

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Partikel udara dengan ukuran kurang dari atau sama dengan $2.5\ \mu\text{m}$ atau bisa di sebut juga *partikulat matter* (PM_{2.5}) di DKI Jakarta telah menjadi perhatian serius dalam beberapa tahun terakhir. BMKG menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2.5} di wilayah Jakarta bisa tetap tinggi meski ada peningkatan curah hujan (Pandu, 2024), pada saat peningkatan curah hujan seharusnya tingkat PM_{2.5} menurun tetapi tidak dengan Jakarta. Berdasarkan WHO (2021), konsentrasi rata-rata tahunan PM_{2.5} tidak boleh melebihi $5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sementara itu, paparan rata-rata selama 24 jam tidak boleh melampaui $15\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ lebih dari 3 hingga 4 hari dalam setahun. Batasan ini ditetapkan untuk mengurangi risiko kesehatan akibat polusi udara, terutama terkait dengan penyakit pernapasan dan kardiovaskular.

Penelitian oleh Santoso et al., (2020) memberikan hasil meningkatnya karbon hitam 20% dan belerang dengan rata-rata $912\ \text{ng}/\text{m}^3$ dan nilai maksimum $4199\ \text{ng}/\text{m}^3$ pada Kota Jakarta yang disebabkan oleh emisi kendaraan berbahan bakar bensin dan diesel pada kendaraan serta emisi PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) berbahan batubara. Peningkatan konsentrasi partikel halus seperti PM_{2.5} berdampak negatif pada kesehatan masyarakat. Menurut data dari Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta (2020), Sektor transportasi menyumbang sekitar 67,04% dari total polusi udara di Ibu Kota Jakarta, diikuti oleh industri manufaktur dan energi. Polutan dari pembakaran biomassa dengan jenis batubara ini dapat mengganggu Kesehatan masyarakat dan penurunan kondisi sosial (Hutauruk et al., 2021).

Tanggal 28 Juli 2021 di saat data penelitian ini diambil terjadi Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM) darurat (Arief Rahman H, 2021), kebijakan tersebut diberlakukan setelah fase Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) dan masa lockdown akibat pandemi Covid-19, yang secara signifikan menurunkan intensitas aktivitas manusia di luar ruangan. Fenomena ini menjadi perhatian penting dan relevan untuk dikaji lebih lanjut guna mengevaluasi apakah dengan kebijakan PPKM yang menurunkan intensitas aktivitas manusia di luar ruangan memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas udara di wilayah lokasi

penelitian. Sebagai indikator perubahan aktivitas kendaraan yang menghasilkan polusi antropogenik, pemetaan jenis dan tingkat partikulat halus ($PM_{2.5}$) di wilayah penelitian menjadi penting. Salah satu metode kuantitatif yang dapat digunakan dalam evaluasi tersebut adalah pengukuran *Aerosol Optical Depth* (AOD), yang merepresentasikan konsentrasi aerosol di atmosfer secara vertikal.

Aerosol Optical Depth (AOD) adalah muatan partikel yang terdapat dari permukaan bumi hingga atmosfer, yang menarik dari AOD ini terdapat pada perkembangan teknologinya yang dikenal dengan *Aerosol Robotic Network* (AERONET). AERONET memungkinkan untuk mengakuisisi dan pemrosesan data AOD dimanapun dan kapanpun secara *Real-time* dari skala regional hingga global (Smirnov et al., 2000). AERONET sendiri berfungsi untuk mendeteksi jumlah kandungan partikel halus dalam ruang secara berkelanjutan (H. Lin et al., 2021). sederhananya AERONET ini dapat mendeteksi jenis dan jumlah kandungan pada ruang / udara yang biasa kita hirup sehari-hari termasuk polutan berbahaya $PM_{2.5}$. $PM_{2.5}$ dapat dengan mudah masuk ke paru-paru yang sangat berdampak pada kesehatan hingga meningkatkan skala kematian (Santoso et al., 2020). Oleh karena itu penelitian terhadap aerosol harus tetap menjadi fokus utama pada kualitas udara yang kita hirup setiap harinya.

Sebagian besar dalam lokasi penelitian AOD yang telah dilakukan sudah memiliki situs infrastruktur AERONET yang dapat mendukung penelitian terhadap aerosol, kita bisa melihat terdapat keterbatasan pada lokasi-lokasi lain yang tidak memiliki situs infrastruktur AERONET untuk memonitor jumlah dan jenis partikel halus kurang dari $2.5 \mu m$. Solusi yang diberikan dari penelitian sebelumnya untuk masalah ini adalah dengan memanfaatkan teknologi berbasis satelit, kita dapat memantau konsentrasi $PM_{2.5}$ dengan AOD pada gelombang $500 \mu m$, panjang gelombang $500 \mu m$ dipilih karena radiasi matahari terbanyak pada gelombang $500 \mu m$ (Panggabean et al., 2023). Pada gelombang tersebut biasa terdapat pada *band* RGB pada satelit Landsat-8 OLI dan Sentinel-2, hanya saja terdapat perbedaan resolusi pada kedua satelit tersebut dimana Landsat-8 OLI $30 m$ dan Sentinel-2 $10 m$, dengan kedua satelit tersebut penelitian ini akan mengembangkan metode *Dispersion Coefficient* (DC) dengan rumus *Ångström Exponent* (AE) dan indeks *Normalized Gradient Aerosol Index* (NGAI). Indeks interpolasi NGAI digunakan

untuk menganalisis dan mengkategorikan komponen utama polusi buatan manusia atau antropogenik dengan pembakaran biomassa atau debu (T. H. Lin et al., 2016). Penelitian ini menggunakan data yang didapat dari satelit Landsat-8 OLI dan Sentinel-2A dengan nilai reflektan dan pantulan cahaya yang diamati oleh sensor untuk menghitung AOD. Hasil dari penelitian ini adalah pengujian metode alternatif berbasis teknologi satelit untuk memantau dan menganalisis konsentrasi PM_{2.5} agar mendapatkan korelasi yang baik terhadap data AERONET dari rentang tahun 2021 – 2024.

Pemilihan lokasi dalam penelitian ini diperkuat oleh keberadaan situs infrastruktur AERONET pada kantor pusat BMKG di DKI Jakarta sebagai validasi dan ketersediaan pengujian data AOD secara *real-time* untuk memantau konsentrasi partikel halus PM 2.5. Dengan demikian, pemilihan lokasi penelitian di Ibu Kota Jakarta yang dilengkapi dengan infrastruktur AERONET, memastikan bahwa penelitian ini dapat dilakukan secara efektif untuk melihat seberapa akurat korelasi dan kualitas data dari pengembangan metode yang digunakan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini menegaskan pentingnya analisis konsentrasi PM 2.5 sebagai langkah yang perlu diperhatikan untuk memahami dampak polusi udara terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan. Keterbatasan situs infrastruktur AERONET memperkuat urgensi inovasi metode berbasis satelit untuk pemantauan aerosol yang lebih luas. Studi ini mengintegrasikan data satelit Landsat-8 OLI dan Sentinel-2A serta mengembangkan metode DC dengan integrasi *Ångström Exponent*, NGAI untuk meningkatkan akurasi perhitungan AOD dan kategorisasi komponen utama aerosol PM 2.5. Dengan keberadaan situs infrastruktur AERONET di kantor pusat BMKG DKI Jakarta menjadi pilar objektif pemilihan lokasi, karena memastikan validasi data *real-time* dan konsistensi hasil penelitian. Dengan demikian, penelitian berjudul “Analisis Konsentrasi Komponen Utama PM 2.5 Menggunakan Citra Satelit Multitemporal Terhadap AERONET” diharapkan dapat menjadi rujukan ilmiah dalam pengembangan kebijakan dan analisis kualitas polusi udara berbasis teknologi satelit, sekaligus menjawab kebutuhan masyarakat akan udara bersih dan sehat.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan nilai kesalahan AOD yang didapatkan menggunakan citra Landsat-8 OLI dan Sentinel-2A ?
2. Bagaimana perbandingan nilai korelasi dari citra dengan kesalahan AOD terendah yang didapatkan menggunakan citra Landsat-8 OLI dan Sentinel-2A ?
3. Bagaimana komponen utama konsentrasi PM_{2.5} di DKI Jakarta pada rentang waktu 2021–2024 dengan memanfaatkan data satelit ?
4. Bagaimana peta “Konsentrasi Komponen Utama PM 2.5 tahun 2021 – 2024 Menggunakan Citra Satelit Multitemporal”?

1.3 Tujuan dan Manfaat.

A. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi perbandingan dari kesalahan AOD yang didapat dari citra Landsat-8 OLI dan Sentinel-2A.
2. Mengidentifikasi korelasi dari citra dengan kesalahan AOD terendah menggunakan metode koefisien dispersi terhadap AERONET.
3. Menganalisis konsentrasi komponen utama PM_{2.5}, baik dari aktivitas manusia (Polutan Antropogenik), Pembakaran Biomassa, maupun debu melalui indeks NGAI secara temporal.
4. Membuat peta “Konsentrasi Komponen Utama PM 2.5 tahun 2021 – 2024 Menggunakan Citra Satelit Multitemporal”.

B. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar ilmiah dalam merumuskan kebijakan pengendalian dan analisis polusi udara yang lebih efektif. Dengan pemantauan kualitas udara, diharapkan masyarakat dapat memperoleh informasi yang tepat mengenai kondisi dan kualitas udara, sehingga dapat mengambil tindakan preventif untuk menjaga kesehatan.

1.4 Batasan Masalah

1. Lokasi dalam penelitian ini adalah AOI (*Area Of Interest*) wilayah DKI Jakarta sekitar situs AERONET.

2. Koordinat Z dari hasil penelitian konsentrasi PM2.5 aerosol tidak dapat diidentifikasi.
3. Rentang waktu pada penelitian ini terhitung dari tahun 2021 – 2024.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN, bagian ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.
2. BAB II DASAR TEORI, bagian ini menjelaskan teori apa saja yang berkaitan serta mendukung penelitian ini.
3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN, bagian ini menjelaskan bagaimana proses pengolahan data dari awal hingga akhir.
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, bagian ini menjelaskan hasil dan pembahasan dari penelitian secara mendetail dari berbagai proses.
5. BAB V PENUTUP, bagian ini memberikan kesimpulan dan saran yang perlu dipertimbangkan dengan harapan mendapatkan hasil penelitian yang lebih efisien serta akurat.