

## **Air Quality Monitoring System using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Quadcopter Type**

### **Sistem Monitoring Kualitas Udara menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) Jenis *Quadcopter***

Fariz Zulfiryansyah, Syamsudduha Syahririni, M. Nizar Habibi  
{zulfiryansyahfariz@gmail.com, syahririni@umsida.ac.id}

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

**Abstract.** Air is an important factor in life and living. However, nowadays, in line with the development of industrial technology and transportation, air quality is also experiencing degradation caused by pollution in the cleanliness of the air, or as a result of a reaction to changes in the composition of normal air with pollutant substances (gas and dust particles) into it so that it interferes with the sustainability of the respiratory system. humans, animals and plants. Based on this, it is necessary to have a tool to monitor air quality. This study aims to create and develop an air quality monitoring tool using aerial drones. The tool is made using several sensors including the MiCS-6814 sensor to measure CO and NO<sub>2</sub> gas, the MQ-135 sensor to measure SO<sub>2</sub> gas, the GP2Y1010 sensor to measure the intensity of dust particulates, DHT-11 to measure temperature and humidity, and the ESP32 microcontroller to transmit data obtained to Blynk Apps via the internet. The results obtained, the MiCS6814 and MQ135 sensors did not catch any CO, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> gas particulates in the air, the dust sensor got 46.31 ug/Nm<sup>3</sup>, and the DHT11 sensor got temperature of 27.1°C and a humidity of 46%.

**Keywords** – Drone; Monitoring; Polusi.

**Abstrak.** Udara merupakan faktor yang penting dalam hidup dan kehidupan. Namun saat ini, sejalan dengan perkembangan teknologi industri serta transportasi, kualitas udara pun mengalami degradasi yang disebabkan oleh terjadinya pencemaran pada kebersihan udara, atau sebagai hasil reaksi perubahan komposisi udara normal dengan zat pencemar (gas dan partikel debu) ke dalamnya sehingga mengganggu keberlangsungan sistem pernapasan normal manusia, hewan, maupun tumbuhan. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan adanya suatu alat untuk memantau kualitas udara. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan mengembangkan alat monitoring kualitas udara menggunakan aerial drone. Alat yang dibuat menggunakan beberapa sensor diantaranya sensor MiCS-6814 untuk mengukur gas CO dan NO<sub>2</sub>, sensor MQ-135 untuk mengukur gas SO<sub>2</sub>, sensor GP2Y1010 sebagai pengukur intensitas partikulat debu, DHT-11 sebagai pengukur suhu dan kelembapan, dan mikrokontroler ESP32 untuk mengirim data yang didapat pada Blynk melalui jaringan internet. Hasil yang diperoleh, sensor MiCS6814 dan MQ135 tidak menangkap adanya partikulat gas CO, NO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub> di udara, sensor debu mendapatkan 46,31 ug/Nm<sup>3</sup>, dan sensor DHT11 mendapatkan suhu 27,1°C dan kelembapan 46%.

**Kata kunci** – Drone; Monitoring; Polusi.

## **I. PENDAHULUAN**

Udara merupakan faktor yang penting dalam hidup dan kehidupan. Namun saat ini, sejalan dengan perkembangan teknologi industri serta transportasi, kualitas udara pun mengalami degradasi yang disebabkan oleh terjadinya pencemaran pada kebersihan udara, atau sebagai hasil reaksi perubahan komposisi udara normal dengan zat pencemar (gas dan partikel debu) ke dalamnya sehingga mengganggu keberlangsungan sistem pernapasan normal manusia, hewan, maupun tumbuhan [1].

Pencemaran udara dewasa ini kebanyakan tidak lepas dari hasil gas buang kendaraan bermotor dan pembuangan sisa bahan bakar industri. Mengingat tentang bahaya zat-zat polutan apabila dihirup langsung oleh indra pencium kita dan resiko nya terhadap kelancaran sistem kerja paru-paru, maka pemantauan terhadap variabel-variabel terukur tidak dapat dilakukan dalam waktu yang lama di lokasi pengukuran. Terlebih lagi, dengan adanya virus Covid-19, maka sebisa mungkin penelitian dilakukan dengan menghindari berada di tempat ramai dalam waktu yang lama [2]. Oleh karena itu, perlu adanya monitoring/pemantauan kualitas udara yang intensif dan dapat dilakukan jarak jauh. Hal ini dapat dilakukan dengan menghubungkan sebuah microcontroller dengan sensor-sensor gas seperti MQ-136, MiCS-6814, sensor suhu dan kelembapan seperti DHT-11 dan sensor debu seperti GPY1014AU0F [3].

Zat-zat yang akan dimonitor adalah SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, debu, suhu dan kelembapan. Dari hasil uji korelasi yang dilakukan oleh Dea Budi Istantinova dikemukakan bahwa kelembapan udara berbanding terbalik dengan konsentrasi

SO<sub>2</sub>. Sedangkan untuk suhu udara berbanding lurus dengan konsentrasi SO<sub>2</sub> [4]. Hal tersebut yang menjadi urgensi terhadap perlunya pengukuran suhu dan kelembaban demi mendapatkan data yang *reliable*.

## II. METODE

### A. Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Jacqueline Waworundeng yaitu Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT menjadi dasar dari penelitian ini. Penelitian tersebut menggunakan mikrokontroler Wemos dan sensor MQ-135 sebagai sistem pengukuran yang terintegrasi dengan Android dan terekam dengan ThingSpeak. Pengembangan yang dilakukan antara lain adalah dengan mengganti mikrokontroler dengan NodeMCU Esp32, mengintegrasikan alat dengan drone quadcopter, mengganti sensor MQ-135 menjadi MQ-136, dan menambah sensor DHT-11, GP2Y1014AU0F dan MiCS-6814[5].

Penelitian lainnya adalah pemanfaatan drone sebagai sarana mempercepat program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL). Penelitian dilakukan di Desa Solokan Kabupaten Bandung. Metode yang digunakan terdiri atas akuisisi data dengan drone dan pengolahan gambar dengan software Agisoft Photoscan. Hasil dari penelitian adalah tingkat akurasi program PTSL sebesar 96% dan waktu kurang dari 5 hari namun dengan biaya yang cukup tinggi [6].

Penelitian lain yang menjadi dasar dari penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian yang berjudul Aplikasi Alat Ukur Partikulat dan Suhu Berbasis IoT yang dilakukan oleh Syamsudduha Syahririni dan Dwi Hadidjaja R.S.. Penelitian ini bertitik fokus pada intensitas debu dan perubahan suhu yang terjadi di area industri. Instrumen yang digunakan adalah sensor GP2Y1010AU0F untuk mengukur intensitas partikulat debu yang ada di area sekitar sumber polusi, sensor DHS11 sebagai pengukur suhu di lokasi pengukuran. Sebagai otak untuk memproses data yang diambil, peneliti menggunakan NodeMCU agar dapat sekaligus mengintegrasikannya dengan platform IoT. Data yang didapat dan diproses lalu ditampilkan secara real-time pada LCD dan smartphone[7].

### B. Dasar Teori

#### *Gas SO<sub>2</sub>*

Gas SO<sub>2</sub> (sulfur dioksida) memiliki karakteristik tidak berwarna dan berbau tajam. SO<sub>2</sub> berdampak buruk terhadap kesehatan manusia dengan menimbulkan iritasi saluran pernapasan dan penurunan fungsi paru. Gejala yang ditimbulkan seperti batuk, sesak napas, dan asma. Paparan SO<sub>2</sub> dengan dosis tinggi menyebabkan iritasi mata, hidung, tenggorokan, sinus, edema paru, bahkan berujung pada kematian. Gas SO<sub>2</sub> dapat menyebabkan iritasi pada selaput lendir saluran pernapasan dan iritasi mata apabila terpapar dengan konsentrasi tinggi secara terus-menerus. Gas SO<sub>2</sub> apabila terhirup melalui pernapasan dan terakumulasi di dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan fungsi paru, iritasi, dan asma dalam sistem pernapasan manusia [8].

#### *Gas NO<sub>2</sub>*

Gas NO<sub>2</sub> (natrium dioksida) memiliki karakteristik bau tajam, berwarna coklat kemerahan dan berwarna kuning di bawah suhu 21,2°C. Dan memiliki dampak terhadap kesehatan seperti penurunan fungsi paru, sesak napas, bahkan menyebabkan kematian. NO<sub>2</sub> dihasilkan dari pembakaran bahan bakar bensin, pembakaran sampah, dan industri batubara dari aktivitas manusia. NO<sub>2</sub> merangsang terjadinya sesak napas dan berbahaya bagi sistem pernapasan manusia. Paparan NO<sub>2</sub> dengan dosis tinggi dan paparan yang lama dapat menyebabkan iritasi lendir, sinus, faring, respirasi tidak teratur, bahkan edema paru[8].

#### *Gas CO*

CO (karbon monoksida) adalah gas yang bersumber karena hasil perbuatan manusia. Ada banyak sektor yang berpengaruh langsung pada emisi CO secara global diantaranya adalah dari sektor pemukiman, transportasi, komersil dan pelayanan publik, pembangkit listrik bertenaga panas, dan industri, terutama industri yang memanfaatkan pembakaran[9].

#### *Debu*

Debu merupakan salah satu polutan berupa partikel-partikel yang dihasilkan dari proses alami maupun hasil dari sisa asap pembakaran bahan bakar yang terjadi di mesin kendaraan bermotor serta industri[10]. Pencemaran udara yang disebabkan partikel debu dapat mengakibatkan terjadinya penyakit pernafasan kronis seperti bronchitis, khronis, emifiesma paru, asma bronchial bahkan kanker paru[3].

#### *Drone SJRC F11 4K*

Drone aerial yang digunakan sebagai alat bantu untuk memonitoring kualitas udara adalah drone SJRC F11 4K. Drone ini memiliki kapasitas baterai yang dapat mempertahankan kondisi terbang diam selama 20 menit. Jarak maksimal drone ini adalah 1,5 km dengan ketinggian maksimum 30 meter. Selain berfungsi sebagai alat bantu

mengangkat alat monitoring, drone ini juga berfungsi sebagai pengambil gambar kondisi udara saat dilakukan pengukuran.

#### NodeMCU Esp32

NodeMCU Esp32 adalah microcontroller yang didesain untuk keperluan IoT yang berdaya rendah. Performa dapur pacu yang tinggi dengan built-in WiFi dan Bluetooth membuat perangkat ini ideal untuk project IoT portable. Perbedaan paling mendasar antara Esp32 dan microcontroller yang lebih umum seperti Arduino adalah ada pada kemampuan Esp32 untuk ter-interkoneksi dengan perangkat lain dengan memanfaatkan modul WiFi dan Bluetooth yang sudah terintegrasi pada boardnya[10].

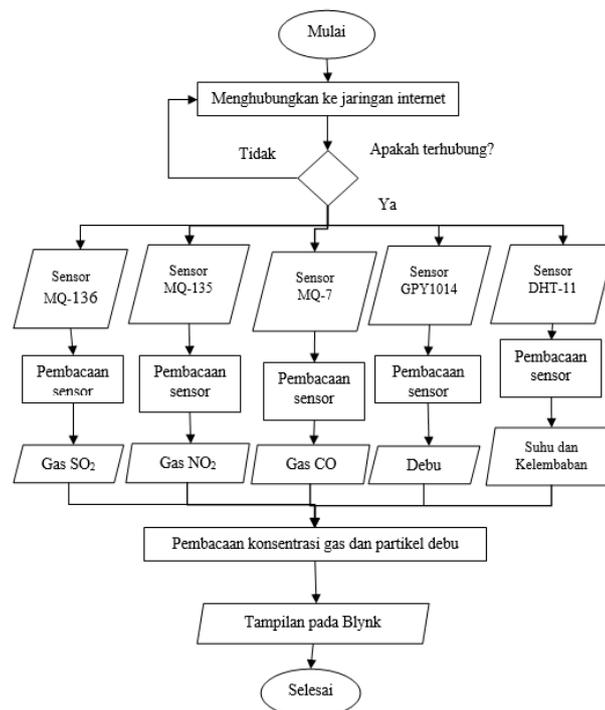
#### C. Alat dan Bahan

Alat tak habis pakai yang digunakan dalam penelitian ini meliputi solder, timah, flux, clipper, attractor, dan Avo Meter. Adapun bahan habis pakai yang digunakan adalah MCU ESP32-WROOM-32, sensor MQ-136, sensor MQ-135, sensor MQ-7, sensor debu GP2Y1010, sensor suhu DHT11, modul charger, baterai Li-ion 18650, PCB, switch, kabel jumper, velcro, dan project case.

#### D. Perangkat Lunak Bantu

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah Arduino IDE sebagai software compile dan upload data ke mikrokontroler, software Fritzing untuk desain wiring diagram alat, software Google SketchUp untuk desain 3D alat, dan software Blynk sebagai sarana monitoring secara jarak jauh menggunakan smartphone android.

#### E. Flowchart Sistem

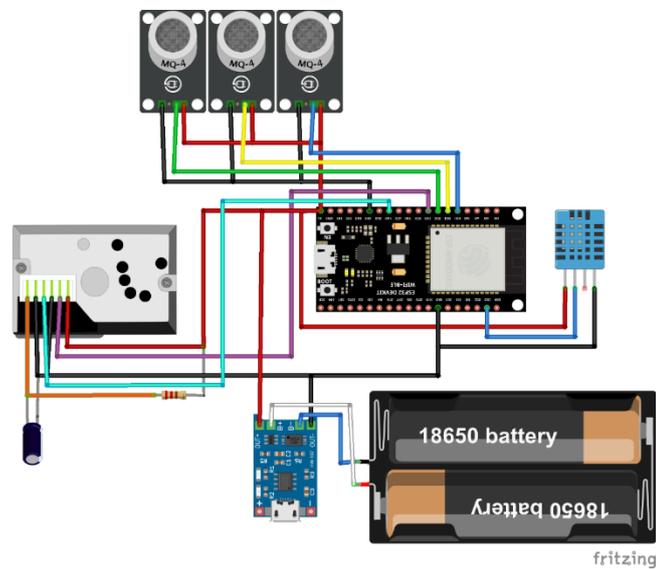


Gambar 1. Bagan flowchart sistem

Gambar 1 menunjukkan sebuah alur eksekusi sistem yang digambarkan oleh sebuah flowchart. Dimulai dari perancangan hardware dan proses pengunggahan program dengan Arduino IDE ke board Esp32, microcontroller lalu mencoba menghubungkan ke internet dengan modul WiFi yang terintegrasi dengan board dan koneksi internet yang berasal dari hotspot. Kemudian akan dilakukan inisiasi terhadap sensor MQ-136, MiCS-6814, dan GPY1014 dan dilanjutkan dengan pembacaan gas SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, dan CO<sub>2</sub> serta partikel debu. Nilai-nilai yang didapatkan kemudian akan ditampilkan pada LCD 16x2 dan dikirim menuju aplikasi Blynk pada smartphone Android.

### F. Perancangan Hardware

Berikut adalah rancangan wiring diagram yang terdapat pada alat. Secara keseluruhan semua sumber tegangan dan ground terhubung menjadi satu ke output regulator 5V yang terdapat pada modul charger. Sensor gas dan debu menggunakan analog input sedangkan DHT11 menggunakan digital input.



**Gambar 2.** Perancangan hardware dengan software Fritzing

Gambar 2 merupakan rancangan alat secara kasar yang dapat berubah-ubah sesuai dengan dilakukannya penelitian. Dan di bawah ini adalah rancangan 3D dari alat yang dibuat menggunakan software SketchUp.

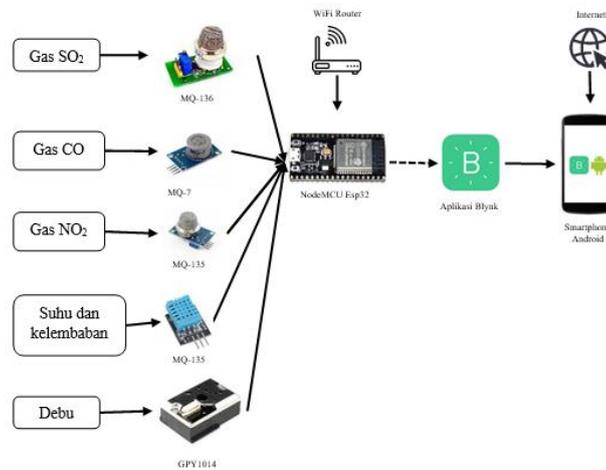


**Gambar 3.** Desain 3D alat dengan Google SketchUp

Gambar 3 memperlihatkan perancangan alat secara 3 dimensi dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Google Sketchup.

### G. Blok Diagram

Berikut adalah bagan blok diagram proses berjalannya alat secara visual.



**Gambar 4.** Blok diagram alat yang dibuat

Gambar 4 menunjukkan blok diagram alat yang dirancang. Secara deskriptif, maka blok diagram tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sensor MQ-136 yang berfungsi untuk mengukur konsentrasi SO<sub>2</sub> di udara.
2. Sensor MiCS-6814 yang berfungsi sebagai alat ukur konsentrasi NO<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> di udara.
3. Sensor GPY1014AU0F yang berfungsi untuk mengukur kadar partikel debu di udara.
4. Microcontroller NodeMCU Esp32 yang berfungsi sebagai pemroses data dari sensor untuk kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 dan Blynk.
5. LCD 16x2 berfungsi sebagai tampilan data terukur secara real-time.
6. Smartphone Android yang terinstal Blynk sebagai perangkat monitoring yang bersifat jarak jauh.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Alat

Berikut adalah foto alat yang sudah dibuat.



**Gambar 5** Gambar alat setelah terpasang di drone

Gambar 5 memperlihatkan alat yang sudah dirancang dan siap untuk uji coba. Project box berisi semua bahan yang disebutkan pada metode penelitian. Drone dan project box direkatkan dengan menggunakan velcro.

## B. Hasil Pembacaan Sensor pada Blynk



**Gambar 6.** Pembacaan sensor

Gambar 6 memperlihatkan hasil pembacaan sensor yang dikirim dari alat menuju smartphone Android dan ditampilkan oleh aplikasi Blynk. Percobaan dilakukan di tempat pembakaran sampah dengan menerbangkan drone sejauh 3 meter dari sumber polusi. Pembacaan ketiga gas polutan yaitu CO menunjukkan angka 3.17 ppm, NO<sub>2</sub> sebesar 0.4 ppm, SO<sub>2</sub> sebesar 1.26 ppm, partikulat debu pada angka 46.31 ug/Nm<sup>3</sup>, Suhu terbaca sebesar 25.9 °C dengan kelembapan 63%.

Gambar 7 merupakan baku mutu udara ambien yang dijadikan sebagai pembanding dari data hasil pembacaan sensor. Satuan yang digunakan yaitu ug/m<sup>3</sup> sehingga perlu dilakukan konversi. Konversi dilakukan untuk mengubah satuan awal menjadi ppm, agar sesuai dengan satuan gas terukur. Satuan baku mutu debu tidak diubah karena hasil pengukuran sudah dalam ug/m<sup>3</sup>.

Baku Mutu Udara Ambien Nasional berdasarkan Lampiran PP 41/1999

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1.	SO <sub>2</sub> (Sulfur Dioksida)	1 jam	900 ug/Nm <sup>3</sup>	Pararosanilin	Spektrofotometer
		24 jam	365 ug/Nm <sup>3</sup>		
		1 tahun	60 ug/Nm <sup>3</sup>		
2.	CO (Karbon Monoksida)	1 jam	30.000 ug/Nm <sup>3</sup>	NDIR	NDIR Analyzer
		24 jam	10.000 ug/Nm <sup>3</sup>		
		1 tahun			
3.	NO <sub>2</sub> (Nitrogen Dioksida)	1 jam	400 ug/Nm <sup>3</sup>	Saltzman	Spektrofotometer
		24 jam	150 ug/Nm <sup>3</sup>		
		1 tahun	100 ug/Nm <sup>3</sup>		
7.	TSP (Debu)	24 jam	230 ug/Nm <sup>3</sup>	Gravimetric	Hi-Vol
		1 tahun	90 ug/Nm <sup>3</sup>		

**Gambar 7.** Baku mutu udara ambien

**Tabel 1.** Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Baku Mutu

Polutan	Baku Mutu	Hasil Pengukuran
Gas SO <sub>2</sub>	0.34 ppm	1.26 ppm
Gas NO <sub>2</sub>	0.21 ppm	0.4 ppm
Gas CO	26.18 ppm	3.17 ppm
Debu	230 ug/m <sup>3</sup>	34.31 ug/m <sup>3</sup>

Tabel 1 merupakan perbandingan hasil pengukuran dengan baku mutu udara ambien. Konsentrasi gas SO<sub>2</sub> menunjukkan nilai 1.26 ppm, melebihi baku mutu (0.34 ppm). Konsentrasi Gas NO<sub>2</sub> terbaca dengan nilai 0.4 ppm, juga lebih besar dari baku mutu (0.21 ppm). Konsentrasi Gas CO menunjukkan nilai 3.17 ppm, lebih kecil dari baku mutu (26.18 ppm). Partikulat debu sebesar 34.31 ug/m<sup>3</sup>, lebih kecil dari baku mutu (230 ug/m<sup>3</sup>).

Pembacaan suhu dan kelembapan digunakan sebagai faktor korelasi apabila terjadi perubahan pada keduanya. Pada percobaan yang dilakukan, nilai suhu dan kelembapan tidak berubah yaitu suhu tetap pada 25.9°C dan kelembapan pada 63% sehingga tidak perlu dilakukan perbandingan korelasi.

## IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa sebuah alat monitoring kualitas udara dapat dipadukan dengan drone yang dikontrol secara jarak jauh. Dikarenakan ketidakmungkinan monitoring secara langsung pada alat yang dibawa oleh drone, maka pembacaan data sensor ditampilkan pada smartphone Android menggunakan Blynk. Dari hasil percobaan yang dilakukan pada jarak 3 meter dari sumber polusi, konsentrasi gas SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> melebihi baku mutu udara ambien dengan SO<sub>2</sub> pada 1.26 ppm dan NO<sub>2</sub> sebesar 0.4 ppm. Sedangkan gas CO dan partikulat debu tidak melebihi baku mutu, dengan gas CO sebesar 3.17 pp dan partikulat debu sebesar 34.31 ug/m<sup>3</sup>.

## REFERENSI

- [1] Ismiyati, D. Marlita, and D. Saidah, "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor," *J. Manaj. Transp. Logistik*, vol. 01, no. 03, pp. 241–248, 2014.
- [2] Permenkes RI KMK No. HK.01.07/MENKES/382/2020, "Corona virus disease 2019," *Peratur. Menteri*

- Kesehat. Republik Indones.*, vol. Nomor 9, no. Pedoman Pembatasan Sosial Berskala Besar dalam Rangka Percepatan Penanganan Corona Virus Disease 2019 (COVID-19), pp. 2–6, 2020, [Online]. Available: <http://jurnalrespirologi.org/index.php/jri/article/view/101>.
- [3] S. Syahririni and A. Ahfas, “Aplikasi Alat Ukur Debu Berbasis Sms dan Analisis Model Dispersi Gauss,” *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 18–24, 2018, doi: 10.21831/elinvo.v3i1.19241.
- [4] D. B. Istantinova, M. Hadiwidodo, and D. S. Handayani, “Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembaban Dan Suhu Udara Terhadap Konsentrasi Gas Pencemar Sulfur Dioksida (So<sub>2</sub>) Dalam Udara Ambien,” *Tentang Konsentrasi Gas Sulfur*, vol. 10, no. Gas Sulfur, pp. 1–10, 1995.
- [5] J. M. S. Waworundeng and O. Lengkong, “Sistem Monitoring dan Notifikasi Kualitas Udara dalam Ruangan dengan Platform IoT,” *CogITO Smart J.*, vol. 4, no. 1, p. 94, 2018, doi: 10.31154/cogito.v4i1.105.94-103.
- [6] D. Hartono and S. Darmawan, “Pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Jenis Quadcopter untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah (Studi Kasus: Desa Solokan Jeruk Kabupaten Bandung),” *Reka Geomatika*, vol. 2018, no. 1, pp. 30–40, 2019, doi: 10.26760/jrg.v2018i1.2655.
- [7] S. Syahririni and D. Hadidjaja, “Aplikasi Alat Ukur Partikulat Dan Suhu Berbasis Iot,” *Dinamik*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: 10.35315/dinamik.v25i1.7512.
- [8] A. Alchamdani, “NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> Exposure to Gas Station Workers Health Risk in Kendari City,” *J. Kesehat. Lingkungan.*, vol. 11, no. 4, p. 319, 2019, doi: 10.20473/jkl.v11i4.2019.319-330.
- [9] Y. Ismail, A. D. Nurwidyawati, and A. D. Rahayu, “Estimation of Vehicles Carbon Dioxide ( CO<sub>2</sub> ) Emission,” vol. 4, no. 2, pp. 94–99, 2019.
- [10] “ESP32 DevKitC Pinout, Overview, Features & Datasheet.” <https://components101.com/microcontrollers/esp32-devkitc> (accessed Dec. 23, 2020).