

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara di wilayah perkotaan semakin menjadi perhatian seiring dengan meningkatnya polusi udara dari berbagai sektor, khususnya sektor transportasi. Bertambahnya volume kendaraan bermotor dan tingginya aktivitas mobilitas penduduk telah menyebabkan munculnya polusi udara berupa emisi gas buang yang berbahaya dan partikel debu yang dapat terhirup, sehingga memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Menurut *World Health Organization* (2025), data tahun 2019 menunjukkan bahwa akibat paparan polusi udara, baik di dalam maupun di luar ruangan, menyebabkan lebih dari 6,7 juta kematian di dunia.

Salah satu polutan yang menjadi perhatian utama adalah *Particulate Matter* (PM₁₀), yaitu partikel berukuran <10 µm yang dapat masuk hingga saluran pernapasan bagian atas dan bronkus. Paparan PM₁₀ dalam jangka panjang dapat berisiko menyebabkan masalah kesehatan, yaitu Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) termasuk asma, bronkitis, dan gangguan paru-paru (Furuuchi et al., 2010). Tingginya aktivitas transportasi di perkotaan menjadikan PM₁₀ sebagai parameter penting dalam mengevaluasi kualitas udara di lingkungan transportasi.

Kota Padang sebagai ibu kota provinsi memiliki tingkat mobilitas yang tinggi, sehingga aksesibilitas layanan jasa transportasi cukup tinggi. Transportasi umum yang biasa digunakan masyarakat, mulai dari angkutan kota (angkot), Bus Trans Padang, kereta api dan jasa angkutan *online*. Dinas Perhubungan Kota Padang (2024) mencatat jumlah armada angkutan kota mengalami penurunan drastis, di mana pada tahun 2019 terdapat 2.220 unit angkot yang tersebar di 93 trayek, sedangkan saat ini lebih dari 40% unit angkot telah berhenti beroperasi (Keputusan Kepala Dinas Perhubungan, 2024). Penurunan drastis jumlah angkot di Kota Padang terjadi akibat adanya gempuran layanan transportasi *online* dan Bus Trans Padang yang menawarkan kenyamanan, kepastian jadwal, dan fasilitas yang memadai. Meskipun jumlahnya menurun, angkutan kota masih tetap beroperasi

pada beberapa jalur strategis dan masih digunakan masyarakat sebagai moda transportasi harian.

Secara operasional, angkot di Kota Padang dibedakan menjadi trayek utama, trayek cabang, dan trayek ranting. Trayek utama ini diperuntukkan untuk rute yang melewati jalan arteri utama dan pusat kota. Trayek cabang dimaksudkan untuk rute yang menghubungkan rute utama ke permukiman yang masih berada di jalan arteri, sedangkan trayek ranting menjadi jalur angkot yang dapat menjangkau wilayah yang lebih spesifik. Di antara ketiga trayek tersebut, trayek utama dinilai lebih representatif untuk menggambarkan kondisi paparan partikulat pada transportasi di perkotaan karena memiliki kepadatan lalu lintas yang tinggi. Penelitian yang dilakukan Thamrin (2025) menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{10} di dua titik jalan utama Kota Padang seperti Jalan M. Yunus dan Jalan S. Parman melewati batas baku mutu yang aman, dengan nilai sekitar $78,82 \mu g/m^3$ dan $76,49 \mu g/m^3$. Ruas jalan tersebut beririsan dengan lokasi penelitian, khususnya pada trayek pertama dan trayek kedua.

Kondisi lalu lintas yang padat, emisi dari kendaraan bermotor, serta aktivitas perkotaan berpotensi meningkatkan konsentrasi partikulat di udara, khususnya PM_{10} . Penumpang angkutan kota menjadi kelompok masyarakat yang rentan terpapar polusi udara sebab mereka kerap berada di ruang terbuka ataupun di dalam kendaraan yang sirkulasi udaranya kurang optimal. Studi menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap PM_{10} dapat menyebabkan peningkatan risiko penyakit pernapasan seperti asma, bronkitis kronis, hingga kanker paru-paru. Penelitian pada angkutan kota yang dilakukan oleh Gunaprawira & Sutandi (2021) menyebutkan bahwa konsentrasi PM_{10} pada angkutan kota di Kota Bandung melebihi baku mutu dalam ruangan, yaitu $98 \mu g/m^3$. Hal ini dapat terjadi karena kondisi angkutan kota yang memiliki banyak ventilasi serta pintu terbuka, sehingga polusi udara luar mudah masuk ke kabin, ditambah lagi dengan kepadatan penumpang yang tinggi. Udara di kabin angkutan kota dikategorikan sebagai *transport microenvironment*, yaitu ruang paparan yang dipengaruhi oleh infiltrasi polutan di luar kendaraan maupun karakteristik internal dalam kendaraan itu sendiri. Penelitian dari Adikaram & Arambepola (2025) menjelaskan bahwa kadar polutan di dalam kabin kendaraan mencapai 2-10 kali lebih tinggi dibandingkan

konsentrasi udara ambien di jalan. Hal ini menegaskan bahwa kabin kendaraan memiliki ruang paparan tersendiri. Untuk mengetahui sejauh mana kondisi udara luar memengaruhi kualitas udara dalam kabin, digunakan pendekatan rasio *indoor/outdoor* (I/O). Angkutan kota berpotensi memiliki rasio I/O >1, hal ini disebabkan oleh sumber polutan yang berasal dari akumulasi sumber internal, mulai dari aktivitas penumpang, kondisi kendaraan, dan angkutan kota yang memiliki ventilasi alami.

Teknologi pemantauan kualitas udara saat ini telah berkembang pesat, salah satunya melalui penggunaan sensor portabel dan berbasis *Internet of Things* (IoT), seperti sensor PurpleAir. Penggunaan sensor ini mendukung pemantauan kualitas udara di lingkungan bergerak, seperti di dalam angkutan kota, karena keunggulannya bersifat portabel, mampu merekam data secara kontinu, dan memberikan informasi tentang perubahan konsentrasi PM₁₀ selama perjalanan. Sensor PurpleAir menggunakan konfigurasi *dual laser particle counters* yang meningkatkan konsistensi hasil pengukuran melalui pembacaan ganda sehingga sesuai digunakan untuk pemantauan paparan secara *real-time*. Penggunaan sensor PurpleAir ini sudah pernah dilakukan di Sumatera Barat. Penelitian dilakukan untuk mengukur konsentrasi PM dalam ruang pada rumah tangga di daerah Jorong V Botung. Hasil penelitian menemukan korelasi positif yang kuat antara PM₁, PM_{2,5}, PM₁₀ dan AQI dengan nilai korelasi >0,95. Hal ini menunjukkan bahwa sensor ini dapat mengukur seluruh fraksi PM secara konsisten.

Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus menganalisis konsentrasi PM₁₀ pada pengguna angkutan kota di Kota Padang menggunakan sensor PurpleAir masih terbatas. Maka dari itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis konsentrasi PM₁₀ secara *real-time* pada penumpang angkutan kota di enam trayek utama Kota Padang menggunakan sistem *mobile monitoring*. Melalui penggunaan sensor PurpleAir, data yang diperoleh diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai paparan PM₁₀ pada angkutan kota di Kota Padang, serta menjadi dasar pertimbangan bagi pemerintah dalam merumuskan kebijakan pengelolaan kualitas udara dan transportasi yang lebih berkelanjutan di Kota Padang.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi partikulat di dalam angkot melalui pengukuran konsentrasi *Particulate Matter* (PM₁₀) secara *real-time* pada pengguna di enam rute angkutan kota di Kota Padang.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dalam pengerjaan tugas akhir ini yaitu:

1. Menganalisis konsentrasi PM₁₀ secara *real-time* pada pengguna di enam rute angkutan kota di Kota Padang;
2. Menganalisis hubungan antara kondisi meteorologi (suhu, kelembapan, dan tekanan udara) dengan konsentrasi PM₁₀ selama perjalanan pada pengguna angkutan kota di enam trayek Kota Padang;
3. Menganalisis perbedaan konsentrasi PM₁₀ pada enam trayek angkutan kota antara periode pagi dan sore di Kota Padang;
4. Menganalisis hubungan antara aktivitas di dalam angkutan kota yang diamati selama perjalanan terhadap perubahan konsentrasi PM₁₀.

1.3 Manfaat Penelitian

Adanya penelitian ini diharapkan dapat mempunyai manfaat yaitu:

1. Menambah literatur mengenai kondisi sebaran PM₁₀ di pada salah satu transportasi umum, khususnya pada pengguna angkutan kota di Kota Padang;
2. Memberikan kontribusi dalam pengembangan metode pemantauan kualitas udara secara *mobile* menggunakan sensor berbiaya rendah (*low-cost* sensor).

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini dibuat batasan-batasan dengan maksud memudahkan analisis yang dibutuhkan dalam rangka pemecahan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Parameter yang diteliti adalah PM₁₀;
2. Penelitian ini menggunakan data meteorologi dari sensor PurpleAir, yaitu suhu, kelembapan, dan tekanan;
3. Penelitian dilakukan di enam trayek angkutan kota di Kota Padang.

- a) Trayek Pertama angkot *oranye*, dimulai dari daerah Pasar Raya Padang menuju Tabing dengan pemberhentian akhir di Christine Hakim Idea Park.
 - b) Trayek kedua angkot merah, dimulai dari Budiman ByPass hingga Pasar Raya.
 - c) Trayek ketiga angkot biru, dimulai dari Pasar Raya Padang menuju Siteba.
 - d) Trayek keempat angkot ungu, dimulai dari daerah Siti Rahmah sampai Budiman By Pass.
 - e) Trayek kelima angkot merah Indarung, dimulai dari PT Semen Padang hingga Pasar Raya Padang.
 - f) Trayek keenam angkot hijau, dimulai dari gerbang Universitas Andalas menuju Pasar Raya Padang.
4. Dalam penelitian ini terdapat irisan jalur antara trayek kedua dan keenam pada ruas jalan Simpang Ketaping hingga Sawahan. Kedua trayek tetap dipilih menjadi lokasi penelitian karena masing-masing memiliki kondisi trayek yang berbeda, mulai dari titik awal perjalanan dan mewakili daerah pelayanan yang berbeda.
 5. Pengambilan data tingkat konsentrasi PM_{10} di enam rute angkutan kota dilakukan bersamaan dengan pengambilan data jarak dan koordinat (*latitude* dan *longitude*) melalui aplikasi strava;
 6. Pengukuran dilakukan secara *real-time* menggunakan sensor PurpleAir yang dipasang pada badan pengguna angkutan kota;
 7. Pengguna angkot yang diamati adalah sopir dan penumpang angkutan kota;
 8. Pengamatan dilakukan selama delapan hari berturut turut pada rentang waktu, yaitu pagi hari pukul 06.00 – 09.00 WIB dan sore hari pukul 15.00 – 18.00 WIB. Dasar penetapan waktu sampling berdasarkan waktu puncak masyarakat beraktivitas (jam pergi bekerja/sekolah dan pulang bekerja/sekolah). Pengamatan selama 8 hari berturut-turut dilakukan untuk memperoleh data yang lebih representatif dan mengurangi pengaruh fluktuasi konsentrasi PM_{10} yang dapat terjadi akibat perubahan kondisi lalu lintas maupun faktor lingkungan selama periode pengamatan.
 9. Penelitian tidak mencakup analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL).

1.5 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan laporan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tinjauan literatur yang relevan dengan penelitian, membahas teori-teori mengenai pencemaran udara; karakteristik PM_{10} ; faktor meteorologi, sensor PurpleAir, dan penelitian terkait.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, termasuk metode pengambilan sampel, metode analisis, serta lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh berdasarkan metode yang telah diterapkan, serta analisis dan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan serta saran yang disusun berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan.

