

BAB 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara merupakan salah satu dari banyak permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh kota-kota besar di Indonesia [1]. Menurut Peraturan Pemerintah RI nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat dan energi, dari komponen lain ke dalam udara sekitar oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara sekitar tidak dapat memenuhi fungsinya [2]. Sedangkan sumber utama pencemaran udara pada daerah kota adalah dari aktivitas manusia berupa pembakaran bahan bakar fosil yang digunakan dalam transportasi, pembangkit listrik, sektor industri, dan kegiatan ekonomi lainnya. Hasil dari kegiatan tersebut dapat menghasilkan banyak polutan pada aerosol dan menyebabkan gas beracun yang dilepaskan ke udara seperti gas karbon oksida (CO_x), sulfur oksida (SO_x), nitrogen oksida (NO_x), hidro karbon (HC), dan partikel-partikel lainnya [3]. Pelepasan aerosol ini dapat mempengaruhi kesehatan manusia, karena mengandung unsur-unsur beracun dan logam berat yang mencemari udara, air hujan, dan tanah [4].

Salah satu hasil pencemaran udara yang dihasilkan akibat aktivitas manusia adalah *particulate matter* (PM). PM juga dikenal sebagai polusi partikel adalah campuran kompleks partikel yang sangat kecil yang masuk ke udara. PM dapat diklasifikasikan menjadi TSP (*Total Suspended Particulates*) dengan diameter kurang dari 30 mikrometer, PM_{10} adalah partikel yang berukuran kurang dari 10 mikrometer. $\text{PM}_{2.5}$ adalah partikel yang ukuran diameternya lebih kecil atau sama dengan 2.5 mikrometer. Secara lebih lanjut, PM dapat diklasifikasikan sebagai partikel primer yang dipancarkan ke atmosfer melalui kegiatan industri, lalu lintas, debu, dan tanah yang tertiuap angin, juga mengandung karbon.

Partikel sekunder terbentuk melalui transformasi kimia gas. Contoh: SO₂ - Sulfat, NO_x - Nitrat, NH₃ - Amonium ion, VOC - Aerosol Organik Sekunder [5].

Bandung adalah salah satu kota besar di Indonesia dan ibukota provinsi Jawa Barat serta bagian dari Bandung Raya. Sedangkan Bandung Raya merupakan daerah perkotaan yang terdiri dari Kota Bandung, Kota Cimahi, Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat dan sebagian kecil dari Kabupaten Sumedang bukan tidak mungkin akan menghadapi masalah tersebut. Mengingat berdasarkan data proyeksi penduduk dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat tahun 2010-2018 Bandung Raya memiliki total 9 jutaan jiwa yang tercatat sebagai penduduk [6] sehingga semakin besar jumlah penduduk maka pencemaran yang disebabkan oleh aktivitas manusia juga akan semakin meningkat.

Masalah tersebut juga cukup banyak dipengaruhi oleh faktor geografis Bandung Raya yang terletak pada ketinggian ±768 m di atas permukaan laut yang dikelilingi oleh dataran tinggi vulkanik. Akibat hal tersebut pencemaran udara yang dihasilkan dari aktivitas manusia terperangkap di wilayah cekungan akibat dari terhalangnya penyebaran polutan secara horizontal oleh dinding topografi serta perubahan *planetary boundary layer* (PBL) atau pembentukan lapisan inversi pada penyebaran polutan secara vertikal. Lapisan inversi terjadi ketika suhu di udara lebih panas dibandingkan dengan suhu di permukaan sehingga polutan bersirkulasi di dalam, akibatnya polutan tidak dapat keluar dari cekungan [7]. Akibat dari fenomena tersebut bukan tidak mungkin polutan yang dihasilkan dari aktivitas manusia seperti PM_{2.5} terperangkap dan dapat membahayakan manusia. Menurut studi AIRPET tahun 2001-2004 menyatakan bahwa rata-rata konsentrasi massa PM_{2.5} di Bandung pada musim kemarau sebesar 53 µg m⁻³ sedangkan pada musim hujan sebesar 38 µg m⁻³ [8]. Studi terbaru mengenai pengukuran konsentrasi massa PM_{2.5} juga dilakukan oleh BATAN di tahun 2005-2012 dengan nilai rata-rata tiap tahun sebesar 18,55 µg m⁻³. Nilai tersebut lebih tinggi dari batas ambang standar kualitas udara nasional Indonesia tiap tahun untuk PM_{2.5} yaitu sebesar 15 µg m⁻³ [9].

Penggunaan alat ukur konsentrasi PM_{2.5} memegang peranan penting dalam menentukan valid tidaknya data yang dihasilkan. Alat ukur seperti *Tapered*

Element Oscillating Microbalance (TEOM, Model 1400a) untuk $PM_{2.5}$ banyak digunakan dalam pengamatan lingkungan. Namun demikian, instrumen utama tersebut memiliki harga yang mahal sehingga tidak dapat digunakan pada pemantauan kualitas udara secara masif. Untuk mengatasi hal tersebut, penggunaan *low-cost sensor* menjadi layak digunakan sebagai instrumen sekunder yang dapat diaplikasikan pada skala yang lebih luas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat alat ukur $PM_{2.5}$ *real-time* berbasis GSM?
2. Bagaimana karakteristik statik dari alat ukur $PM_{2.5}$ yang digunakan?
3. Bagaimana pengaruh peletakan alat ukur $PM_{2.5}$ apabila diletakkan di ketinggian yang berbeda terhadap nilai konsentrasi $PM_{2.5}$ yang teramati pada struktur vertikal lapisan udara di wilayah cekungan Bandung Raya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat sistem pengukuran $PM_{2.5}$ *real-time* berbasis GSM.
2. Mengetahui karakteristik statik dari alat ukur $PM_{2.5}$.
3. Mengetahui konsentrasi $PM_{2.5}$ yang terkandung pada struktur vertikal lapisan udara di wilayah cekungan Bandung Raya dengan cara meletakkan alat ukur $PM_{2.5}$ di ketinggian 30 m dan 15 m dari permukaan tanah yang dilengkapi dengan sensor gas dan sensor meteorologi.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan permasalahan yang terdapat pada penelitian ini maka perlu dirumuskan beberapa batasan-batasan masalah, yaitu:

1. Lokasi penelitian dilakukan di wilayah kampus Universitas Telkom di mana kampus Universitas Telkom juga merupakan bagian dari wilayah cekungan Bandung Raya.

2. Untuk sensor yang digunakan menggunakan modul sensor yang sudah ada di pasaran.
3. Tidak membahas pengaruh $PM_{2.5}$ terhadap kesehatan manusia.
4. Data *Real-time* yang didapat hanya sebatas ditampilkan saja, tidak disimpan.
5. Karakterisasi statik hanya dilakukan pada alat ukur $PM_{2.5}$ saja.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kajian Literatur

Tahap pertama adalah kajian literatur, kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan dan pemahaman tentang polusi udara, struktur vertikal atmosfer, parameter cuaca, geografis Bandung Raya, TSP, $PM_{2.5}$, metode *real-time* berbasis GSM, cara kerja sensor $PM_{2.5}$. Sumber literatur yang digunakan berasal dari jurnal ilmiah, buku dan *e-book*.

2. Pra-Studi Lapangan

Tahap kedua yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah kegiatan pra-studi lapangan, kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan secara lebih jelas yang telah didapat dari hasil studi literatur serta untuk melihat apakah penelitian ini dapat dilakukan atau tidak.

3. Perancangan Sistem

Setelah membaca literatur tentang $PM_{2.5}$ dilakukan perancangan sistem untuk mengetahui kondisi udara partikulat ($PM_{2.5}$). Kegiatan dilanjutkan dengan proses pembuatan alat menggunakan sensor SKU:SEN0177 yang dipadukan sensor gas dan meteorologi lalu setelahnya diintegrasikan dengan Arduino serta modul GSM agar data yang diukur dapat dibaca secara *real-time*.

4. Pengukuran dan Analisis

Pada tahap ini dilakukan kegiatan pengukuran selama kurang lebih 1 bulan di dua lokasi. Hasil pengukuran lalu dianalisis berdasarkan potensi emisi, keadaan udara di atmosfer serta aktivitas fotosintesis.

5. Penulisan Laporan

Pembuatan laporan yang berisi tentang data pengukuran serta hasil analisis.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari :

1. **BAB I Pendahuluan**
Berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metode, dan sistematika penulisan dari penelitian yang dilakukan.
2. **BAB II Tinjauan Pustaka**
Berisi teori-teori yang menunjang dalam pelaksanaan penelitian.
3. **BAB III Metodologi Penelitian**
Berisi tahapan-tahapan dan rencana kegiatan selama penelitian.
4. **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**
Berisi analisis dan pembahasan dari hasil penelitian yang diperoleh.
5. **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**
Pada bab ini berisikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya.