

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kualitas udara dalam ruangan merupakan aspek yang sangat penting dan memerlukan perhatian khusus karena berdampak langsung pada kesehatan manusia. Udara dalam ruangan yang berkualitas baik harus bebas dari unsur-unsur yang dapat menyebabkan iritasi, pencemaran, ketidaknyamanan, atau gangguan kesehatan bagi penghuninya. Hal ini menunjukkan bahwa menjaga kualitas udara dalam ruangan adalah langkah penting untuk menciptakan lingkungan yang sehat dan nyaman bagi semua penghuni (A'yun dan Umaroh, 2022).

Particulate matter (PM) merupakan salah satu jenis polutan udara yang paling berbahaya. *Particulate matter* (PM) 2.5, khususnya, memiliki efek yang sangat merugikan karena ukurannya yang sangat kecil. Apabila terhirup oleh tubuh, maka dapat masuk ke dalam sistem peredaran darah (Arbi, 2019). Paparan jangka panjang terhadap *Particulate matter* (PM) 2.5 dapat menyebabkan peningkatan risiko penyakit seperti kronis dan paru-paru (Anjelicha, et al, 2022).

Sensor optik GP2Y1010AU0F menjadi salah satu pilihan populer dalam penelitian dan aplikasi praktis karena ukurannya yang kompak, biaya rendah, serta kemudahan integrasi dengan sistem berbasis mikrokontroler. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip hamburan cahaya (*light scattering*), yaitu mendeteksi cahaya yang dipantulkan partikel debu di udara. Namun, salah satu kendala utama penggunaan sensor ini adalah sensitivitas hasil pengukuran terhadap distribusi partikel dalam ruang. Konsentrasi partikel yang tidak merata dapat menyebabkan perbedaan pembacaan antara sensor dengan alat referensi *standard* (Morawska, et al, 2018)

Teknologi sensor partikel optik seperti GP2Y1010AU0F menjadi salah satu solusi potensial untuk kebutuhan tersebut. Namun, tantangan utama dari penggunaan sensor ini adalah kalibrasi dan evaluasi akurasi. Sensor GP2Y1010AU0F dirancang untuk mendeteksi partikel udara dengan menggunakan metode hamburan cahaya, di mana cahaya dari *LED* pada sensor akan dipantulkan oleh partikel di udara dan kemudian dideteksi oleh *fotodioda* (Fakari, et al, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh (Bučar, et al, 2020) ini mengkaji kinerja sensor optik aerosol GP2Y1010AU0F dalam berbagai lingkungan, termasuk ruang bersih, atmosfer terkendali dengan ukuran aerosol yang diketahui, dan udara ambien di jalan kota yang sibuk. Hasil menunjukkan bahwa sensor memiliki respon linier terhadap konsentrasi partikel. Selain itu, terdapat

hubungan yang linier antara respon sensor dengan diameter partikel dalam rentang 0,4 hingga 4 mikrometer.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Sari, et al, 2022) penelitian ini mengembangkan sistem monitoring kualitas udara berbasis Android untuk ruang isolasi COVID-19. Sensor GP2Y1010AU0F digunakan untuk mendeteksi partikel *Particulate matter* (PM) 2.5, dengan integrasi pada platform IoT untuk pengelolaan data secara *real-time*. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu memantau parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan konsentrasi partikel dengan akurasi yang baik.

Kemudian Penelitian yang dilakukan oleh (Sousan, et al, 2016) mengevaluasi kinerja beberapa sensor partikel optik berbiaya rendah, seperti Shinyei PPD42NS dan sensor GP2Y1010AU0F, dengan membandingkannya terhadap instrumen referensi berstandar laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor berbiaya rendah mampu mengikuti tren umum konsentrasi *Particulate matter* (PM) dalam jangka waktu tertentu, namun akurasinya sangat dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, kelembapan relatif, serta kondisi aliran udara di sekitar sensor. Sensor optik cenderung memberikan pembacaan berlebih ketika partikel berukuran sangat halus mendominasi udara uji, dan menurun sensitivitasnya pada konsentrasi tinggi akibat keterbatasan linearitas. Temuan ini menegaskan bahwa meskipun sensor seperti GP2Y1010AU0F potensial digunakan untuk pemantauan kualitas udara secara murah dan portabel, penggunaannya tetap memerlukan proses kalibrasi dan pengendalian kondisi lingkungan agar hasil pengukuran lebih mendekati instrumen referensi.

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk membandingkan kinerja sensor GP2Y1010AU0F dengan metode kipas dan tanpa kipas dalam mendeteksi partikel udara dan juga melakukan kalibrasi dan evaluasi akurasi sensor GP2Y1010AU0F dalam pengukuran *Particulate matter* (PM) 2.5 di lingkungan dalam ruangan. Dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat referensi standar, diharapkan dapat diketahui sejauh mana sensor ini mampu memberikan hasil yang akurat dalam kondisi ruangan yang bervariasi. Proses kalibrasi ini penting untuk memastikan bahwa data yang dihasilkan oleh sensor dapat diandalkan, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi pemantauan kualitas udara dalam ruangan, baik untuk kebutuhan pribadi, industri, maupun penelitian akademik.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan perangkat pemantauan kualitas udara yang lebih terjangkau dan mudah digunakan. Selain itu, hasil kalibrasi ini juga diharapkan dapat

menjadi dasar bagi pengembangan algoritma koreksi untuk meningkatkan akurasi pengukuran *Particulate matter* (PM) 2.5 menggunakan sensor GP2Y1010AU0F di lingkungan dalam ruangan.

1.2. Identifikasi dan Rumusan Masalah

Identifikasi masalah

Sensor GP2Y1010AU0F sering digunakan untuk mengukur konsentrasi partikel udara *Particulate matter* (PM) 2.5 karena keunggulannya dalam mendeteksi partikel dengan ukuran kecil. Namun, dalam pengukuran kualitas udara dalam ruangan, sensor ini menghadapi beberapa kendala. Ketidakakuratan pengukuran sering terjadi, terutama Ketika lingkungan memiliki kadar partikulat rendah atau adanya interferensi dari partikel non-target seperti uap dan debu besar. Salah satu solusi yang dianggap dapat meningkatkan performa sensor adalah penggunaan kipas, yang berfungsi menarik partikel sebelum masuk ke sensor. Meski demikian, pengaruh penggunaan kipas terhadap akurasi dan presisi pengukuran sensor GP2Y1010AU0F belum sepenuhnya dipahami. Selain itu, belum diketahui apakah data yang dihasilkan oleh sensor dengan kipas lebih sesuai dengan standar pengukuran udara dibandingkan tanpa kipas. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap pengaruh penggunaan kipas terhadap kinerja sensor, terutama dalam hal akurasi, waktu respons, dan stabilitas pengukuran.

Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem pengukuran kualitas udara menggunakan sensor GP2Y1010AU0F?
2. Bagaimana melakukan kalibrasi sensor GP2Y1010AU0F untuk pengukuran PM 2.5 dalam kondisi ruangan tertutup?
3. Bagaimana hasil akurasi dan presisi sensor GP2Y1010AU0F dalam mendeteksi *Particulate matter* (PM) 2.5?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan membuat sistem pengukuran kualitas udara menggunakan sensor GP2Y1010AU0F
2. Melakukan kalibrasi sensor GP2Y1010AU0F untuk pengukuran PM 2.5 dalam kondisi ruangan tertutup.
3. Mengevaluasi akurasi dan presisi hasil pengukuran sensor GP2Y1010AU0F dengan membandingkannya terhadap alat referensi standar.

1.4. Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas pengukuran konsentrasi *Particulate matter* (PM) 2.5 menggunakan sensor GP2Y1010AU0F, tanpa mempertimbangkan parameter kualitas udara lainnya seperti PM 10, CO, atau gas polutan lainnya.
2. Pengujian dilakukan dalam ruang tertutup dengan ukuran 1x1x1 meter untuk memastikan kondisi lingkungan yang terkontrol dan meminimalkan pengaruh dari sumber polutan eksternal.
3. Analisis difokuskan pada perbandingan kinerja sensor GP2Y1010AU0F dengan penggunaan kipas dan tanpa kipas terhadap akurasi, dan presisi pengukuran.
4. Penelitian ini tidak mencakup pengaruh variabel lingkungan lain seperti suhu, kelembapan, atau tekanan udara terhadap performa sensor.
5. Data yang digunakan dalam penelitian ini hanya mencakup hasil pengukuran dalam ruangan tertutup tersebut dan tidak berlaku untuk lingkungan terbuka atau ruangan dengan ukuran berbeda.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

Bagi Mahasiswa:

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk memperdalam pemahaman tentang proses kalibrasi dan evaluasi sensor, khususnya dalam bidang kualitas udara. Melalui penelitian ini, mahasiswa akan mengasah kemampuan analitis, keterampilan teknik pengukuran, serta pengolahan data yang dapat diaplikasikan di bidang penelitian ilmiah dan teknologi lingkungan.

Bagi Universitas:

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi penting bagi institusi akademik dalam pengembangan teknologi sensor untuk pemantauan kualitas udara. Selain itu, penelitian ini dapat memperkaya basis pengetahuan dan publikasi ilmiah di bidang teknologi lingkungan dan memberikan kontribusi pada reputasi universitas dalam penelitian terkait masalah lingkungan yang relevan bagi masyarakat luas.

Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat membantu masyarakat memahami pentingnya pemantauan kualitas udara dalam ruangan, terutama terkait bahaya *Particulate matter* (PM) 2.5 terhadap kesehatan. Dengan hasil kalibrasi dan evaluasi sensor yang lebih baik, masyarakat dapat menggunakan perangkat

yang lebih akurat dan terjangkau untuk memantau kualitas udara di rumah atau lingkungan kerja, sehingga mampu mengambil tindakan pencegahan untuk menjaga kesehatan dan kualitas hidup.