

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi yang semakin berkembang pesat mengakibatkan bertambahnya pembangunan industri, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor yang menghasilkan zat polutan yang mengakibatkan pencemaran udara dan pemanasan global. Pemanasan global dapat menimbulkan kejadian ekstrem salah satunya adalah polusi udara ekstrem. Polusi udara ekstrem adalah kondisi polusi udara di atas rata-rata kondisi normalnya. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari World Health Organization (WHO), pedoman baru kualitas udara global WHO adalah untuk polutan partikel kecil berukuran 2,5 mikron ( $PM_{2.5}$ ) tahunan sebesar  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan 2,5 mikron ( $PM_{2.5}$ ) selama 24 jam sebesar  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sedangkan untuk polutan partikel berukuran 10 mikron ( $PM_{10}$ ) tahunan sebesar  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dan 10 mikron ( $PM_{10}$ ) selama 24 jam sebesar  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (World Health Organization (WHO), 2021). Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) 101-199 tergolong tidak sehat, 200-299 sangat tidak sehat, dan 300-500 berbahaya.

Perubahan kualitas udara yang ekstrem menimbulkan berbagai masalah, antara lain gangguan penyakit berbahaya seperti paru-paru, jantung, asma, dan infeksi saluran pernafasan akut. Polusi udara juga dapat mengakibatkan hujan asam yang dapat merusak ekosistem hutan yang kemudian berpengaruh terhadap perkembangan biakan makhluk hidup (Novi Koesoemaningroem, 2021). Akibat dari pencemaran udara 7 juta orang setiap tahunnya meninggal. Angka kematian di Indonesia akibat pencemaran polusi udara mencapai 60.000 kasus per tahunnya. Polusi udara mengakibatkan penurunan angka rata-rata harapan hidup sebesar 1,2 tahun (Hanifa, 2019). Pencemaran udara atau polusi udara menjadi masalah yang serius di kota-kota besar, termasuk Kota Jakarta. Hal ini dipicu karena banyaknya perindustrian pabrik dan mobilitas penduduknya yang sangat tinggi, sehingga mengakibatkan perubahan komposisi pada kualitas udara dibanding dengan keadaan normal (Novi Koesoemaningroem, 2021).

Jakarta sebagai ibu kota negara Indonesia memiliki keunikan tersendiri sehingga membuat daya tarik masyarakat luar untuk tinggal di Jakarta. Jumlah penduduk yang semakin meningkat di Jakarta tidak hanya disebabkan oleh faktor angka kelahiran, melainkan ada faktor lain yang menyebabkan meningkatnya jumlah penduduk yaitu migrasi dari penduduk di luar Jakarta. (Bambang Sukana & Syahrudji Naseh, 1993). Penduduk DKI Jakarta pada bulan September 2020 tercatat sebanyak 10,56 juta jiwa, hal ini berdasarkan dari hasil Sensus Penduduk 2020. Jangka waktu 10 tahun terhitung dari tahun 2010 rata-rata penduduk DKI Jakarta meningkat sebanyak 88 ribu jiwa per tahunnya (BPS Provinsi DKI Jakarta, 2021). Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk di DKI Jakarta mengakibatkan kepadatan penduduk sebanyak 16.704 jiwa/km<sup>2</sup> hal ini mengakibatkan DKI Jakarta menjadi kota dengan kepadatan penduduk tertinggi di Indonesia (Akbar, 2020).

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat tentunya di iringi dengan mobilitas yang tinggi, rata-rata penduduk di Jakarta lebih memilih menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan dengan kendaraan umum. Jumlah kendaraan pribadi motor berkisar 16.141.380 unit pada tahun 2020. Jumlah tersebut meningkat menjadi 16.519.197 unit pada tahun 2021 (BPS Provinsi DKI Jakarta, 2021a). Peningkatan jumlah kendaraan pribadi tidak di iringi dengan luas jalan di beberapa wilayah di DKI Jakarta yang memadai. Pada tahun 2020 panjang jalan di lima wilayah administrasi DKI Jakarta adalah 6.652.679 meter (Deddy Lukman Shaid dan Ibnu Wibowo, 2021). Dengan keterbatasan jaringan jalan mengakibatkan kemacetan hampir di seluruh jalan-jalan besar di DKI Jakarta. Keadaan industri di DKI Jakarta yang jumlahnya semakin meningkat, dimana industri manufaktur menengah besar pada tahun 2021 tercatat sebanyak 1.628 perusahaan (Nurika Parmiami, 2021) sehingga polusi udara di DKI Jakarta kian terasa ekstrem. Berikut kondisi polusi udara di DKI Jakarta dari tahun 2012-2021 berdasarkan tingkat konsentrasi rata-rata PM 10 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Sumber Data: Jakarta Open Data

**Gambar 1.1 Polusi Udara di Dki Jakarta Tahun 2012-2021**

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat diketahui bahwa polusi udara PM 10 di DKI Jakarta dari tahun 2012-2021 mengalami polusi udara ekstrem dimana angka polusi udara di DKI Jakarta di rentang 100-200 yang tergolong tidak sehat sampai dengan sangat tidak sehat. Oleh karena itu informasi mengenai prediksi polusi udara ekstrem yang terjadi di DKI Jakarta diperlukan untuk meminimalkan dampak dari polusi udara. Manfaat mempelajari prediksi polusi udara ekstrem adalah untuk mengingatkan kepada seluruh masyarakat akan bahaya yang ditimbulkan dari pencemaran udara. Pendugaan yang baik dapat memberikan hasil yang akurat, sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan agar dampak polusi udara dapat berkurang dan tidak menjadi semakin buruk bagi kesehatan manusia dan ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan metode statistik yang mampu menganalisis peristiwa polusi udara ekstrem. Analisis kejadian ekstrem dapat di kembangkan dengan metode statistika, salah satunya yaitu teori nilai ekstrem (*extreme value theory/EVT*).

Saat ini dikenal dua pendekatan yang digunakan untuk penentuan kejadian ekstrem, yaitu metode *block maxima* (BM) dan metode pelampauan nilai ambang (*peak over threshold/POT*). Pada metode *block maxima* (BM) nilai ekstrem yang digunakan adalah nilai maksimum dari data pengamatan yang dikelompokkan pada suatu blok atau periode tertentu (Kellezi, 2006). Pada metode (*peak over*

*threshold/POT*) nilai ekstrem yang digunakan ditentukan berdasarkan nilai yang melebihi nilai ambang tertentu (Anik Djuraidah, 2019). Pada penelitian dalam penentuan nilai ekstrem digunakan metode *block maxima* (BM) karena nilai dalam data polusi udara yang dipakai adalah nilai maksimum polusi udara. Pada data multivariat, pendekatan yang sering digunakan yaitu pendekatan *copula* dan proses *max-stable*. Pendekatan *copula* mengasumsikan sebaran marginal nilai ekstrem mengikuti sebaran seragam. Proses *max-stable* mentransformasikan sebaran marginal nilai ekstrem kedalam sebaran Frechet (Sari, 2013).

Identifikasi kejadian ekstrem secara univariat saja tidak cukup. Terdapat beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan estimasi yang lebih akurat, yaitu aspek lokasi dan waktu. Polusi udara biasanya diukur berdasarkan lokasi dan waktu. Polusi udara di suatu lokasi atau daerah tertentu pada zona waktu yang sama diduga bersifat homogen. Artinya bahwa dalam satu zona, polusi udara di suatu lokasi pengukuran dengan polusi udara di lokasi lain memiliki karakteristik yang sama. Selain itu polusi udara tinggi terjadi pada bulan-bulan tertentu, yang artinya terdapat ketergantungan lokasi yang dapat ikut diperhitungkan. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan dilakukan kajian terhadap data polusi udara ekstrem dengan melibatkan unsur spasial (Ikha Rizky Ramadani, 2015).

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini menggunakan pendekatan spasial ekstrem untuk menduga polusi udara ekstrem di Daerah Khusus Ibukota Jakarta (DKI Jakarta). Pada spasial ekstrem terdapat dua metode pendekatan yaitu *max stable* dan *copula*, pada penelitian ini di gunakan pendekatan *copula* karena dalam beberapa penelitian dengan menggunakan pendekatan *copula* dapat menghasilkan nilai prediksi yang baik. Adapun stasiun pemantau kualitas udara yang digunakan adalah stasiun yang tersebar di beberapa wilayah di DKI Jakarta, seperti DKI 1 (Bundaran HI), DKI 2 (Kelapa Gading), DKI 3 (Jagakarsa), DKI 4 (Lubang Buaya) dan DKI 5 (Kebon Jeruk) Jakarta Barat.

Adapun penelitian mengenai spasial ekstrem pernah dilakukan oleh Ikha Rizky Ramadani (2015), Layla Fickri Amalia (2017), dan Ian Surya Prayoga (2020). Ikha Rizky Ramadani (2015) dalam penelitiannya *Spatial extreme value*

dengan max-stable processes model *Smith* dan *Brown-Resnick* studi kasus pemodelan curah hujan ekstrem di kabupaten Lamongan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Brown-Resnick* lebih baik di bandingkan model *Smith*. Layla Fickri Amalia (2017) dalam penelitiannya Pemodelan spatial extreme value dengan pendekatan copula studi kasus pemodelan curah hujan ekstrem di kabupaten Ngawi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spatial extreme dengan pendekatan copula untuk prediksi curah hujan ekstrem diperoleh RMSE sebesar 38.115. Ian Surya Prayoga (2020) dalam penelitiannya Kerugian bencana banjir akibat curah hujan ekstrem dengan extreme value theory dan copula. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Copula *Frank* adalah model copula terbaik untuk menjelaskan hubungan ketergantungan antara curah hujan ekstrem dan rumah rusak.

Beberapa penelitian mengenai polusi udara pernah dilakukan oleh D.A. Suryanto (2012), Jainal Abidin dan Ferawati Artauli Hasibuan (2019), Mike Yuni Rahayu (2021), dan Novi Koesoemaningroem, Endroyono, Supeno Mardi (2021). D.A. Suryanto (2012) dalam penelitiannya menggunakan Regresi linier sederhana dan berganda untuk Analisis tingkat polusi udara di DKI Jakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model prediksi tingkat polutan pada jenis CO, HO, dan NOx dilihat dari perkembangan kendaraan sepeda motor, mobil, bus, dan mobil barang memberikan tingkat hubungan yang sangat signifikan. Jainal Abidin dan Ferawati Artauli Hasibuan (2019) dalam penelitiannya menggunakan Dispersi Gauss untuk Pengaruh dampak pencemaran udara terhadap kesehatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi atau pemodelan yang dilakukan dapat dilakukan dengan menggunakan model dispersi Gauss untuk memodelkan proses sebaran dari konsentrasi polutan.

Mike Yuni Rahayu (2021) dalam penelitiannya menggunakan *Extreme Learning Machine* dengan Optimasi Algoritma Genetika untuk Peramalan kualitas udara di Riau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pengujian metode ELM dengan optimasi algoritma genetika menghasilkan nilai MAPE rata-rata sebesar 8.72134e-14%. Hasil MAPE yang diperoleh menunjukkan bahwa penerapan metode ELM dengan optimasi Algoritma Genetika dapat digunakan untuk memprediksi kualitas udara (PM10). Novi Koesoemaningroem, Endroyono,

Supeno Mardi (2021) dalam penelitiannya menggunakan metode DSARIMA dengan pendekatan *Percentile Error Bootstrap* (PEB). Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil akurasi terbaik yang dihasilkan adalah model DSARIMA dengan RMSE terkecil 0,59.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijabarkan, rumusan masalah yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efek spasial polusi udara ekstrem pada 5 stasiun pemantau kualitas udara di DKI Jakarta?
2. Bagaimana hasil evaluasi model menggunakan MAPE?
3. Bagaimana pemetaan hasil peramalan untuk mengetahui lokasi yang beresiko terkena polusi udara esktrim?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Mengetahui efek spasial polusi udara ekstrem pada 5 stasiun pemantau kualitas udara di DKI Jakarta.
2. Mengetahui hasil evaluasi model menggunakan MAPE.
3. Mengetahui pemetaan hasil peramalan untuk mengetahui lokasi yang beresiko terkena polusi udara esktrim.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

### 1. Manfaat Teoritis

Membantu mengambil kebijakan dalam rangka penanggulangan masalah pencemaran udara dimana perlu dilakukan monitoring kualitas udara di DKI Jakarta untuk mengetahui sampai seberapa jauh tercemarnya DKI Jakarta oleh kendaraan bermotor, asap industri, dan rumah tangga.

### 2. Manfaat Praktis

#### a. Bagi Pemerintah Kota DKI Jakarta

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada Pemerintah Kota DKI Jakarta mengenai hasil peramalan polusi

udara ekstrem yang nantinya bisa dimanfaatkan dalam mengantisipasi masalah pencemaran udara di DKI Jakarta yang kian memburuk.

b. Bagi Masyarakat

Penelitian ini bertujuan untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat akan bahaya dari pencemaran udara sehingga dapat dilakukan tindakan antisipasi agar dampak pencemaran udara tidak menjadi semakin buruk bagi kesehatan manusia.

c. Bagi Peneliti

Mampu memahami penerapan metode Peramalan Ekstrem Spasial, yang mana nantinya diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

### 1.5 Batasan Penelitian

Dalam suatu penelitian hendaknya diberi pembatasan agar masalah-masalah yang akan diteliti tidak terlalu menyimpang. Dari permasalahan yang disebutkan diatas, batasan masalah dalam penelitian ini adalah data yang digunakan yaitu data polusi udara di DKI Jakarta pada bulan Januari sampai dengan Desember tahun 2012-2021 yang diperoleh dari website resmi Jakarta Open Data. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah Peramalan Ekstrem Spasial. Evaluasi kinerja peramalan dalam penelitian ini menggunakan perhitungan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).