

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara terjadi ketika zat, energi, atau komponen lain dilepaskan ke udara ambien akibat aktivitas manusia, sehingga kualitas udara ambien tersebut berpotensi melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan (Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021). Pencemaran udara dapat terjadi di dalam dan luar ruangan. Pencemaran udara di luar ruangan berkontribusi terhadap kualitas udara di dalam gedung pendidikan karena udara luar dapat masuk melalui jendela, pintu, maupun sistem ventilasi. Kegiatan seperti arus lalu lintas kendaraan dan pengelolaan lahan di sekitar area pendidikan dapat memengaruhi kadar pencemaran udara, baik di lingkungan luar maupun di dalam ruangan (Abhijith et al., 2022).

Polutan penyebab pencemaran udara terdiri dari dua jenis polutan, yaitu partikulat dan gas. Partikulat terdiri dari *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan diameter partikel $\leq 100 \mu\text{m}$ dan *Particulate Matter* (PM). PM adalah padatan atau cairan seperti asap, debu, atau uap yang berada di atmosfer selama periode waktu yang lama. PM_{10} adalah partikulat di udara dengan diameter $\leq 10 \mu\text{m}$, $\text{PM}_{2,5}$ adalah partikulat di udara dengan diameter $\leq 2,5 \mu\text{m}$ dan PM_1 adalah partikel udara dengan diameter $\leq 1 \mu\text{m}$ (Inaku & Novianus, 2020). $\text{PM}_{0,5}$ adalah partikel udara dengan diameter $\leq 0,5 \mu\text{m}$. Partikel dengan ukuran diameter yang bervariasi dapat masuk dan tertahan di saluran pernapasan manusia, sehingga berpotensi menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, termasuk Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), asma, bronkitis, serta masalah paru-paru lainnya (Furuuchi et al., 2010).

Faktor meteorologi seperti suhu, curah hujan, arah angin, kecepatan angin, serta faktor lain seperti topografi mempengaruhi penyebaran gas dan partikulat di udara (Utari, 2020). Bentuk dan karakteristik topografi bangunan memiliki pengaruh signifikan terhadap aliran udara dan pola dispersi polutan. Topografi dapat mengubah arah serta kecepatan angin yang pada akhirnya berdampak pada proses penyebaran polutan di suatu wilayah (Malik, 2023).

Elevasi merupakan salah satu bentuk karakteristik topografi yang mempengaruhi stabilitas atmosfer dan konsentrasi polutan. Pada elevasi yang lebih tinggi, temperatur dan densitas udara cenderung lebih rendah. Berdasarkan prinsip dalam ilmu atmosfer, temperatur dan densitas atmosfer secara umum menurun seiring bertambahnya ketinggian. Hal ini mempengaruhi kestabilan udara, pergerakan vertikal massa udara, dan penyebaran partikulat di atmosfer (Vallaro, 2008).

Universitas Andalas didirikan sebagai salah satu institusi pendidikan tinggi yang berlokasi di Kota Padang. Universitas Andalas berada di area perbukitan Kecamatan Pauh dengan elevasi lebih kurang 255 meter di atas permukaan laut. Berbeda dengan Universitas Andalas, Universitas Negeri Padang berada lebih dekat dengan garis pantai dengan elevasi yang lebih rendah, yaitu sekitar 15 meter dari ketinggian permukaan laut. Kedua universitas ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena sama-sama memiliki kepadatan aktivitas pendidikan dan lalu lintas yang tinggi, namun terletak pada kondisi topografi yang sangat berbeda, yakni perbukitan dan pesisir. Perbedaan karakteristik topografi tersebut menyebabkan variasi kondisi meteorologi dan berpotensi memengaruhi konsentrasi partikulat di udara ambien. Perbedaan elevasi tersebut menyebabkan perbedaan kondisi meteorologi dan konsentrasi partikulat yang dihasilkan. Selain itu, keberadaan Universitas Negeri Padang yang dekat dengan garis pantai juga memungkinkan terjadinya kontribusi alami partikulat dari aerosol garam laut (*sea salt*). Penelitian oleh Manders et al. (2009) di Belanda menunjukkan bahwa konsentrasi PM akibat garam laut lebih tinggi di wilayah pesisir dan menurun seiring dengan meningkatnya jarak dari pantai ke daratan.

Penelitian oleh Muhammad et al. (2022) menunjukkan bahwa terdapat peningkatan konsentrasi partikulat pada elevasi yang lebih rendah. Hasil penelitian tersebut mencatat bahwa konsentrasi rata-rata PM_{2,5} pada ketinggian 496 mdpl, 519 mdpl, dan 530 mdpl masing-masingnya adalah 74,8 µg/m³, 58,6 µg/m³, dan 38,5 µg/m³. Konsentrasi rata-rata PM₁₀ pada elevasi yang sama adalah 96 µg/m³, 74,6 µg/m³, dan 49,3 µg/m³. Temuan ini menunjukkan bahwa faktor-faktor yang bersumber dari berbagai aktivitas manusia, serta faktor alam seperti kondisi meteorologi, cuaca, dan topografi berkontribusi pada peningkatan konsentrasi partikulat.

Selain itu, pada penelitian Yin et al. (2024) pada tiga zona elevasi di Dataran Fenwei, Cina dengan zona elevasi rendah (110 mdpl–815 mdpl), zona elevasi menengah (815 mdpl–1.379 mdpl), dan zona elevasi tinggi (1.379 mdpl–3.631 mdpl). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi $PM_{2,5}$ dan O_3 berbeda-beda tergantung elevasi. Pada area dengan elevasi rendah, konsentrasi $PM_{2,5}$ lebih tinggi sekitar $50,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sementara di elevasi menengah sekitar $38,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan di elevasi tinggi sekitar $31,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Secara keseluruhan, konsentrasi $PM_{2,5}$ lebih tinggi di daerah rendah. Hal ini disebabkan oleh bagian tengah Dataran Fenwei yang relatif rendah dikelilingi oleh dataran tinggi yang menghambat dispersi polutan sehingga berkontribusi pada polusi $PM_{2,5}$ yang signifikan di cekungan tersebut. Sebaliknya, gas O_3 menunjukkan peningkatan konsentrasi di daerah yang sama, tetapi lebih dipengaruhi oleh transportasi udara regional dan memiliki jangkauan penyebaran yang lebih luas sehingga konsentrasinya cenderung seragam di berbagai lokasi.

Berdasarkan hal tersebut, studi kasus pengaruh topografi terhadap konsentrasi partikulat di Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang penting dilakukan mengingat adanya perbedaan kondisi meteorologi di kedua lokasi dengan perbedaan elevasi. Pada penelitian ini, volume lalu lintas juga dianalisis karena merupakan sumber utama partikulat di kedua lokasi. Partikulat dapat terperangkap dalam saluran pernapasan dan menyebabkan masalah kesehatan yang serius. Sedangkan gas meskipun berbahaya, tetapi lebih dipengaruhi oleh kondisi atmosfer secara keseluruhan. Penelitian ini relevan untuk menganalisis pengaruh perbedaan topografi terhadap konsentrasi partikulat di udara ambien pada kedua lokasi. Penelitian ini memiliki nilai keterbaruan dibandingkan dengan penelitian lainnya karena juga mengukur partikel halus (PM_1 dan $PM_{0,5}$) yang belum pernah diteliti untuk melihat pengaruh topografi terhadap konsentrasi partikulat. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan data dan gambaran mendalam terkait peran topografi terhadap konsentrasi partikulat di udara ambien.

Kajian mengenai analisis konsentrasi partikulat akibat perbedaan topografi pada Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang belum pernah dilakukan. Perbandingan konsentrasi partikulat di wilayah ini juga belum diketahui. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis konsentrasi TSP, PM_{10} ,

PM_{2,5}, PM₁, dan PM_{0,5} sebagai studi kasus akibat perbedaan topografi pada Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini dilakukan yaitu untuk mengkaji konsentrasi TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, dan PM_{0,5} di dua lokasi, Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang, akibat adanya perbedaan topografi.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisis hasil pengukuran konsentrasi TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, dan PM_{0,5} di Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang;
2. membandingkan hasil pengukuran konsentrasi TSP, PM₁₀, dan PM_{2,5} dengan baku mutu udara ambien sesuai Lampiran VII Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, serta PM₁ dan PM_{0,5} dengan penelitian terdahulu;
3. menganalisis hubungan antara kondisi meteorologi berupa temperatur, kecepatan angin, tekanan udara, dan kelembapan dengan konsentrasi TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, dan PM_{0,5} di Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang;
4. menganalisis hubungan volume lalu lintas terhadap konsentrasi TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, dan PM_{0,5} di Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang;
5. menganalisis perbandingan konsentrasi TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, dan PM_{0,5} berdasarkan perbedaan topografi pada Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai konsentrasi TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, dan PM_{0,5} di Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang yang dipengaruhi oleh faktor topografi. Temuan dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan dalam proses pengambilan keputusan terkait pemantauan kualitas udara dan mengatur lingkungan sekitar, seperti penempatan taman, jalur kendaraan, atau ruang terbuka agar sesuai dengan kondisi letak dan ketinggian lokasi kampus.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

1. Polutan yang menjadi fokus penelitian meliputi TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, dan PM_{0,5} yang diukur dengan menggunakan alat *Ambient Nano Sampler* dengan waktu pengukuran selama 24 jam untuk setiap titik sampling;
2. penelitian dilakukan pada dua lokasi dengan karakteristik topografi berbeda, yaitu Universitas Andalas yang terletak di area perbukitan pada elevasi ±255 mdpl dan Universitas Negeri Padang yang terletak dekat dengan garis pantai pada elevasi ±15 mdpl. Topografi yang dimaksud mencakup bentuk lahan (perbukitan dan dekat pantai) beserta elevasinya untuk dianalisis pengaruhnya terhadap konsentrasi partikulat;
3. penelitian ini dilakukan pada 4 titik sampling yang berbeda dengan 2 titik di kawasan Universitas Andalas yaitu di Parkiran Masjid Nurul Ilmi dan Parkiran Gedung TI-TL serta 2 titik di kawasan Universitas Negeri Padang, yaitu di sekitar Parkiran Gedung Auditorium dan di Parkiran Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan;
4. penelitian ini dilakukan pada waktu yang bersamaan di kawasan Universitas Andalas dan Universitas Negeri Padang selama 3 hari berturut-turut untuk setiap titik sampling selama musim panas, yaitu pada tanggal 19-22 Mei 2025, kemudian dilanjutkan pada tanggal 26-29 Mei 2025;
5. variabel meteorologi yang digunakan dalam penelitian mencakup temperatur, kecepatan angin, arah angin, tekanan udara, dan kelembapan dengan alat *Environment Meter* setiap jam selama 24 jam;
6. pengukuran volume lalu lintas kendaraan dilakukan melalui pengamatan langsung dan perhitungannya dilakukan dengan menggunakan aplikasi *traffic counter* setiap jam selama 24 jam;
7. analisis regresi linear sederhana digunakan untuk menganalisis hubungan konsentrasi TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, dan PM_{0,5} dengan variabel meteorologi dan volume lalu lintas, sedangkan uji-t tidak berpasangan untuk menganalisis pengaruh topografi terhadap konsentrasi masing-masing partikulat;
8. pengukuran TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, dan PM_{0,5} dilaksanakan dengan metode gravimetri sesuai acuan SNI 19-6603-2001. Analisis hasil konsentrasi TSP,

PM₁₀, dan PM_{2,5} dibandingkan terhadap PP No. 22 Tahun 2021, sedangkan konsentrasi PM₁ dan PM_{0,5} dibandingkan dengan literatur penelitian sebelumnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang penelitian, tujuan dan maksud penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup, serta susunan sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori dan studi literatur tentang pencemaran udara, *Particulate Matter*, dampak *Particulate Matter*, faktor meteorologi, baku mutu kualitas udara ambien, topografi, *Ambient Nano Sampler*, pemantauan kualitas udara ambien, analisis statistik, dan penelitian terkait.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan tahapan penelitian, metode yang digunakan, waktu pelaksanaan, serta lokasi penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang kondisi eksisting di lokasi penelitian, kondisi meteorologi, volume lalu lintas, hasil penelitian dan pembahasan.

BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan dari penelitian serta saran-saran yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya, berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan.