakan algoritma XGBoost, Random Forest, dan SARIMAX. Tahapan pembangunan model meliputi:

 - a. Pemilihan Fitur: Memilih fitur-fitur yang paling relevan (seperti curah hujan, suhu, dan kelembaban).
 - b. Eksplorasi Data (EDA): Visualisasi *time series* (plot data untuk melihat tren, musiman, dan *outlier*), uji Stasioneritas, uji Relasi dan uji Korelasi.
 - c. Pembagian Data: Membagi *dataset* menjadi *data training* (80%) dan *data testing* (20%) untuk evaluasi model.
 - d. Pelatihan Model
 - e. Validasi Model
4. Evaluasi Model
 - a. Visualisasi: Data aktual vs. data prediksi.
 - b. Metrik Evaluasi: RMSE/MAE/MAPE/SMAPE: Mengukur eror prediksi.
5. Pengembangan *Website*

Model prediksi risiko DBD divisualisasikan melalui *website* yang dikembangkan arsitektur sebagai berikut:

 - a. *Frontend*: Dibangun menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript (dengan *framework* Vue.js) untuk antarmuka pengguna yang interaktif.
 - b. *Backend*: Dibangun menggunakan Python dengan *framework* Flask.
 - c. *Database*: Menggunakan SQLite.

- d. Integrasi Model: Model diintegrasikan di *frontend* untuk dilakukan prediksi terbaru dan ditampilkan di peta prediksi.

6. Evaluasi Sistem

Melakukan pengujian fungsionalitas sistem, kemudahan penggunaan, dan kualitas visualisasi data.

7. Analisis dan Pelaporan

Hasil penelitian dianalisis dan disusun dalam bentuk laporan tugas akhir.

Analisis meliputi:

- a. Performa model prediksi.
- b. Kelebihan dan kekurangan sistem yang dikembangkan.
- c. Rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut.

F. Sistematika Penulisan

Untuk menjaga agar pembahasan dalam laporan tugas akhir ini tetap fokus pada pokok permasalahan yang diteliti dan tidak menyimpang ke topik lain yang kurang relevan, maka disusunlah sistematika penulisan yang sistematis dan terstruktur. Sistematika ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai isi laporan, sehingga memudahkan pembaca dalam memahami alur penelitian yang dilakukan. Adapun sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi penjelasan awal mengenai latar belakang permasalahan yang melatarbelakangi dilaksanakannya penelitian, perumusan masalah yang ingin diselesaikan, batasan-batasan yang diterapkan agar ruang lingkup penelitian tetap terkendali, serta tujuan dari penelitian ini. Selain itu, dibahas pula metode penelitian yang digunakan secara umum dan uraian mengenai sistematika penulisan laporan sebagai panduan pembaca dalam menelusuri isi laporan secara keseluruhan.

2. Bab 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini disajikan berbagai teori, hasil penelitian terdahulu, serta referensi dari literatur dan jurnal ilmiah yang relevan dengan topik yang diangkat, yaitu prediksi jumlah kasus atau angka insiden Demam Berdarah

Dengue (DBD). Tinjauan ini dimaksudkan untuk menunjukkan landasan ilmiah dari penelitian yang dilakukan. Selain itu, dalam bab ini juga disertakan perbandingan terhadap beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini, guna menunjukkan kontribusi atau perbedaan yang ingin dicapai dalam penelitian ini.

3. Bab 3 Landasan Teori

Bab ini menyajikan teori-teori utama yang menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian. Teori-teori tersebut dikelompokkan ke dalam tiga bagian utama, yaitu:

- a. Pembahasan mengenai penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD), termasuk penyebab, gejala, dan penyebarannya.
- b. Teori mengenai *Website* sebagai sarana dalam menyampaikan hasil prediksi atau informasi kepada pengguna.
- c. Teori dan konsep dasar mengenai penerapan *machine learning* dalam bidang kesehatan, khususnya dalam memprediksi penyakit.

Bab ini bertujuan untuk membekali pembaca dengan pemahaman konseptual sebelum masuk ke tahap implementasi dan analisis.

4. Bab 4 Analisis dan Perancangan Eksperimen

Dalam bab ini dijelaskan proses analisis terhadap permasalahan yang dihadapi dan bagaimana eksperimen dirancang untuk menjawab permasalahan tersebut. Pembahasan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: Pertama, deskripsi masalah, yang menjelaskan secara rinci konteks permasalahan serta alasan mengapa eksperimen perlu dilakukan. Kedua, analisis kebutuhan eksperimen, yang meliputi identifikasi kebutuhan data, responden, kuesioner, dan alat bantu yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan eksperimen. Ketiga, perancangan eksperimen, yang mencakup penetapan tujuan eksperimen, penyusunan skenario atau aktivitas yang akan dilakukan, serta metode pengukuran yang digunakan untuk mengevaluasi hasil eksperimen.

5. Bab 5 Hasil Eksperimen dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil yang diperoleh dari pelaksanaan eksperimen, disertai dengan pembahasan secara mendalam terhadap temuan-temuan

tersebut. Hasil yang ditampilkan berupa data, grafik, ataupun visualisasi lain yang relevan, sedangkan pembahasannya mencakup analisis terhadap hasil tersebut, keterkaitannya dengan teori atau penelitian terdahulu, serta interpretasi terhadap keberhasilan maupun keterbatasan dari eksperimen yang dilakukan.

6. Bab 6 Penutup

Bab terakhir ini berisi rangkuman berupa kesimpulan dari seluruh proses penelitian yang telah dilakukan, termasuk jawaban terhadap rumusan masalah dan pencapaian tujuan penelitian. Selain itu, disampaikan pula saran-saran yang dapat menjadi pertimbangan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut, baik dari segi metodologi, cakupan data, maupun pendekatan teknis yang dapat diterapkan di masa mendatang.