

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kesehatan masyarakat. Udara yang mengalami penurunan kualitas dapat menyebabkan berbagai penyakit pernapasan, seperti asma, bronkitis, dan kanker paru-paru (Esfandiari, 2023). Penurunan kualitas udara dapat disebabkan oleh berbagai aktivitas yang dilakukan oleh manusia, seperti dari aktivitas industri, transportasi, pembakaran lahan atau hutan, dan sejumlah aktivitas lainnya (Amalia et al., 2022).

Masalah lingkungan yang serius terkait pencemaran udara telah menjadi perhatian utama di banyak kota besar di seluruh dunia, termasuk Jakarta sebagai kota terbesar di Indonesia. Berdasarkan data yang dihimpun *aqicn.org*, indeks kualitas udara atau *Air Quality Index (AQI)* menunjukkan kualitas udara dengan satuan AQIPM2.5 di Jakarta memburuk sepanjang tahun 2023 dengan indeks mencapai 154 yang masuk dalam kategori “tidak sehat” pada pertengahan Agustus 2023 (Hayashi, 2023).

Kualitas udara di Jakarta telah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan, dengan kadar polutan yang melampaui ambang batas standar dan indeks kualitas udara menunjukkan level sedang hingga tidak sehat. Menurut Sigit Reliantoro, yang merupakan Direktur Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan di KLHK, sektor transportasi menjadi penyumbang terbesar pencemaran udara yang mencapai 44%, disusul industri 31%, manufaktur 10%, dan perumahan 14%, serta komersial 1% (BBC News Indonesia, 2023). Emisi gas buang yang dihasilkan dari aktivitas-aktivitas yang ada disebut sebagai polutan yang mencemari udara. Adapun jenis polutan di udara yang menjadi penyebab pencemaran diantaranya, *Particulate matter (PM)*, Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂), Sulfur Oksida(SO_x) dan Nitrogen Oksida (NO_x) (Listautin, 2024).

Pencemaran udara di Jakarta tidak hanya berdampak signifikan pada kesehatan masyarakat dan lingkungan, tetapi juga berdampak pada perekonomian. Berdasarkan laporan IQAir, pada tahun 2023, polusi udara di kota ini mengakibatkan sekitar 8.100 kematian dan kerugian ekonomi sebesar Rp 32,09 triliun. Penelitian dari Vital Strategies dan Dinas Lingkungan Hidup Kota Jakarta memperkirakan angka yang lebih tinggi, dengan lebih dari 10.000 kematian dan 5.000 orang yang dirawat setiap tahun. Biaya perawatan kesehatan dan kerugian produktivitas diperkirakan melebihi US\$2,9 miliar per tahun (Natalia, 2023)

Dalam situasi ini, selain memantau dan mengelola kualitas udara, prakiraan terkait kualitas udara yang terkontaminasi juga menjadi perhatian penting dalam upaya pengelolaan lingkungan (Liu et al., 2022). Metode prakiraan deret waktu adalah pilihan yang relevan untuk mengendalikan pencemaran udara. Dengan memanfaatkan data historis untuk memprediksi kondisi di masa depan, metode ini memberikan wawasan penting mengenai kualitas udara di masa mendatang (Mutaqin, 2023)

Beberapa upaya penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait prakiraan kualitas udara. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan metode *deep learning*, khususnya model *Long Short-Term Memory* (LSTM), dapat efektif dalam meramalkan kualitas udara dan suhu Kota Bandung dengan hasil pemodelan menunjukkan kinerja yang baik dalam memprediksi parameter suhu, kelembaban dan ISPU (Khumaidi et al., 2020). Selanjutnya, penelitian yang dilakukan untuk memprediksi kualitas udara di Kota Beijing, China dengan mengimplementasikan model LSTM (*Long Short-Term Memory*) ganda yang terintegrasi dengan *XGBoosting*. Hasil penelitian menunjukkan nilai akurasi yang lebih tinggi dibanding model lainnya dengan nilai RMSE dan MAE masing-masing 14.36 dan 8.39 (Chen et al., 2021). Pada tahun 2021, beberapa peneliti juga memprediksi kualitas udara dengan mengembangkan model *Multi-directional Temporal Convolutional Artificial Neural Network* (MTCAN) untuk memprakirakan parameter polutan PM2.5 di Talcher, India. Model MTCAN menunjukkan hasil evaluasi terbaik dibandingkan dengan percobaan pada model lainnya dengan hasil nilai RMSE terendah sebesar 9 dan MAE 7 (Samal et al., 2021).

Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk mengimplementasikan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) sebagai metode untuk prakiraan deret waktu dalam meramalkan kualitas udara berdasarkan konsentrasi polutan PM10, PM2.5, SO₂, CO, O₃ dan NO₂ di Kota Jakarta. *Dataset* yang dipakai mencakup Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dari tahun 2021 hingga 2024, yang dipilih berdasarkan akurasi dan keandalan data dari stasiun pemantauan serta ketersediaan data yang dapat diakses secara terbuka. Penelitian ini akan fokus dalam pengembangan dan optimalisasi kinerja model dalam meramalkan kualitas udara berdasarkan konsentrasi polutan di beberapa stasiun pemantauan di Kota Jakarta.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini berdasarkan latar belakang di atas adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara mengembangkan model CNN-LSTM yang optimal untuk prakiraan kualitas udara berdasarkan kadar zat polutan di Kota Jakarta.
2. Bagaimana kinerja model CNN-LSTM dalam prakiraan kualitas udara di Kota Jakarta.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, meliputi:

1. Data yang digunakan adalah *dataset* Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) dari *platform* resmi pemerintah yang dapat diakses melalui *website* Satu Data Jakarta dengan laman URL <https://satudata.jakarta.go.id/>. Data yang digunakan akan berfokus pada masa transisi dan pasca pandemi Covid-19 yaitu diambil dari Januari 2021 hingga Juni 2024 dari lima stasiun pengamat udara (SPKU) yang berbeda di Kota Jakarta.
2. Variabel *dataset* yang digunakan mencakup beberapa zat polutan udara, meliputi partikulat PM10 dan PM2.5, karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), dan ozon (O₃).
3. Penelitian ini akan berfokus pada pengembangan model prakiraan kualitas udara berdasarkan kadar zat polutan menggunakan algoritma CNN-LSTM.
4. Penelitian ini menggunakan *python* sebagai bahasa pemrograman dan aplikasi Google Colab untuk analisis dan pemrosesan data.
5. Algoritma optimisasi model yang digunakan adalah *Adaptive Moment Estimation* (Adam).
6. Metode evaluasi yang digunakan adalah *Root Mean Squared Error* (RMSE) dengan perhitungan nilai *error* untuk model yang dihasilkan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Dapat mengembangkan model CNN-LSTM yang optimal untuk prakiraan kualitas udara Jakarta berdasarkan kadar zat polutan.
2. Dapat mengetahui kinerja model CNN-LSTM dalam prakiraan kualitas udara di Kota Jakarta.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui hasil dari penggunaan CNN-LSTM dalam prakiraan kualitas udara berdasarkan kadar zat polutan.
2. Hasil prakiraan model yang akurat diharapkan dapat membantu pemerintah dan organisasi lingkungan untuk mengambil tindakan yang lebih efektif di masa yang akan datang dalam mengendalikan polusi udara

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori – teori yang berkaitan dengan penelitian dan kajian literatur terhadap penelitian terdahulu yang menjadi landasan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan, jadwal penelitian, serta alat bantu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan analisis pembahasan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sesuai metodologi penelitian pada Bab 3.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan terhadap hasil penelitian pada Bab 4 yang menjawab rumusan masalah serta saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya.