

Bab 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Salah satu permasalahan yang sedang dihadapi di daerah perkotaan adalah pencemaran udara. Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2010, pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga mengakibatkan gangguan kesehatan pada makhluk hidup dan kerusakan pada lingkungan [1]. Sumber pencemaran udara dibagi menjadi dua, yaitu pencemaran udara akibat kegiatan manusia (*anthropogenic pollution*) dan sumber alamiah (*natural pollution*). Salah satu pencemar udara akibat kegiatan manusia dan alam adalah $PM_{2.5}$ [2]. $PM_{2.5}$ adalah partikel padatan atau cair yang tersuspensi di udara yang ukuran diameternya lebih kecil atau sama dengan 2.5 mikrometer. $PM_{2.5}$ dapat terbentuk dari dalam ruangan maupun luar ruangan. Kegiatan di dalam ruangan yang menyebabkan adanya $PM_{2.5}$ adalah merokok, memasak, menyalakan lilin, dan memanaskan ruangan [3]. Sedangkan kegiatan di luar ruangan dapat terjadi secara primer dan sekunder. $PM_{2.5}$ secara primer adalah polutan yang langsung dipancarkan ke atmosfer, seperti asap kendaraan bermotor, kegiatan industri [4] dan kebakaran hutan. Sedangkan $PM_{2.5}$ secara sekunder adalah polutan yang tidak langsung dipancarkan ke atmosfer dan dihasilkan dari reaksi substansi di atmosfer seperti ozon [5].

Berdasarkan Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia no 41 Tahun 1999, batas maksimum rerata $PM_{2.5}$ dalam 1 hari dan 1 tahun adalah $65 \mu\text{g m}^{-3}$ dan $15 \mu\text{g m}^{-3}$ [6]. Apabila melewati batas ambang, hal tersebut akan berdampak terhadap kesehatan manusia ataupun lingkungan. Dampak pada manusia yaitu iritasi saluran pernapasan, batuk, kesulitan bernapas, mengurangi fungsi paru-paru, asma, meningkatkan resiko bronkitis, serangan jantung dan kematian serta berkurangnya jarak pandang manusia. Dampak yang terjadi pada manusia juga dapat terjadi kepada hewan [7]. Sedangkan dampak yang terjadi pada tumbuhan adalah mengganggu kegiatan fotosintesis karena menghambat masuknya cahaya matahari. Oleh karenanya, sangat penting dilakukan pemantauan terhadap konsentrasi $PM_{2.5}$.

Alat ukur yang biasa digunakan dalam pengukuran konsentrasi massa partikel 2.5 adalah *Tapered Element Oscillating Microbalance* (TEOM) yang dapat mengukur secara *real-time* [8]. Namun TEOM memiliki kekurangan yaitu harganya yang mahal. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat ukur konsentrasi massa $PM_{2.5}$ berbasis *low-cost sensor* yang dapat mengukur secara *real-time* dengan harga yang murah dan memiliki ukuran yang kecil [9], melakukan pengamatan di cekungan udara Bandung Raya, serta mengevaluasi kinerja sensor dengan data dari Nanosampler dan faktor meteorologi.

Salah satu kota di Indonesia yang berpotensi mendapatkan pengaruh dari $PM_{2.5}$ adalah kawasan Bandung Raya. Bandung Raya memiliki topografi yang unik karena dikelilingi oleh pegunungan sehingga membentuk cekungan dan dikenal sebagai cekungan Bandung. Dikarenakan bentuk topografi Bandung Raya, polusi udara yang dihasilkan dari kegiatan manusia (antropogenik) seperti penggunaan transportasi yang mengeluarkan asap, kegiatan industri, pembakaran sampah, dan kegiatan rumah tangga seperti memasak, merokok, menyalakan lilin akan terperangkap di dalam cekungan tersebut dan menyebar ke area penduduk [10]. Selain kegiatan manusia, pencemaran akibat sumber alam masih bisa terjadi di daerah Bandung Raya karena lingkungan yang dikelilingi oleh pegunungan seperti Gunung Malabar, Gunung Tangkuban Perahu, Gunung Wayang, dan Gunung Patuha.

Berdasarkan latar belakang diatas, $PM_{2.5}$ adalah suatu masalah yang sangat mengganggu dan memiliki dampak yang berbahaya. Bandung Raya adalah salah satu kota yang terkena pengaruh tersebut karena bentuk topografi yang dikelilingi oleh pegunungan, sehingga diperlukan sebuah alat yang dapat mengetahui konsentrasi massa $PM_{2.5}$. Hal ini menarik perhatian penulis untuk membuat alat yang dapat mengukur konsentrasi massa $PM_{2.5}$ berbasis Arduino menggunakan *low cost* $PM_{2.5}$ yang akan digunakan di daerah cekungan udara Bandung Raya untuk mengetahui konsentrasi massa $PM_{2.5}$ di daerah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

- 1) Bagaimana tingkat konsentrasi $PM_{2.5}$ di cekungan udara Bandung Raya?

- 2) Bagaimana cara mengukur konsentrasi massa $PM_{2.5}$?
- 3) Bagaimana cara membuat alat ukur konsentrasi massa $PM_{2.5}$ dan kerjanya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

- 1) Membuat alat ukur konsentrasi massa $PM_{2.5}$ berbasis 4 modul komersil yaitu Sensor SKU-Sen 0177, Sharp DN7C3CA006, Sharp GP2Y1010AU0f dan Sharp GP2Y1023AU0F.
- 2) Mengetahui kinerja keempat modul sensor tersebut.
- 3) Menganalisis level konsentrasi $PM_{2.5}$ di cekungan udara Bandung Raya dan membandingkannya dengan komposisi kimia dari ukuran-ukuran partikulatnya, serta pengaruh meteorologi.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan diangkat pada penelitian ini meliputi:

- 1) Pengukuran dilakukan di *rooftop* Gedung Tokong Nanas, Universitas Telkom.
- 2) Pengukuran hanya massa konsentrasi $PM_{2.5}$ dan dibandingkan dengan data $PM_{2.5}$ yang tersedia di beberapa badan pemerintah seperti BMKG dan lainnya.
- 3) Komposisi kimia dan meteorologi sedang/sudah dilakukan dalam penelitian lainnya.
- 4) Tidak membahas mengenai dampak $PM_{2.5}$ terhadap kesehatan secara detail.

1.5 Metodologi Penelitian

Beberapa metodologi yang akan dilakukan diantaranya sebagai berikut:

1) Kajian literatur

Kajian literatur dilakukan untuk mempelajari bagian dari penelitian tugas akhir ini terkait dengan $PM_{2.5}$, bagaimana cara membuat alat untuk mengukur konsentrasi massa $PM_{2.5}$, menganalisis potensi sumber-sumber $PM_{2.5}$, dan bagaimana dampak $PM_{2.5}$ terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

2) **Perancangan sistem**

Setelah membaca literatur tentang $PM_{2.5}$ dilakukan perancangan sistem untuk mendeteksi $PM_{2.5}$. Kegiatan dilanjutkan dengan proses pembuatan alat menggunakan keempat modul sensor komersil, yaitu sensor SKU-SEN0177, sensor Sharp DN7C3CA006, sensor Sharp GP2Y1010AU0F, dan sensor Sharp GP2Y1023AU0F.

3) **Observasi Lapangan**

Dilakukan pengukuran lapangan dengan menggunakan alat dan bahan yang sudah dibuat. Percobaan akan dilakukan di *rooftop* Gedung Tokong Nanas, Universitas Telkom, Bandung, untuk mengukur konsentrasi massa $PM_{2.5}$.

4) **Pengolahan Data dan Analisis**

Setelah melakukan observasi lapangan dilakukan pengolahan data dan menganalisis data yang didapat dari hasil observasi $PM_{2.5}$ yang telah dilakukan di *rooftop* Gedung Tokong Nanas, Universitas Telkom, Bandung. Data tersebut akan dibandingkan dengan data lainnya yang tersedia dari badan/instansi pemerintah serta analisis komposisi kimia dari ukuran partikulatnya dilakukan diari penelitian lainnya. Aspek meteorologi dijadikan gambaran fisis bagaimana pola penyebaran dari sumber emisi menuju lokasi pengukuran.

5) **Penulisan Laporan**

Penulisan laporan berisi tentang data dari hasil pengolahan dan analisa data pada kegiatan sebelumnya. Secara keseluruhan, hasil laporan ini nantinya akan dituangkan dalam buku Tugas Akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan proposal penelitian ini terdiri dari beberapa bab dengan sistematika seperti berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Berisi latar belakang tentang pencemaran udara di perkotaan, khususnya kawasan cekungan udara Bandung Raya. Bagaimana partikulat berukuran $2.5 \mu m$ ($PM_{2.5}$) berdampak terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Rumusan masalah dibuat untuk lebih fokus pembahasan mengarah pada urgensi pembuatan detektor $PM_{2.5}$, bagaimana kinerja keempat modul sensor yang digunakan, serta bagaimana

tingkat konsentrasi massa $PM_{2.5}$ di cekungan udara Bandung Raya. Tujuan Penelitian dibagi menjadi dua bagian: 1) pembuatan detektor $PM_{2.5}$ dan kinerja keempat modul sensor komersil, serta 2) analisis tingkat konsentrasi massa $PM_{2.5}$ di cekungan udara Bandung Raya. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah lokasi pengukuran, parameter ukur, komposisi kimia dari partikulat dilakukan di dalam penelitian lainnya, dan dampak polusi udara terhadap kesehatan manusia. Metodologi penelitian membahas diagram alir penelitian dan penjelasannya serta bagaimana hal-hal tersebut dituangkan di dalam sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Menjelaskan polusi di daerah perkotaan, khususnya cekungan udara Bandung Raya. Selain faktor topografi, tingkat konsentrasi pencemaran udara juga dipengaruhi oleh jumlah penduduk serta iklim dan cuaca. Secara khusus dibahas $PM_{2.5}$ dan bagaimana tingkat konsentrasi massa $PM_{2.5}$ di dunia serta dampak yang ditimbulkannya. Pembahasan detektor $PM_{2.5}$ yang sudah ada di pasaran, dan bagaimana menggunakan keempat modul sensor komersil dalam penelitian ini. Mikrokontroler Arduino digunakan sebagai alat pemantau dan penyimpan data hasil pengukuran.

Bab 3 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian dalam penulisan tugas akhir meliputi diagram alir penelitian, perancangan sistem, alat dan bahan, diagram rancangan alat, rancangan data hasil penelitian, tempat dan waktu pelaksanaan. Diagram alir penelitian dibuat sebagai gambaran umum bagaimana penelitian ini dilakukan sampai mendapatkan data dan analisisnya. Perancangan sistem membahas bagaimana cara membuat detektor $PM_{2.5}$ dengan menggunakan keempat modul sensor komersil dalam bentuk diagram rancangan alat. Rancangan data dan bagaimana pengolahan data dilakukan juga dibuat. Terakhir adalah lokasi dan waktu pengujian.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Menjelaskan tentang penampilan data yang didapat selama pengukuran, membahas kalibrasi sensor, pengaruh kelembaban terhadap pembacaan sensor, pengaruh lamanya pengukuran dan unsur kimianya.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Menjelaskan tentang kesimpulan dari seluruh penelitian yang sudah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya