

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sakit kepala merupakan gangguan kesehatan yang sering dialami dan dapat mengganggu aktivitas, produktivitas, serta kualitas hidup. Faktor pemicunya dapat berasal dari kondisi biologis, psikologis, lingkungan, dan pola hidup. Variabel lingkungan seperti suhu, kelembapan, tekanan udara, intensitas cahaya, dan kualitas udara dapat berkaitan dengan munculnya keluhan sakit kepala[1]. Kualitas udara yang rendah juga dapat memperburuk keluhan kesehatan tertentu[2]. Selain itu, kualitas tidur, stres, kelelahan, penggunaan perangkat elektronik, dan konsumsi air merupakan faktor aktivitas harian yang dapat memengaruhi risiko sakit kepala[3], [4].

Permasalahan ini relevan pada mahasiswa karena mahasiswa memiliki aktivitas akademik yang padat, pola tidur yang tidak selalu teratur, paparan perangkat elektronik yang tinggi, serta kemungkinan berpindah antara ruangan tertutup dan area terbuka. Kondisi tersebut membuat risiko sakit kepala pada mahasiswa perlu dianalisis dengan mempertimbangkan faktor lingkungan dan riwayat aktivitas harian.

Perkembangan Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara otomatis dan berkala[5]. Dalam penelitian ini, perangkat IoT berbasis ESP32 digunakan bersama sensor BME280 untuk suhu, kelembapan, dan tekanan udara, BH1750 untuk intensitas cahaya, MQ-135 untuk indikator kualitas udara, serta RTC DS3231 untuk pencatatan waktu. Data lingkungan dikirim ke Firebase Realtime Database, sedangkan data aktivitas harian dan keluhan sakit kepala dikumpulkan melalui kuesioner digital. Penggunaan IoT dapat mendukung pengumpulan data lingkungan secara lebih cepat dan efisien dibandingkan pencatatan manual[6], [7].

Namun, data lingkungan pada penelitian ini merepresentasikan kondisi umum pada lokasi pemasangan perangkat IoT, bukan paparan lingkungan individual setiap responden. Satu perangkat IoT digunakan sebagai sumber data lingkungan harian, sehingga responden pada tanggal yang sama memperoleh nilai sensor yang sama. Oleh karena itu, penelitian ini tidak diposisikan sebagai sistem prediksi personal berbasis paparan cuaca individual, melainkan sebagai studi eksplorasi awal untuk mengevaluasi potensi integrasi data lingkungan umum berbasis IoT dan riwayat aktivitas harian dalam memprediksi indikator risiko sakit kepala pada mahasiswa.

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan algoritma Random Forest karena algoritma ini mampu menangani data multivariat dan menyediakan feature importance untuk melihat kontribusi relatif fitur[8], [9], [10]. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar awal pengembangan sistem pemantauan risiko kesehatan berbasis data lingkungan dan aktivitas harian, dengan catatan bahwa hasilnya bersifat eksploratif dan bukan diagnosis medis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem IoT yang mampu memantau variabel lingkungan (suhu, kelembapan, tekanan udara, intensitas cahaya, dan kualitas udara) secara real-time?
2. Bagaimana mengintegrasikan data lingkungan dari sensor IoT dan data aktivitas/kebiasaan pengguna dari kuesioner ke dalam satu dataset yang siap dianalisis?
3. Bagaimana penerapan algoritma Random Forest dapat dimanfaatkan untuk memprakirakan potensi risiko sakit kepala, dengan mempertimbangkan variabilitas data lingkungan yang diperoleh dari sensor IoT dan catatan aktivitas sehari – hari mahasiswa?
4. Bagaimana performa awal model Random Forest dalam memprediksi indikator risiko sakit kepala berbasis laporan mandiri responden?
5. Faktor lingkungan dan aktivitas harian apa saja yang paling berkontribusi terhadap prediksi risiko sakit kepala pada mahasiswa?
6. Bagaimana perbandingan performa algoritma Random Forest dengan Decision Tree sebagai baseline pembanding dalam memprediksi risiko sakit kepala mahasiswa?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan mengembangkan sistem IoT berbasis sensor BME280, BH1750, MQ-135, dan RTC DS3231 untuk memantau variabel lingkungan secara real-time.
2. Mengumpulkan data lingkungan dan data kebiasaan pengguna melalui kuesioner digital untuk membentuk dataset prediksi sakit kepala.
3. Merancang dan mengimplementasikan sebuah model Random Forest guna memprediksi potensi sakit kepala, dengan memanfaatkan data sensor IoT yang mencatat perubahan lingkungan serta rekam jejak aktivitas harian mahasiswa.
4. Mengevaluasi performa awal model Random Forest dalam memprediksi indikator risiko sakit kepala menggunakan metrik accuracy, precision, recall, F1-score, dan confusion matrix.
5. Melakukan penilaian terhadap efektivitas model Random Forest melalui evaluasi berbagai metrik seperti akurasi, presisi, perolehan kembali (Recall), skor F1, dan matriks kebingungan (Confusion Matrix), sembari mengkaji pengaruh masing – masing fitur melalui analisis kepentingan fitur (Feature Importance).
6. Membandingkan performa Random Forest dengan Decision Tree sebagai algoritma pembanding untuk mengetahui apakah pendekatan ensemble pada Random Forest memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan model pohon keputusan tunggal.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan rancangan awal sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT untuk merekam suhu, kelembapan, tekanan udara, intensitas cahaya, dan indikator kualitas udara pada area pengamatan.
2. Menyediakan contoh integrasi data lingkungan umum dan data aktivitas harian mahasiswa sebagai dataset awal untuk pemodelan indikator risiko sakit kepala.
3. Memberikan gambaran awal mengenai peran relatif faktor aktivitas harian dan faktor lingkungan umum dalam prediksi indikator risiko sakit kepala.
4. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya melalui penggunaan sensor individual, periode observasi lebih panjang, kalibrasi sensor kualitas udara, dan validasi label yang lebih baik.

1.5 Batasan Masalah

1. Variabel lingkungan yang diukur terbatas pada suhu, kelembapan, tekanan udara, intensitas cahaya, dan indikator kualitas udara menggunakan sensor BME280, BH1750, MQ-135, dan RTC DS3231.
2. Data sensor IoT merepresentasikan kondisi lingkungan umum pada lokasi pemasangan alat, bukan paparan lingkungan individual masing-masing responden.
3. Nilai MQ-135 digunakan sebagai indikator relatif dari pembacaan sensor mentah dan belum dikalibrasi menjadi AQI atau konsentrasi gas tertentu.
4. Data aktivitas dan kondisi sakit kepala diperoleh melalui kuesioner laporan mandiri, sehingga label risiko bukan diagnosis klinis dan dapat dipengaruhi subjektivitas responden.
5. Algoritma utama yang digunakan adalah Random Forest, sedangkan Decision Tree digunakan sebagai baseline. Penelitian berfokus pada prediksi indikator risiko sakit kepala, bukan penentuan jenis sakit kepala atau diagnosis medis.

1.6 Keterbaruan

1. Penelitian terdahulu oleh Ary Prandika Siregar et al. (2023) menggunakan algoritma Random Forest untuk klasifikasi diagnosis penyakit stroke berbasis data rekam medis sekunder dari Kaggle dan memperoleh akurasi sebesar 95% dengan AUC 0.80. Studi tersebut berfokus pada pendekatan diagnostik klinis menggunakan parameter medis pasien. Berbeda dari penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan data sensor lingkungan berbasis IoT dan laporan mandiri aktivitas harian sebagai sumber data utama untuk memprediksi indikator risiko sakit kepala, bukan diagnosis klinis [11].
2. Penelitian oleh Renaldi Putra Roris menerapkan Random Forest untuk prediksi kualitas udara pada tingkat regional. Fokus penelitian tersebut adalah estimasi kondisi lingkungan, bukan dampaknya terhadap risiko kesehatan individu. Penelitian ini mengadaptasi pemanfaatan data

lingkungan, tetapi menghubungkannya dengan indikator risiko sakit kepala pada mahasiswa. Namun, data lingkungan yang digunakan tetap diposisikan sebagai kondisi umum pada lokasi sensor, bukan paparan individual responden[12].

3. Selanjutnya, penelitian oleh Matondang et al , menunjukkan bahwa integrasi IoT dan Random Forest efektif untuk deteksi dini kondisi kesehatan, namun masih terbatas pada parameter fisiologis seperti detak jantung. Penelitian ini berbeda karena menggunakan variabel lingkungan dan aktivitas harian, sehingga kontribusinya bersifat eksploratif dalam konteks risiko sakit kepala[13].
4. Penelitian oleh M. Fahrul Rizki Aditya et al. menggunakan Decision Tree dan Random Forest untuk prediksi hipertensi berbasis data rekam medis. Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi data lingkungan umum berbasis IoT dan riwayat aktivitas harian mahasiswa dalam satu kerangka machine learning, sehingga kebaruannya bersifat inkremental dan eksploratif, bukan pengembangan metode baru atau model klinis tervalidasi[14].