

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan pencemaran udara di perkotaan disebabkan akibat kegiatan manusia (*anthropogenic pollution*) dan sumber alamiah (*natural pollution*). Hasil dari pencemaran udara akibat kegiatan manusia meliputi emisi kendaraan, aktifitas industri, pembakaran lahan dan transportasi laut. Serta hasil dari pencemaran udara yang berasal dari alam meliputi letusan gunung berapi, kebakaran hutan dan evaporasi air laut [1]. Sumber polutan dari manusia maupun alam tersebut akan menghasilkan beberapa bahan kimia seperti nitrat karena pembakaran lahan/pupuk yang terdeposisi menuju atmosfer, sulfat yang berasal dari hasil transportasi laut, dan garam yang berasal dari evaporasi air laut [2]. Kandungan-kandungan tersebut akan naik ke atmosfer mengalami transformasi kimia kemudian menjadi partikel berukuran kecil yang diklarifikasi berdasarkan ukurannya yaitu *particulate matter* (PM). PM_{2.5} adalah partikel yang ukuran diameternya lebih kecil atau samadengan kurang dari 2.5 mikrometer [3].

PM_{2.5} dapat menimbulkan ancaman yang lebih besar bagi kesehatan manusia dibanding partikel yang lebih besar di atasnya, karena tingkat toksisitasnya yang lebih tinggi, memiliki kecenderungan untuk terdeposisi dan mengendap seumur hidup di dalam paru-paru [4]. Dari prespektif lingkungan, PM_{2.5} berkontribusi terhadap penurunan visibilitas, kerusakan lingkungan seperti menipisnya unsur hara tanah, efek hujan asam, dan kerusakan material [5]. Adapun beberapa upaya yang ada saat ini meliputi regulasi, filter udara, dan *monitoring* konsentrasi PM_{2.5}.

Monitoring/pemantauan konsentrasi PM_{2.5} menjadi sangat penting dilakukan untuk memberikan informasi tersebut kepada publik. Untuk mendapatkan konsentrasi PM_{2.5} yang akurat dan resolusi yang baik, diperlukan pelaporan data yang besar. Karenannya, diperlukan biaya yang terkait dengan instrumen atau alat ukur yang cukup banyak yang akan ditempatkan diberbagai tempat/skala masif. Terdapat alat ukur utama dengan resolusi yang sangat tinggi untuk mengukur konsentrasi PM_{2.5} yaitu TEOM (*Tapered Element Oscillating*

Microbalance) [6]. Namun demikian resolusi yang sangat tinggi menyebabkan instrumen tersebut sangat mahal dan kurang cocok jika digunakan untuk memonitoring secara luas di setiap daerah. Maka dari itu penelitian sebelumnya telah memotivasi pembangunan stasiun kualitas udara berbasis alat ukur *low-cost sensor* PM_{2.5} (LCSPM_{2.5}) [7]. Dalam artian secara luas, penggunaan sensor partikel berbiaya rendah juga meningkatkan kesadaran sosial akan kualitas udara di sekitar kita.

LCSPM_{2.5} telah dievaluasi dalam beberapa tahun terakhir dengan kondisi udara stabil, didapatkan hubungan linier yang baik terhadap instrumen referensi berdasarkan konsentrasi massa dan respon optiknya [8]. LCSPM_{2.5} juga menawarkan keuntungan yang signifikan dari ukuran kecil/kompak, daya rendah dan biaya terjangkau. LCSPM_{2.5} bekerja berdasarkan prinsip hamburan cahaya yang pembacaannya sangat tergantung pada sifat fisik dan komposisi PM_{2.5} [9]. Namun dalam penggunaannya di lapangan ketika LCSPM_{2.5} ditandemkan dengan instrumen referensi yaitu *nanosampler*, respon LCSPM_{2.5} cukup baik tren datanya. Namun hasil dari pembacaan konsentrasi LCSPM_{2.5} menghasilkan *over/underestimate* terhadap *nanosampler* [7]. Hal itu mungkin karena dipengaruhi berbagai aspek seperti kelembapan, temperatur, ukuran partikel, dan jenis partikel. Oleh karenanya penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kalibrasi sederhana untuk LCSPM_{2.5} berbasis nebulizer untuk menghasilkan partikel tanpa pengaruh daripada kelembapan, dengan menggunakan pengering partikel berbahan silica gel. LCSPM_{2.5} akan diuji dengan sumber aerosol yang berbeda natrium klorida (NaCl), amonium nitrat (NH₄NO₃), dan amonium sulfat (NH₄)₂SO₄ dengan jenis partikel *polydisperse*. Pengujian partikel *monodisperse* juga dilakukan dengan sumber aerosol yang berbeda dan jenis ukuran berbeda 300, 400, dan 500 nm. Pengujian partikel tersebut menggunakan sistem sederhana dengan dilengkapi DMA (*Differential Mobility Analyzer*) sebagai penghasil partikel *monodisperse* dan CPC (*Condensation Particle Counter*) untuk membaca partikel *monodisperse*.

Dengan demikian diperlukan rancang bangun sebuah sistem kalibrasi sederhana pada *low-cost sensor* PM_{2.5} berbasis nebulizer yang berfungsi sebagai karakterisasi lebih lanjut dalam kondisi laboratorium.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara membuat dan merancang sistem kalibrasi sederhana untuk *low-cost* sensor PM_{2.5} berbasis *nebulizer*?
2. Karakterisasi bagian-bagian pada alat kalibrasi *particle generator* berbasis nebulizer dan *diffusion dryer*.
3. Bagaimana cara membuat larutan Natrium Klorida (NaCl), Amonium Nitrat (NH₄NO₃), dan Amonium Sulfat (NH₄)₂SO₄ ?
4. Bagaimana karakteristik sensor PM_{2.5} yang digunakan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada penelitian tugas akhir ini yaitu rancang bangun sistem kalibrasi sederhana untuk *low-cost* sensor PM_{2.5} berbasis nebulizer untuk mengkarakterisasi kinerja sensor PM_{2.5}.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Sensor yang akan digunakan untuk PM_{2.5} model SKU SEN0177.
2. Tidak membahas dampak kesehatan PM_{2.5} terhadap manusia.

1.5 Metode Penelitian

Tahapan yang akan dilakukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa tahap, diantaranya :

1. Studi Literatur

Tahap pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan dilakukannya studi literatur secara online mengenai pengetahuan terkait polusi udara, penyebab polusi udara, karakteristik partikel padat di udara, PM_{2.5}, alat ukur konsentrasi PM_{2.5}, alat kalibrasi *low-cost* sensor, *diffusion dryer* dengan silica gel, nebulizer dan sistem SMPS (*Scanning Mobility Particle Sizer*) serta

instrumen referensi seperti GRIMM dan CPC. Sumber yang diperoleh didapatkan berasal dari jurnal ilmiah, buku dan *e-book*.

2. Perancangan dan Realisasi Sistem

Tahap kedua yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan membuat dan merancang sistem kalibrasi sederhana *low-cost* sensor PM_{2.5} berbasis nebulizer sesuai dengan teori dan spesifikasi yang diperoleh. Dengan menggunakan :

1. Sensor SKU:SEN0177
2. Sensor DHT-22.
3. Diffusion dryer .
4. Partikel generator jenis nebulizer.

3. Pengujian dan Pengukuran

Tahap ketiga yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menguji alat kalibrasi sederhana *low-cost* sensor PM_{2.5} berbasis nebulizer dan dilakukan pengambilan data sesuai dengan parameter sensor R,TH dan PM_{2.5}. Serta pengujian sistem sederhana dilengkapi sistem SMPS (*Scanning Mobility Particle Sizer*) untuk menghasilkan partikel *monodisperse* yang akan dibaca oleh CPC dan GRIMM.

4. Analisis dan Kesimpulan

Tahap keempat yang dilakukan pada penelitian ini adalah data hasil pengujian akan dianalisis, kemudian akan ditarik kesimpulan hasil penelitian ini.

5. Penyusunan Laporan

Tahap kelima yang dilakukan pada penelitian ini adalah menyusun dan menulis hasil penelitian tersebut kedalam bentuk laporan tugas akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini dibagi menjadi lima bagian utama:

1. Bab 1 Pendahuluan, memuat gambaran umum tentang latar belakang penelitian, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah , metode penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir

2. Bab 2 Tinjauan Pustaka, memuat pembahasan tentang PM, Sumber polutan, metode hamburan cahaya, alat ukur PM dan instrumen pembuatan larutan homogen,
3. Bab 3 Metode Penelitian, memuat penjabaran tahapan-tahapan dalam penelitian secara urut dan terperinci, meliputi tahap persiapan, tahap eksperimen, dan tahap akhir.
4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan, memuat penjelasan mengenai data-data yang diperoleh dalam penelitian beserta pembahasan dan analisis dari data-data tersebut.
5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran, memuat kesimpulan-kesimpulan yang merupakan jawaban dari rumusan masalah dalam penelitian beserta saran-saran untuk perbaikan dan penelitian lanjutan yang dapat dilakukan.