

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern saat ini, pembangunan industri dapat memengaruhi Tingkat kualitas udara. Terjadinya perubahan kualitas udara salah satunya diakibatkan oleh polusi udara. Polusi udara merupakan proses penurunan kualitas udara yang umumnya dipicu oleh aktivitas manusia dan menyebabkan zat asing masuk ke dalam udara hingga mencapai tingkat tertentu, Pujiastuti (dalam Kartikasari, 2020). Polusi udara dapat bersumber dari kegiatan alam dan manusia. Kegiatan manusia yang dapat menyebabkan polusi udara diantaranya, kebakaran hutan, gas beracun, Pembangunan industri, transportasi, dan perumahan (Rachman dkk, 2021). Aktivitas masyarakat dan kegiatan industri tersebut dapat menyebabkan pencemaran yang berdampak pada menurunnya kualitas udara.

Kualitas udara merupakan representasi dari kondisi udara di lingkungan sekitar yang berpengaruh terhadap kesehatan dan kelangsungan hidup manusia. Udara yang bersih sangat diperlukan karena berperan sebagai elemen utama dalam proses pernapasan manusia (Rifqi & aldisa, 2023). Sebaliknya, apabila manusia menghirup udara yang tercemar akibat paparan polusi, maka dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan termasuk Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) maupun penyakit serius lainnya. Kualitas udara yang baik tidak hanya memberikan manfaat bagi manusia, tetapi juga bagi makhluk hidup lainnya seperti hewan dan tumbuhan yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem kehidupan manusia.

Pentingnya kualitas udara bagi kehidupan manusia, maka diperlukan pengelompokan kualitas udara terhadap suatu wilayah. Namun, permasalahan yang dihadapi adalah masih terbatasnya informasi mengenai kondisi kualitas udara di wilayah tersebut (Rifqi & Aldisa, 2023). Ketidaktersediaan data tersebut menyulitkan upaya penanganan yang efektif. Maka dari itu, diperlukan adanya sistem pemantauan yang dapat memberikan informasi akurat mengenai kondisi udara di suatu wilayah. Salah satu cara untuk mengetahui kondisi kualitas udara di suatu daerah adalah melalui Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), yang dapat

memberikan informasi mengenai tingkat pencemaran udara. Dengan adanya ISPU, pemerintah dan masyarakat dapat lebih mudah mengambil langkah penanganan yang tepat. Untuk mendukung pemantauan kualitas udara secara lebih akurat penelitian ini menggunakan teknologi Internet of Things (IoT).

Teknologi IoT disini merupakan sebuah rangkaian alat yang dibuat penulis untuk mendapatkan data. Melalui Dinas Lingkungan Hidup penulis mendapatkan rekomendasi berdasarkan riset yang telah dilakukan, ada 8 titik untuk dapat digunakan sebagai monitoring kualitas udara. Terdapat delapan area atau lokasi pemantauan udara ambien dengan titik koordinat tertentu yang mana masing-masing wilayah memiliki peruntukkan sektor transportasi, industri, serta pemukiman di wilayah Jember yang didanai APBD. Pemantauan dan pengukuran penting dilakukan untuk mendapatkan hasil dari tingkat kualitas udara sehingga masalah pencemaran kualitas udara dapat segera diatasi dan dicegah. Untuk dapat menentukan tingkat kualitas udara berdasarkan hasil dari pemantauan data polusi dapat menggunakan teknik *clustering*.

Klasterisasi atau *Clustering* merupakan algoritma pengelompokan sejumlah data menjadi kelompok-kelompok tertentu (*cluster*) (Rizqiyah & Rosyida, 2021). Terdapat 3 proses dalam melakukan *cluster*, yaitu pengumpulan data set, *clustering* dan interpretasi *cluster*. Data yang digunakan pada teknik *clustering* yaitu jenis data *hierarchial* dan *non-hierarchial*, salah satu contoh data *non-hierarchial* adalah *algoritma k-means* (Rizqiyah & Rosyida, 2021). Salah satu metode yang digunakan dalam analisis *clustering* yaitu algoritma *k-means*.

Algoritma *k-means* merupakan metode yang dapat mengelompokkan berdasarkan jarak data dengan pusat yang dapat dilakukan secara berulang (Maulana dkk., 2023). Dalam penerapannya, data kualitas udara yang dikumpulkan dari berbagai stasiun pemantauan kemudian diproses dan dinormalisasi untuk memastikan keseragaman skala data. Algoritma *k-means* kemudian mengelompokkan data menggunakan teknik *cluster* berdasarkan jarak *Euclidean*, jumlah kluster optimal ditentukan untuk mengelompokkan area dengan kualitas udara yang serupa.

Clustering atau pengelompokan tingkat kualitas udara dapat dilakukan dengan memanfaatkan data hasil pemantauan polusi lingkungan menggunakan algoritma *k-means*. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan beberapa titik pemantauan berdasarkan karakteristik tingkat kualitas udara yang diukur melalui Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Melalui proses *clustering*, diperoleh kelompok-kelompok wilayah yang memiliki kemiripan karakteristik kualitas udara. Hasil dari pengelompokan ini dapat diinterpretasikan untuk mengidentifikasi area dengan kualitas udara baik, sedang, maupun buruk, serta mengungkap pola perubahan kualitas udara dari waktu ke waktu.

Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Jember selama tiga tahun terakhir, diketahui adanya fluktuasi kualitas udara di beberapa titik wilayah, namun data tersebut masih terbatas pada dua parameter, yaitu SO₂ dan NO₂. Keterbatasan ini belum cukup untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang kondisi udara. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau hingga tujuh parameter sekaligus, seperti PM₁₀, PM₂₅, CO, HC, O₃, SO₂, dan NO₂. Dengan data yang lebih lengkap, proses *clustering* menggunakan algoritma *k-means* diharapkan dapat menghasilkan pengelompokan kualitas udara yang lebih akurat dan mendukung pengambilan keputusan yang tepat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana penerapan alat monitoring data polusi berbasis IoT dalam memperoleh data parameter polusi udara di berbagai titik pemantauan?
- b. Bagaimana mengelompokkan data polusi menggunakan algoritma *k-means clustering* berdasarkan hasil pemantauan?
- c. Bagaimana mengevaluasi hasil *clustering* dalam menentukan nilai K yang tepat menggunakan *Silhouette Score*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan penelitian berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah:

- a. Dapat memahami mekanisme alat monitoring berbasis IoT dalam memperoleh data parameter polusi udara di berbagai titik pemantauan?
- b. Memperoleh hasil pengelompokan data polusi menggunakan algoritma *k-means clustering* pada data polusi berdasarkan hasil pemantauan.
- c. Mendapatkan evaluasi hasil *clustering* dalam menentukan nilai K yang tepat menggunakan *Silhouette Score*.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat dari penelitian yang akan dilakukan:

- a. Memberikan wawasan tentang pemanfaatan teknologi IoT dalam pemantauan kualitas udara, yang dapat diimplementasikan secara sederhana di berbagai lokasi.
- b. Menyajikan informasi terperinci mengenai distribusi polusi udara berdasarkan kategori sebagai acuan awal yang dapat dimanfaatkan dalam kajian penilaian kualitas udara di berbagai wilayah.
- c. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dan dimanfaatkan secara berkelanjutan dengan penerapan yang lebih luas di masa mendatang oleh peneliti selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah agar tetap terarah. Pemantauan dalam penelitian ini diperoleh melalui alat monitoring berbasis IoT yang melakukan pengambilan data secara berkala sesuai jadwal dan lokasi yang ditentukan di Kota Jember berdasarkan rekomendasi titik pemantauan dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember. Alat IoT yang digunakan merupakan perangkat sederhana dan terjangkau, sehingga terdapat kemungkinan keterbatasan pada tingkat akurasi data. Penelitian ini belum diterapkan secara langsung, melainkan disusun sebagai acuan bagi pihak-pihak terkait maupun peneliti selanjutnya.