

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara merupakan persoalan lingkungan global yang kian mendesak akibat meningkatnya urbanisasi dan aktivitas manusia yang menghasilkan polutan seperti partikulat dengan diameter ≤ 10 mikrometer (PM_{10}). PM_{10} diakui oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) sebagai polutan berbahaya karena dapat terhirup ke saluran pernapasan dan memicu gangguan respirasi serta kardiovaskular. WHO juga mencatat sekitar 7 juta kematian dini per tahun secara global akibat polusi udara. Menurut United Nations (2018) fenomena ini diperburuk oleh pertumbuhan populasi urban yang pesat, dengan lebih dari 50% penduduk dunia kini tinggal di kota-kota sehingga meningkatkan ketergantungan pada transportasi berbasis bahan bakar fosil dan memperburuk kualitas udara ambien.

Di tingkat nasional, Indonesia menghadapi permasalahan polusi udara yang signifikan. Sektor transportasi khususnya kendaraan bermotor berkontribusi sekitar 50-70% terhadap emisi partikulat di beberapa kota besar, sebagaimana tercatat dalam Pedoman Teknis Inventarisasi Emisi oleh Kementerian Lingkungan Hidup 2013 dalam (Fauzi, 2014). Peningkatan penggunaan kendaraan pribadi dan sistem transportasi umum yang belum optimal memperburuk kondisi tersebut. PM_{10} tidak hanya mencemari udara luar (*outdoor*), tetapi juga berpotensi terakumulasi di dalam ruang tertutup (*indoor*) seperti kabin bus transportasi umum sehingga meningkatkan risiko kesehatan bagi masyarakat yang terpapar secara rutin terutama pada periode lalu lintas padat.

Di Kota Padang sejumlah penelitian menunjukkan bahwa aktivitas transportasi di Kota Padang memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan konsentrasi PM_{10} di area luar khususnya *roadside*. Bachtiar dkk. (2025) meneliti konsentrasi PM_{10} lebih dari $55 \mu g/m^3$ pada jarak 5 meter dari tepi jalan saat jam sibuk lalu lintas sore hari, sementara penelitian Gunawan dkk. (2018) menemukan konsentrasi harian sebesar 100-131 $\mu g/m^3$ di jalan utama seperti Jl. Sudirman dan Jl. Imam Bonjol. Penelitian oleh Bachtiar dkk. (2016) di sekitar kawasan Semen Padang menemukan

konsentrasi PM_{10} siang hari berkisar 32,64-118,13 $\mu g/m^3$ dipengaruhi oleh arah angin dan aktivitas kendaraan berat. Penelitian ini keseluruhan menegaskan bahwa kualitas udara *roadside* di Kota Padang sangat dipengaruhi oleh lalu lintas.

Konsentrasi PM_{10} di udara luar tersebut berpotensi masuk ke dalam ruang tertutup (*indoor*) termasuk kabin bus transportasi umum melalui proses infiltrasi udara, pembukaan pintu, serta sistem ventilasi kendaraan. Beberapa penelitian telah mengkaji kualitas udara dalam ruang tertutup (*indoor*) di transportasi publik. Penelitian Qiu dan Cao (2020) di Xi'an Cina menemukan konsentrasi PM_{10} di dalam bus CNG mencapai 179,6 $\mu g/m^3$. Penelitian oleh Otuyo (n.d.) menunjukkan variasi konsentrasi PM_{10} antar moda transportasi, dengan bus lama tercatat PM_{10} 92,32 $\mu g/m^3$ sekitar enam kali lebih tinggi dibanding konsentrasi di stasiun. Bus baru, jalur kereta baru, serta area pejalan kaki memiliki konsentrasi jauh lebih rendah. Di Indonesia, penelitian Gunaprawira dkk. (2021) menemukan konsentrasi PM_{10} tertinggi pada angkutan kota dan konsentrasi terendah pada mobil baru.

Seiring berkembangnya teknologi pemantauan kualitas udara, penggunaan *low-cost sensor* semakin banyak dimanfaatkan untuk pemantauan udara *outdoor* maupun *indoor* karena mampu merekam konsentrasi polutan secara berkelanjutan dan *real-time* dengan biaya yang lebih rendah terhadap alat ukur standar. Salah satu sensor yang banyak digunakan adalah PurpleAir. Validitas sensor ini telah diuji dalam penelitian Malings dkk. (2023) yang membandingkan data PurpleAir dengan monitor kualitas udara standar. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa setelah dilakukan kalibrasi data, pembacaan PM dari PurpleAir memiliki tingkat kesesuaian yang baik dengan alat pemantau kualitas udara standar, sehingga sensor ini dinilai layak dan dapat diandalkan untuk pemantauan kualitas udara *indoor* dan *outdoor* di berbagai kondisi lingkungan.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas kualitas udara *outdoor*, kajian mengenai kualitas udara di dalam kabin bus sebagai ruang tertutup (*indoor*) masih terbatas, khususnya di Kota Padang. Keterbatasan tersebut menunjukkan adanya celah penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut melalui analisis konsentrasi PM_{10} pada pengguna Bus Trans Padang yang beroperasi pada enam koridor dengan karakteristik lalu lintas berbeda. Berdasarkan kondisi tersebut penelitian ini

mengkaji perbedaan konsentrasi PM_{10} di Bus Trans Padang berdasarkan waktu sampling pagi-sore dan enam koridor pengamatan. Hipotesis penelitian yang diajukan adalah H_0 : tidak terdapat perbedaan konsentrasi PM_{10} berdasarkan waktu pengukuran dan koridor serta tidak terdapat pengaruh aktivitas dan kondisi operasional bus terhadap konsentrasi PM_{10} , sedangkan H_1 : terdapat perbedaan konsentrasi PM_{10} berdasarkan waktu pengukuran dan koridor serta terdapat pengaruh aktivitas dan kondisi operasional bus terhadap konsentrasi PM_{10} . Pengukuran dilakukan menggunakan sensor *low-cost* PurpleAir secara *real-time*, sehingga variasi konsentrasi PM_{10} sepanjang rute dapat tergambarkan dengan lebih jelas. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat konsentrasi PM_{10} yang diterima pengguna bus serta menambah referensi ilmiah terkait kualitas udara dalam transportasi umum.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Tugas Akhir ini disusun dengan fokus untuk melakukan analisis terhadap konsentrasi PM_{10} pada pengguna transportasi umum yaitu Bus Trans Padang yang melewati enam rute koridor di Kota Padang. Penelitian ini memiliki beberapa sasaran utama yang hendak dicapai, yaitu:

1. Menganalisis konsentrasi PM_{10} yang diterima pengguna Bus Trans Padang selama perjalanan di kabin bus.
2. Menganalisis hubungan konsentrasi PM_{10} dengan kondisi meteorologi.
3. Menganalisis perbedaan konsentrasi PM_{10} pada setiap waktu sampling (pagi dan sore).
4. Menganalisis perbedaan konsentrasi PM_{10} antar enam koridor yang dilewati Bus Trans Padang.
5. Menganalisis pengaruh aktivitas dan kondisi operasional bus terhadap konsentrasi PM_{10} .
6. Menganalisis perbandingan konsentrasi PM_{10} penelitian ini dengan penelitian terdahulu.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan memberikan manfaat, antara lain:

1. Menjadi sumber informasi mengenai tingkat konsentrasi PM_{10} pada pengguna Bus Trans Padang selama perjalanan di kabin bus pada rute yang diteliti.
2. Menjadi dasar pertimbangan bagi pemerintah daerah dan instansi terkait dalam merencanakan serta merumuskan upaya perbaikan kualitas udara di dalam kabin Bus Trans Padang.
3. Menambah literatur yang dapat dijadikan acuan dalam penelitian selanjutnya, khususnya mengenai kualitas udara dalam ruang tertutup (*indoor*) pada moda transportasi publik di Kota Padang mengingat masih terbatasnya penelitian pada bidang tersebut.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Batasan masalah ditetapkan untuk menentukan ruang lingkup kajian sehingga pelaksanaan dan pembahasan penelitian tetap terarah serta sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai. Adapun batasannya sebagai berikut:

1. Parameter yang diteliti adalah PM_{10} .
2. Penelitian dilakukan di enam rute yang dilewati transportasi umum Trans Padang di Kota Padang.
3. Analisis konsentrasi PM_{10} dilakukan secara personal dengan menempatkan sensor PurpleAir PA-II-SD pada tubuh dengan jarak ± 30 cm dari zona pernapasan.
4. Uji kinerja *low-cost* sensor PurpleAir parameter PM_{10} telah tervalidasi memenuhi standar SNI 9178:2023.
5. Pengambilan sampel dilakukan secara *real-time* pada hari Rabu ke Rabu berikutnya selama delapan hari, dengan 2 periode waktu yang mewakili jam sibuk atau intensitas lalu lintas dan aktivitas transportasi tinggi yaitu pagi pukul 06.00-10.00 dan sore pukul 14.00-18.00.
6. Pengambilan sampel dilakukan melalui pengamatan dan pengukuran langsung konsentrasi PM_{10} di kabin Bus Trans Padang tanpa pemberian perlakuan tertentu.
7. Pengguna yang dimaksud terdiri atas pengemudi, kondektur *shift*, dan penumpang.

8. Konsentrasi PM_{10} yang dianalisis dalam penelitian ini digunakan sebagai indikator paparan potensial, yaitu tingkat PM_{10} di udara kabin yang berpotensi terhirup oleh pengguna bus selama perjalanan di dalam kabin.

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, 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; dan alat *Low-Cost* Sensor PurpleAir PA-II-SD.

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.