

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Polusi udara merupakan salah satu risiko lingkungan secara global terhadap kesehatan manusia. Polusi udara tentunya sangat mengganggu aktivitas sehari-hari dan dapat berdampak pada kesehatan. Pencemaran udara adalah kondisi kualitas udara yang terkontaminasi oleh zat-zat tidak berbahaya maupun berbahaya atau komponen lain di udara yang dapat menyebabkan perubahan tatanan udara karena kegiatan manusia atau proses alam[1]. Menurut *World Health Organization* (WHO), hampir seluruh populasi dunia sebanyak sembilan puluh sembilan persen menghirup udara yang tidak memenuhi pedoman kualitas udara WHO atau disebut *Global Air Quality Guidelines* (AQG).

Salah satu sumber polusi udara terbesar adalah pembakaran bahan bakar fosil yang digunakan oleh industri, pembangkit listrik, dan transportasi. Pembakaran bahan bakar fosil secara terus-menerus melepaskan emisi, dan bahan kimia ke udara dan atmosfer. Selain itu, polusi udara juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan iklim. Selain meningkatkan suhu gelombang panas juga menyebabkan polusi udara. Udara yang lebih panas dan tergenang selama gelombang panas meningkatkan konsentrasi partikel polutan dan menyebabkan kebakaran hutan yang melepaskan lebih banyak emisi CO<sub>2</sub>, kabut asap, dan polutan lain ke udara. Fenomena alam seperti letusan gunung berapi dan badai pasir juga dapat menyebabkan debu dan abu vulkanik ke udara yang dapat mengganggu kesehatan manusia dan lingkungan [2].

Laporan yang diterbitkan oleh IQAir sebuah perusahaan teknologi kualitas udara asal Swiss yang memantau kualitas udara dunia, dalam laporan tersebut di 2020 menunjukkan bahwa hanya dua puluh empat persen negara yang memenuhi AQG, dengan enam negara terbersih adalah Bahamas, Brunei

Darussalam, Estonia, Finlandia, Islandia, dan Selandia. Di Asia Selatan dan Asia Timur menjadi lokasi paling tercemar secara global dengan lima negara yaitu Pakistan, India, Mongolia, Afghanistan, dan Bangladesh. Di Asia Tenggara sendiri, Indonesia menempati posisi pertama dengan *Particulate matter* (PM) 2.5 terburuk dengan rata-rata tahunan sebesar 74,9. Kemudian di tahun 2022, polusi udara tidak mengalami perubahan yang signifikan secara global. Hanya lima persen yang memenuhi AQG, dengan enam negara yang sama seperti tahun 2020 [3]. Sedangkan di tahun 2023, Indonesia justru menjadi negara paling berpolusi nomor satu di dunia khususnya kota Jakarta yang melampaui negara-negara lain dari beberapa tahun sebelumnya.

Dalam pengumuman Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), rata-rata konsentrasi PM2.5 tahunan di Jakarta telah melampaui batas Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Meninjau data dari IQAir di tahun 2023 dari bulan Januari kualitas udara di Jakarta terus memburuk setiap bulannya hingga per Jumat (01/09/2023) terpantau pukul 14.25 WIB nilai PM2.5 adalah 169. Dalam peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 14 Tahun 2020 tentang Indeks Baku Pencemaran Udara bahwa nilai PM2.5 tersebut sudah masuk di kategori tidak sehat artinya adanya masalah pencemaran udara yang serius di Jakarta [4]. Menurut WHO masker tidak dianggap sebagai tindakan yang sesuai untuk melindungi kesehatan. Penggunaan masker N95 bukan untuk mencegah dampak polusi melainkan mengurangi dampak polusi udara karena berdasarkan hasil uji bahwa masker N95 memiliki daya tembus 6% yang berarti masker N95 untuk mengurangi dampak polusi udara bagi kesehatan. Jadi, pada dasarnya masker hanya melindungi dari partikel di udara dan tidak bisa melindungi diri dari paparan gas seperti NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan Ozon [5]. Sehingga prediksi perlu juga dilakukan untuk parameter gas ISPU lainnya yaitu NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, dan O<sub>3</sub>.

Berdasarkan ISPU, terdapat parameter lain yang mencakup Karbon monoksida (CO) dan Nitrogen Oksida (NO<sub>2</sub>). CO dihasilkan baik secara alami dari aktivitas gunung berapi dan kebakaran hutan, maupun sebagai produk

sampingan aktivitas manusia, terutama kendaraan bermotor yang berkontribusi lebih dari 75%. Emisi CO cenderung meningkat selama kemacetan di jalan dan termasuk gas beracun. Transportasi menyumbang 96.36% dari emisi CO di DKI Jakarta, sedangkan industri manufaktur dari penggunaan batu bara menyumbang 46.90%. NO<sub>2</sub>, unsur pembentuk NO<sub>x</sub>, berasal dari proses pembakaran pada suhu tinggi, terutama di daerah dengan lalu lintas padat, berdampak pada kesehatan. Transportasi darat menyumbang 89% emisi NO<sub>2</sub> di Jakarta. Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), gas oksida sulfur, terbentuk dari pembakaran bahan bakar fosil dengan kandungan sulfur, dengan kontribusi terbesar dari industri manufaktur sebesar 61.96%. Data kendaraan mencapai 21.856.081 unit pada 2022, sementara jumlah perusahaan manufaktur mencapai 1.628 pada 2021, dengan 903 sumber titik pencemar di sektor industri manufaktur, menunjukkan berbagai sumber polusi udara di Jakarta[6].

Berdasarkan penjelasan diatas, menunjukkan bahwa transportasi dan konsumsi energi dari industri manufaktur merupakan kontributor paling dominan dalam pembentukan emisi pencemar udara di Jakarta. Berdasarkan data dari jakarta.bps.go.id jumlah kendaraan di Jakarta dari tahun 2020 terus meningkat setiap tahunnya, di tahun 2022 tercatat jumlah kendaraan adalah 21.856.081 unit. Sedangkan menurut databoks, Perusahaan manufaktur di Jakarta terdapat 1.628 perusahaan manufaktur baik skala besar maupun menengah di tahun 2021. Dan menurut laporan terdapat 903 sumber titik pencemar di sektor industri manufaktur di Jakarta. Hal ini menunjukkan bahwa di Jakarta terdapat banyak sumber penyebab polusi udara bukan hanya untuk PM<sub>2.5</sub> saja melainkan juga zat pencemar udara lainnya. Saat ini, terdapat banyak aplikasi yang memberikan informasi tentang kualitas udara secara *real time*. Beberapa aplikasi diantaranya Nafas, AirVisualQuality, dan UdaraKita. Namun pada aplikasi tersebut hanya memfokuskan pada parameter PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, dan parameter cuaca seperti suhu, kelembaban, dan kecepatan arah angin. Sedangkan indikator pencemar udara lainnya tidak dicantumkan. Selain itu, fitur *forecasting* pada beberapa aplikasi tersebut hanya melakukan prediksi

untuk kurun waktu seperti Nafas untuk 24 jam kedepan, dan paling banyak pada aplikasi yaitu pada AirVisualQuality untuk 7 hari kedepan. Oleh karena itu, Dengan melakukan prediksi kualitas udara dapat sebagai salah satu panduan bagi pemerintah atau lembaga yang berwenang untuk mengeluarkan kebijakan untuk peningkatan transportasi umum, membatasi aktivitas industri agar mengurangi sumber penyebab emisi pencemar udara, memberikan peringatan dini kepada masyarakat agar tidak melakukan aktivitas diluar ruangan dan penggunaan masker yang tepat.

Prediksi umumnya dilakukan dengan data masa lampau dengan rentan waktu tertentu atau yang disebut data *time series*. Terdapat dua metode secara garis besar yaitu, metode statistik dan metode *machine learning*. Metode *machine learning* memiliki subset yaitu metode *deep learning* telah terbukti mampu melakukan prediksi dan memiliki performa yang baik mampu dan baik dalam menangkap data non-linier dibandingkan metode statistic. Selain itu, metode *deep learning* bagus untuk data yang cukup besar [26]. Salah dua algoritma *deep learning* yaitu *long short-term memory* (LSTM) dan *Gated Recurrent Unit* (GRU). Berdasarkan jumlah parameter atau yang disebut *features* ada dua jenis prediksi yaitu *univariate* dan *multivariate*, sesuai namanya *univariate* hanya menggunakan satu parameter sebagai *input* untuk di prediksi. Sedangkan *multivariate* menggunakan lebih dari satu parameter sebagai input [9]. Keduanya sama-sama memiliki performa dan hasil yang bagus tergantung dengan algoritma dan karakteristik data yang digunakan dalam prediksi. Seperti yang dilakukan [27] diperoleh hasil model *multivariate* lebih akurat dibandingkan *univariate* namun berdasarkan nilai RMSE keduanya tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Terdapat penelitian terdahulu tentang prediksi kualitas udara yang menggunakan berbagai metode diantaranya, penelitian yang berjudul “Prediksi kualitas udara dengan metode LSTM, LSTM *Bidirectional*, dan GRU” dari hasil penelitian dengan membandingkan ketiga metode tersebut diperoleh model *Long-Short Term Memory* (LSTM) dan LSTM *Bidirectional*

menunjukkan hasil akurasi yang lebih tinggi daripada model *Gated Recurrent Unit* (GRU). Model GRU memiliki nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang lebih besar dari standar deviasi untuk semua variabel kecuali variabel suhu, sehingga tidak dapat memprediksi data dengan akurasi yang tinggi. [7]. Lalu, pada penelitian yang berjudul “Prediksi polusi udara kota Jakarta menggunakan *Recurrent Neural Network-Gated Recurrent Units*” hasil pengujian model terhadap lima variabel dengan menggunakan RMSE dan *Mean Absolute Error* (MAE) terhadap data testing, model GRU dengan algoritma *multiple input* dan *multiple output* menunjukkan prediksi data dengan akurasi yang tinggi dan minim kesalahan [8]. Selanjutnya, pada tahun 2023 [9] membahas tentang model manakah yang terbaik dalam melakukan prediksi curah hujan di Stasiun Geofisika Lampung Utara, model LSTM dan GRU menggunakan data *multivariate*. Kemudian data di analisis menggunakan sembilan atribut dengan melakukan data train set sebanyak tiga kali, hasil evaluasi dalam memprediksi curah hujan ialah LSTM dengan pembagian dataset train-test 7:3 dengan nilai RMSE sebesar 16.81, MSE sebesar 282,55, dan MAD sebesar 10,43. Sedangkan model GRU dengan dataset 7:3 dalam memprediksi kejadian hujan/tidak hujan.

Dalam penelitian ini, peneliti akan menganalisis dan mengevaluasi performa model LSTM dan GRU untuk memprediksi dengan *multivariate* dengan parameter PM10, PM2.5, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> dan dibandingkan dengan *univariate* untuk parameter PM2.5. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari website [rendahemisi.jakarta.go.id](http://rendahemisi.jakarta.go.id), berisi Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dengan rentan waktu 17 Januari 2022 sampai 30 september 2023. Alasan periode yang dipilih dimulai dari 17 Januari 2022 adalah karena data periode sebelumnya tanggal 1 Januari 2022 hingga 16 Januari 2022 tidak tersedia (*missing*) atau kosong. Kemudian akan dilakukan *forecasting* untuk 31 hari kedepan yang akan dibandingkan dengan data *real*. Model LSTM dipilih karena metode ini mampu memprediksi dengan hasil akurasi yang tinggi dan minim kesalahan terhadap model yang diuji dan mampu

melakukan prediksi data *time series*. Selain itu, dari penelitian sebelumnya model LSTM memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan model lainnya [7]. Model GRU dipilih karena dalam penelitian [10] mendapatkan hasil akurasi paling tinggi dengan memiliki nilai RMSE sebesar 15.63, MAE sebesar 12.51 dan R-squared sebesar 0.97.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain:

- 1.2.1 Bagaimana performa model LSTM dan GRU dalam memprediksi kualitas udara di Jakarta?
- 1.2.2 Bagaimana model yang terpilih memprediksi kualitas udara di Jakarta untuk 31 hari kedepan?

## 1.3 Batasan Penelitian

Batas masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.3.1 Data diperoleh dari website [rendahemisi.jakarta.go.id](http://rendahemisi.jakarta.go.id) dengan periode dari 17 Januari 2022 sampai 30 September 2023
- 1.3.2 Penelitian ini membandingkan dua model yaitu LSTM dan GRU dalam memprediksi kualitas udara di Jakarta.
- 1.3.3 Penelitian ini akan melakukan *forecasting* untuk 01 oktober 2023 sampai 31 oktober 2023 hari kedepan dengan model yang dibangun.
- 1.3.4 Penelitian ini menggunakan metrik evaluasi fungsi *loss* dan *accuracy* untuk mengukur performa model. Dan menggunakan metrik evaluasi RMSE dan R2 untuk mengukur akurasi hasil prediksi.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mengevaluasi performa model LSTM dan GRU yang diuji dalam memprediksi kualitas udara di Jakarta. Penulis juga akan menentukan model terbaik berdasarkan nilai evaluasi akhir.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diantaranya:

- 1.5.1** Menyajikan perbandingan dari model LSTM dan GRU yang dapat digunakan.
- 1.5.2** Menjadi salah satu referensi studi literatur untuk prediksi kualitas udara.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari lima bab, sebagai berikut:

##### **1.6.1 BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini, menjelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

##### **1.6.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini, menjelaskan tentang penelitian terdahulu yang menjadi acuan bagi peneliti. Selain itu, menjelaskan tentang dasar-dasar teori terkait penelitian.

##### **1.6.3 BAB III METODE PENELITIAN**

Dalam bab ini, menjelaskan tentang metode penelitian apa yang digunakan oleh peneliti.

##### **1.6.4 BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM**

Dalam bab ini, menjelaskan tentang implementasi sistem, perancangan model sistem, dan pengujian terhadap model sistem.

### **1.6.5 BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini, menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan memberikan saran untuk menjadi acuan yang berguna dalam pengembangan penelitian bagi peneliti selanjutnya.

