

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi berperan penting dalam menunjang mobilitas masyarakat serta mendukung pertumbuhan ekonomi dan pembangunan wilayah. Namun, meningkatnya aktivitas transportasi dapat menurunkan kualitas udara perkotaan melalui pelepasan polutan berupa gas dan partikulat. Emisi tersebut tidak hanya berasal dari gas buang kendaraan, tetapi juga dari sumber non-knalpot, seperti gesekan komponen kendaraan dan permukaan jalan. Paparan polutan dari aktivitas transportasi berpotensi meningkatkan risiko gangguan kesehatan, terutama penyakit pada sistem pernapasan dan kardiovaskular (WHO, 2021). Tingginya penggunaan kendaraan bermotor menjadikan sektor transportasi sebagai salah satu sumber utama pencemaran udara, dengan kontribusi sekitar 60–70% dari total pencemaran. Persentase tersebut lebih besar dibandingkan kontribusi dari sektor industri maupun sumber pencemar lainnya. Tingginya emisi transportasi dapat menurunkan kualitas udara ambien dan meningkatkan risiko gangguan kesehatan masyarakat, terutama yang berkaitan dengan sistem pernapasan (Andrian & Marpaung, 2019). Di antara berbagai jenis pencemar udara yang dihasilkan sektor transportasi, partikulat menjadi salah satu polutan yang paling berdampak terhadap kesehatan manusia.

Emisi yang dihasilkan oleh kegiatan transportasi mengandung beragam senyawa pencemar, baik dalam bentuk gas reaktif maupun partikel yang berada dalam kondisi tersuspensi di udara ambien. Berdasarkan ukuran diameter aerodinamisnya, partikulat tersebut dapat dikelompokkan menjadi beberapa fraksi, yaitu PM_{10} dengan diameter $\leq 10 \mu m$, $PM_{2.5}$ dengan diameter $\leq 2,5 \mu m$, serta PM_1 dengan diameter $\leq 1 \mu m$. Pengelompokan berdasarkan ukuran ini memiliki peran penting dalam evaluasi kondisi kualitas udara dan dalam mengidentifikasi kemungkinan pengaruh paparan partikulat terhadap kesehatan manusia (Febri dkk., 2023). PM_1 merupakan fraksi partikulat dengan diameter aerodinamis $\leq 1 \mu m$ yang dapat dihasilkan melalui emisi kendaraan maupun proses pembentukan partikel sekunder di atmosfer. Ukurannya yang sangat kecil memungkinkan PM_1 masuk dan

mengendap hingga bagian alveoli paru-paru, sehingga dapat memberikan potensi dampak terhadap kesehatan yang lebih besar (Chen et al., 2017). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa paparan PM_{10} berkaitan dengan meningkatnya risiko gangguan pada sistem pernapasan serta penyakit kardiovaskular. Kondisi tersebut menjadikan PM_{10} sebagai salah satu fraksi partikulat yang perlu diperhatikan dalam pemantauan kualitas udara, khususnya pada wilayah perkotaan yang memiliki intensitas aktivitas transportasi tinggi. (Hu et al., 2022).

Kedekatan pengguna angkutan kota dengan sumber emisi kendaraan menyebabkan kelompok ini berpotensi mengalami paparan PM_{10} dalam jumlah tinggi selama melakukan perjalanan. Tingkat paparan tersebut dapat semakin besar apabila waktu yang dihabiskan dalam perjalanan berlangsung lebih lama. Pengguna transportasi umum berbasis jalan dapat terpapar partikulat di dalam kendaraan pada konsentrasi sekitar 37–47 $\mu g/m^3$, dengan kondisi lalu lintas, tipe kendaraan, dan sistem ventilasi sebagai faktor yang memengaruhinya (Zuurbier et al., 2010). Studi lain juga melaporkan bahwa paparan PM_{10} pada penumpang transportasi umum dapat lebih tinggi sekitar 10,4% dibandingkan moda lain pada rute yang sama (Qiu & Cao, 2020). Selain selama perjalanan, potensi paparan partikulat juga dapat dialami penumpang ketika menunggu angkutan kota di sekitar tepi jalan. Kondisi lingkungan tempat menunggu, intensitas lalu lintas, serta karakteristik meteorologi, meliputi tekanan, suhu, dan kelembapan, dapat memengaruhi tingkat paparan partikulat yang diterima penumpang (Moore, 2012).

Kota Padang sebagai salah satu pusat aktivitas di Sumatera Barat memiliki tingkat mobilitas yang tinggi, yang ditandai dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor berbahan bakar minyak. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2024), jumlah kendaraan di Kota Padang mencapai 944.397 unit, terdiri atas 159.923 mobil penumpang, 1.237 bus, 43.121 truk, dan 740.116 sepeda motor (BPS, 2024). Sebagian besar angkutan kota yang beroperasi di Kota Padang masih menggunakan kendaraan dengan usia lebih dari 10 tahun dan teknologi mesin konvensional. Penggunaan armada dengan teknologi tersebut menyebabkan sebagian kendaraan belum mencapai standar emisi Euro 4, sehingga berpotensi menghasilkan emisi pencemar dalam jumlah yang lebih besar (Astuti & Momon, 2020). Penelitian lain melaporkan bahwa kendaraan berstandar emisi Euro 5 hingga Euro 6 menghasilkan

paparan partikulat 44 – 48% lebih rendah dibandingkan kendaraan Euro 0 hingga Euro 4, terutama pada kendaraan diesel yang telah dilengkapi *Diesel Particulate Filter* (DPF) (Campagnolo et al., 2019). Penerapan standar emisi yang semakin ketat berperan dalam mengendalikan pelepasan partikulat, mengingat kendaraan dengan teknologi generasi lama cenderung menghasilkan emisi yang lebih tinggi daripada kendaraan baru yang telah menerapkan teknologi serta standar emisi yang lebih mutakhir (Chambliss & Bandivadekar, 2014).

Penelitian mengenai PM_{10} pada pengguna angkutan kota di Kota Padang masih terbatas, sehingga diperlukan pemantauan *real time* menggunakan sensor portabel berbiaya rendah seperti PurpleAir. Sensor ini menggunakan prinsip optik untuk mengukur partikulat secara kontinu, serta memiliki keunggulan berupa biaya relatif rendah, mudah dibawa, dan dapat mengintegrasikan data secara daring. Penggunaannya memungkinkan pengumpulan data PM_{10} berdasarkan kondisi waktu dan lokasi pemantauan (Kelly et al., 2017). Penelitian ini bertujuan mengukur paparan PM_{10} pada pengguna angkutan kota di Kota Padang serta menyediakan data sebagai dasar pengendalian pencemaran udara. Hasil penelitian diharapkan turut mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan perlindungan kesehatan masyarakat dalam lingkungan transportasi publik.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi kualitas udara di Kota Padang melalui pengukuran konsentrasi *Particulate Matter* (PM_{10}) secara *real-time* di lingkungan Kota Padang, khususnya pada pengguna angkutan kota yang melewati enam trayek angkutan kota di Kota Padang.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu:

1. Mengukur konsentrasi partikulat PM_{10} secara *real-time* menggunakan sensor PurpleAir pada pengguna angkutan kota yang melewati 6 trayek angkutan kota di Kota Padang;
2. membandingkan perbedaan konsentrasi PM_{10} antar trayek angkutan kota di Kota Padang;

3. membandingkan perbedaan konsentrasi PM_{10} antar waktu pengamatan (pagi dan sore);
4. menganalisis kondisi iklim mikro dan karakteristik perjalanan kendaraan yang mempengaruhi paparan PM_{10} .

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat secara teoritis maupun secara praktis. Secara teoritis, hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya kajian di bidang Teknik Lingkungan, khususnya terkait pemantauan kualitas udara yang berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT), serta menjadi sumber acuan bagi penelitian-penelitian selanjutnya. Dari sisi praktis, penelitian ini memberikan gambaran mengenai kondisi kualitas udara, terutama parameter PM_{10} , pada enam trayek angkutan kota yang dapat dimanfaatkan sebagai informasi oleh masyarakat umum, pengguna transportasi publik, maupun pemerintah. Temuan penelitian ini juga diharapkan mampu mendukung pemerintah daerah dalam menyusun kebijakan yang lebih tepat dalam upaya pengendalian pencemaran udara di sektor transportasi.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini dibuat suatu batasan-batasan dengan maksud memudahkan analisis yang dibutuhkan dalam rangka pemecahan masalah. Adapun batasannya sebagai berikut:

1. Parameter yang diteliti adalah PM_{10} ;
2. Penelitian ini menggunakan data iklim mikro, yaitu suhu, kelembapan dan tekanan;
3. Penelitian dilakukan pada kabin angkutan kota di enam trayek angkutan kota yang dilewati angkutan kota di Kota Padang;
4. Pengukuran dilakukan secara *real-time* menggunakan sensor *PurpleAir* yang dipasang pada tubuh pengguna angkutan kota sebagai media pemantauan bergerak;
5. Pengamatan dilakukan pada hari Senin - Jumat (*weekdays*) dan hari Sabtu - Minggu (*weekend*), dengan 2 periode waktu yang mewakili jam sibuk, yaitu pagi pukul 06.00-09.00 dan sore pukul 15.00-18.00.;

6. Analisis kondisi mikroklimat dan karakteristik perjalanan kendaraan dilakukan dengan pengamatan langsung dan difoto menggunakan kamera *smartphone*.

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, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tinjauan literatur yang relevan dengan penelitian, membahas teori-teori mengenai pencemaran udara; karakteristik PM_1 , $PM_{2,5}$, dan PM_{10} ; faktor meteorologi; dan alat sensor PurpleAir.

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.