

DOI: doi.org/10.21009/03.1201.FA13

KARAKTERISASI DAN PENGUJIAN SENSOR MQ-7 DAN MQ-136 UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING KONSENTRASI GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DAN SULFUR DIOKSIDA (SO₂)

Saffanah Ghina Muqita^{a)}, Widyaningrum Indrasari^{b)}, Haris Suhendar^{c)},
Mangasi Alion Marpaung^{a)}

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta
13220, Indonesia

Email: ^{a)}saffghina@gmail.com, ^{b)}widyaningrum-indrasari@unj.ac.id, ^{c)}haris_suhendar@unj.ac.id

. Abstrak

Jenis gas polutan yang banyak dihasilkan dari kegiatan transportasi dan industri adalah CO dan SO₂. Apabila gas tersebut berada dalam konsentrasi tinggi, maka akan memicu terjadinya pencemaran udara. Oleh sebab itu, dibutuhkan sistem *monitoring* konsentrasi gas dengan memanfaatkan sensor MQ-7 untuk mengukur konsentrasi gas CO dan sensor MQ-136 untuk mengukur konsentrasi gas SO₂. Untuk menghasilkan pengukuran yang akurat, sensor tersebut perlu dilakukan karakterisasi dan pengujian dengan tujuan untuk mendapatkan persamaan kalibrasi, kesalahan relatif pengukuran dan rentang kerja dari masing-masing sensor. Maka dari itu pada penelitian ini dilakukan proses karakterisasi sensor dengan membandingkan hasil keluaran sensor MQ-7 dengan CO Analyzer CO-30r Los Gatoss dan sensor MQ-136 dengan SO₂ Analyzer Model 43i-TLE Thermo. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa sensor MQ-7 memiliki kesalahan relatif pengukuran sebesar 0,286%, sedangkan sensor MQ-136 memiliki kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,280%. Adapun pengujian sensor dilakukan dengan mengukur sampel berupa asap kendaraan bermotor menggunakan variasi waktu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-7 dapat bekerja dengan baik dalam rentang 4,36 – 4,68 PPM, sedangkan sensor MQ-136 dapat bekerja dengan baik dalam rentang 0,00387 – 0,00419 PPM. Hasil tersebut selanjutnya akan digunakan dalam pengembangan sistem *monitoring* konsentrasi gas CO dan SO₂ di udara.

Kata-kata kunci: karbon monoksida, sulfur dioksida, MQ-7, MQ-136, konsentrasi gas.

Abstract

Types of pollutant gases that are mostly produced from transportation and industrial activities are CO and SO₂. If these gases are in high concentrations, it will trigger air pollution. Therefore, a gas concentration monitoring system is needed by utilizing MQ-7 sensor to measure CO gas concentration and MQ-136 sensor to measure SO₂ gas concentration. To produce accurate measurements, these sensors need to be characterized and tested with the aim of obtaining calibration equations, relative measurement errors and working ranges of each sensor. Therefore, in this study, the sensor characterization process was carried out by comparing output of MQ-7 sensor with CO Analyzer CO-30r Los Gatoss and MQ-136 sensor with SO₂ Analyzer Model 43i-TLE Thermo. The characterization results show that MQ-7 sensor has a relative measurement error of 0,286%, while MQ-136 sensor has a relative measurement error of 0,280%. The sensor testing was carried out by measuring samples in the form of motor vehicle smoke using time variations. The test results show that MQ-7 sensor can work

well in range of 4,36 – 4,68 PPM, while MQ-136 sensor can work well in range of 0,00387 – 0,00419 PPM. These results will then be used in the development of a monitoring system for CO and SO₂ gas concentrations in the air.

Keywords: carbon monoxide, sulfur dioxide, MQ-7, MQ-136, gas concentration.

PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu komponen lingkungan yang menjadi kebutuhan mendasar bagi makhluk hidup. Oleh sebab itu, kualitas udara yang bersih dan sehat perlu dijaga agar terhindar dari kadar polutan berlebih yang dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran udara. Namun, pesatnya perkembangan zaman saat ini telah menyebabkan peningkatan besar terhadap aktivitas transportasi dan industri. Hal tersebut memicu peningkatan pencemaran udara dan berdampak terhadap kesehatan makhluk hidup [1][2]. Menurut *World Bank*, pencemaran udara merupakan urutan keempat sebagai faktor kematian dini secara global dengan data sekitar 5,5 juta orang di seluruh dunia meninggal karena penyakit yang timbul akibat pencemaran udara [3].

Jenis gas polutan yang banyak dihasilkan dari kegiatan transportasi dan industri adalah gas Karbon Monoksida (CO) dan Sulfur Dioksida (SO₂) [4]. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 14 Tahun 2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara menyebutkan bahwa kualitas udara masuk ke dalam kategori baik jika konsentrasi gas CO sebesar 4000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ atau 3,49 PPM dan konsentrasi gas SO₂ sebesar 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ atau 0,01985 PPM. Apabila komposisi kedua gas berada dalam tingkat tinggi, maka akan menyebabkan gangguan pada kesehatan, seperti sakit kepala, mual, penurunan fungsi paru-paru, dan lain-lain [5][6].

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui kadar polutan di suatu daerah adalah dengan melakukan *monitoring* terhadap konsentrasi gas tersebut. Konsentrasi gas CO dapat diukur menggunakan sensor MQ-7, sedangkan konsentrasi gas SO₂ dapat diukur menggunakan sensor MQ-136. Sensor MQ tersusun oleh material sensitif berupa Timah Oksida (SnO₂) yang digunakan sebagai bahan pengindera. Material tersebut memiliki konduktivitas yang rendah pada udara bersih. Namun, apabila sensor terpapar oleh gas target, maka konduktivitas akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas [7][8].

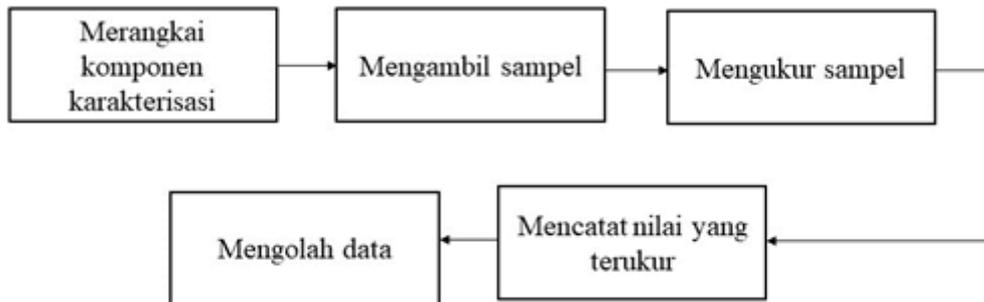
Artikel ini memaparkan hasil karakterisasi dan pengujian sensor MQ-7 dan MQ-136. Proses karakterisasi sensor dilakukan dengan menggunakan alat ukur standar konsentrasi gas yaitu CO *Analyzer* CO-30r Los Gatos Research dan SO₂ *Analyzer* Model 43i-TLE Thermo. Adapun pengujian sensor dilakukan dengan menggunakan asap kendaraan bermotor. Hasil karakterisasi tersebut selanjutnya akan digunakan untuk pengembangan sistem *monitoring* konsentrasi gas CO dan SO₂ di udara.

METODOLOGI

Sistem *monitoring* konsentrasi gas polutan yang dikembangkan pada penelitian ini terdiri dari sensor MQ-7 yang digunakan untuk mengukur gas CO, sensor MQ-136 yang digunakan untuk mengukur gas SO₂, dan Arduino UNO yang digunakan sebagai sistem kendali utama. Proses karakterisasi kedua sensor dilakukan dengan cara membandingkan nilai tegangan keluaran sensor MQ-7 dengan nilai konsentrasi gas yang terukur pada CO *Analyzer* CO-30r Los Gatoss dan sensor MQ-136 dengan SO₂ *Analyzer* Model 43i-TLE Thermo. Proses tersebut berlangsung di Pos Pengamatan Kualitas Udara BMKG, Cibereum dan jenis sampel yang digunakan adalah udara *ambient* di lokasi tersebut. Pada proses karakterisasi ini dibutuhkan komponen pendukung, diantaranya pompa *aerator* DC 5V yang berfungsi untuk menghisap dan mengeluarkan udara, *Driver* L298N yang berfungsi sebagai motor untuk mengendalikan pompa *aerator*, adaptor 12 volt yang berfungsi sebagai sumber tegangan *Driver*, kotak akrilik berukuran 1m×1m×1,2m yang berfungsi sebagai *chamber*, dan selang berukuran 60m yang berfungsi sebagai media untuk menyalurkan udara dari luar ke dalam *chamber*.

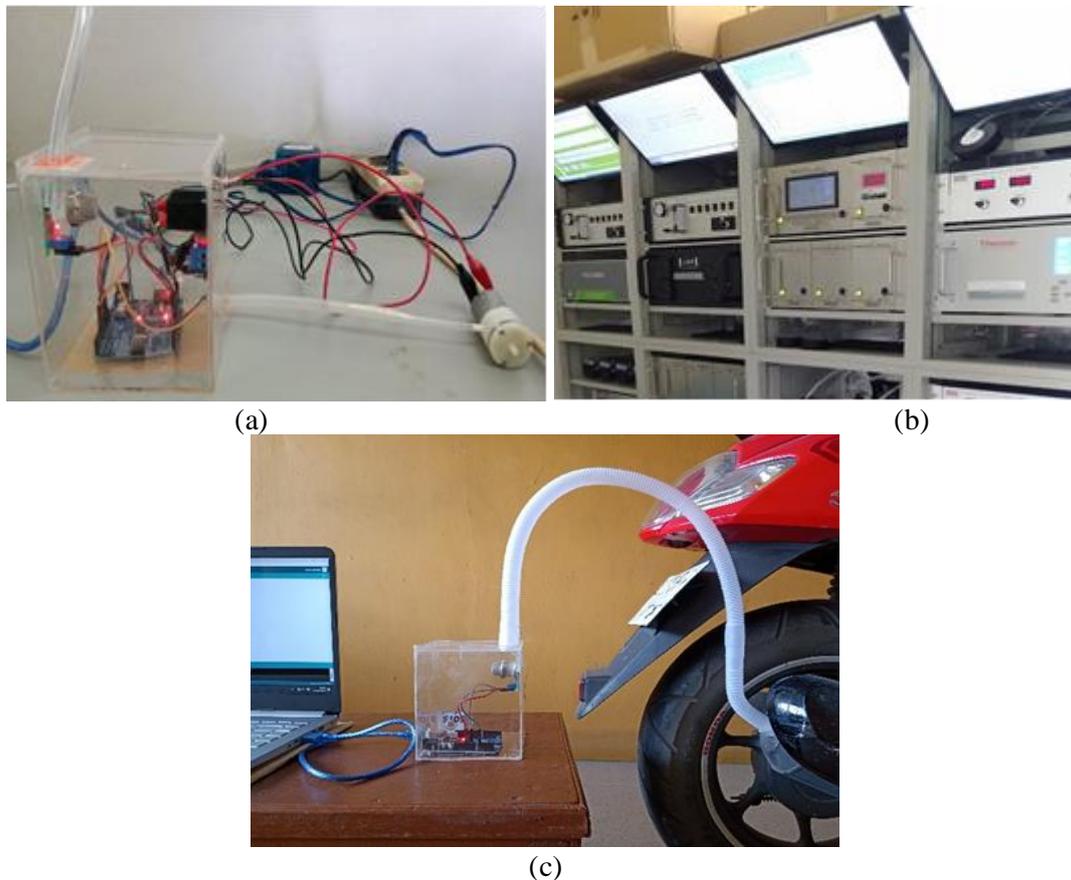
Tahapan yang dilakukan dalam proses karakterisasi adalah: (1) merangkai komponen karakterisasi dengan cara mengkonfigurasi sensor, *Driver*, dan pompa *aerator* ke Arduino UNO yang telah

ditanamkan program untuk mengukur tegangan keluaran sensor saat dipaparkan sampel, kemudian meletakkan sensor tersebut ke dalam *chamber* yang telah dihubungkan dengan selang, (2) mengambil data dengan cara pompa *aerator* menghisap sampel ke dalam *chamber*, (3) mengukur sampel di dalam *chamber* menggunakan sensor dan gas *analyzer*, (4) mencatat nilai tegangan yang terukur oleh sensor dan nilai konsentrasi gas yang terukur oleh gas *analyzer*, (5) mengolah data yang telah diperoleh dengan cara membandingkan nilai yang terukur oleh sensor dengan gas *analyzer*. Skema dari proses karakterisasi sensor ini ditunjukkan pada GAMBAR 1.



GAMBAR 1. Skema proses karakterisasi sensor

Adapun pengujian sensor dilakukan menggunakan sampel berupa asap kendaraan bermotor jenis roda dua. Proses pengujian diawali dengan menyalakan mesin kendaraan. Selanjutnya, asap yang dihasilkan dari kendaraan tersebut akan ditampung ke dalam *chamber* dan sensor akan mengukur konsentrasi gas CO dan SO₂ yang terakumulasi dalam variasi waktu penampungan gas selama 1 menit, 2 menit, 3 menit, 4 menit, dan 5 menit.



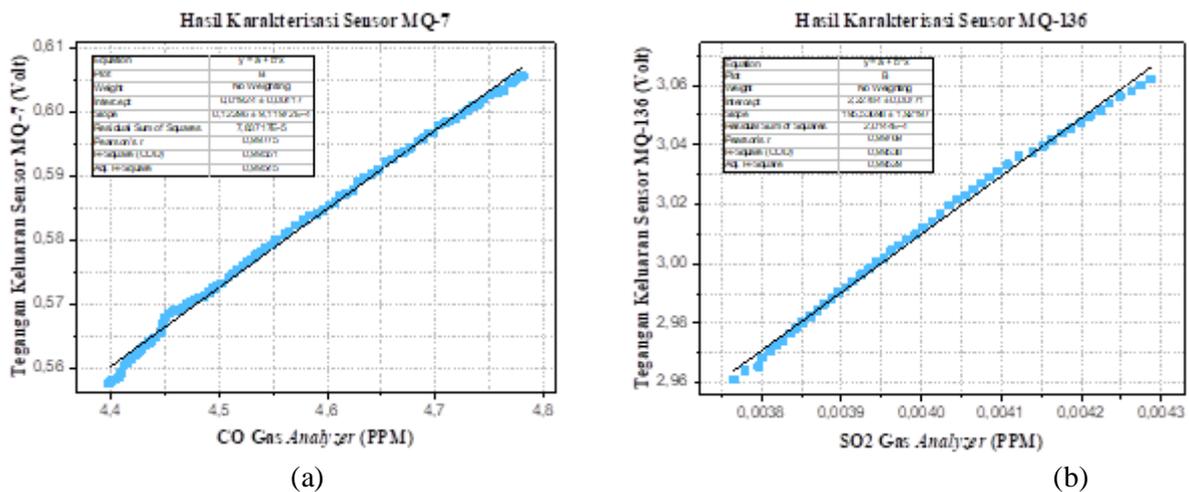
GAMBAR 2. (a) Proses karakterisasi sensor, (b) CO Gas *analyzer* jenis CO-30r Los Gatos Research, dan SO₂ Gas *analyzer* Model 43i-TLE Thermo, (c) proses pengujian sensor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai hasil karakterisasi serta pengujian dari sensor MQ-7 dan MQ-136. Pengambilan data pada proses karakterisasi berlangsung selama kurang lebih 6 jam, sedangkan pada proses pengujian menggunakan variasi waktu penampungan gas selama 1 sampai 5 menit dengan interval kenaikan waktu sebesar 1 menit.

Karakterisasi Sensor MQ-7 dan Sensor MQ-136

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap CO, sedangkan sensor MQ-136 merupakan sensor gas yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap SO₂. Hasil karakterisasi kedua sensor ditunjukkan pada GAMBAR 3.



GAMBAR 3. (a) Grafik karakterisasi sensor MQ-7, (b) grafik karakterisasi sensor MQ-136

Berdasarkan GAMBAR 3(a) menunjukkan bahwa nilai tegangan keluaran sensor MQ-7 dengan nilai konsentrasi gas yang terukur oleh CO Gas Analyzer memiliki hubungan linear dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,99775. Nilai positif pada koefisien korelasi tersebut menunjukkan bahwa kedua variabel berbanding lurus, artinya semakin besar nilai tegangan keluaran yang terdeteksi oleh sensor, maka konsentrasi gas akan semakin meningkat. Adapun besar angka koefisien korelasi yang mendekati 1 menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki hubungan yang sangat kuat. Selain itu, dari gambar tersebut dapat diketahui pula nilai koefisien determinasi (R-square) yang diperoleh yaitu sebesar 0,99551. Angka tersebut menunjukkan bahwa 99,551% variasi nilai tegangan keluaran sensor dipengaruhi oleh konsentrasi gas yang terukur oleh CO Gas Analyzer, sedangkan sisanya 0,449% dipengaruhi oleh faktor lain. Selanjutnya, data pada GAMBAR 3(a) dibuat ke dalam bentuk invers untuk mendapatkan persamaan kalibrasinya. Berdasarkan hasil invers didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$y = 8,0964x - 0,1353 \tag{1}$$

Dimana x adalah nilai tegangan keluaran sensor MQ-7 (Volt) dan y adalah nilai konsentrasi gas (PPM). Kemudian persamaan kalibrasi tersebut dimasukkan ke dalam program Arduino dan dilakukan pengukuran kembali terhadap konsentrasi gas CO di udara ambient. Hasil pengukuran sensor setelah dilakukan karakterisasi menunjukkan bahwa sensor MQ-7 memiliki keakuratan pengukuran dengan kesalahan relatif minimum sebesar 0,0287%, kesalahan relatif maksimum sebesar 0,692% dan kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,286%.

Selanjutnya, berdasarkan GAMBAR 3(b) menunjukkan bahwa nilai tegangan keluaran sensor MQ-136 dengan nilai konsentrasi gas yang terukur oleh SO₂ Gas Analyzer memiliki hubungan linear dengan koefisien korelasi (r) sebesar 0,99769. Nilai positif pada koefisien korelasi tersebut

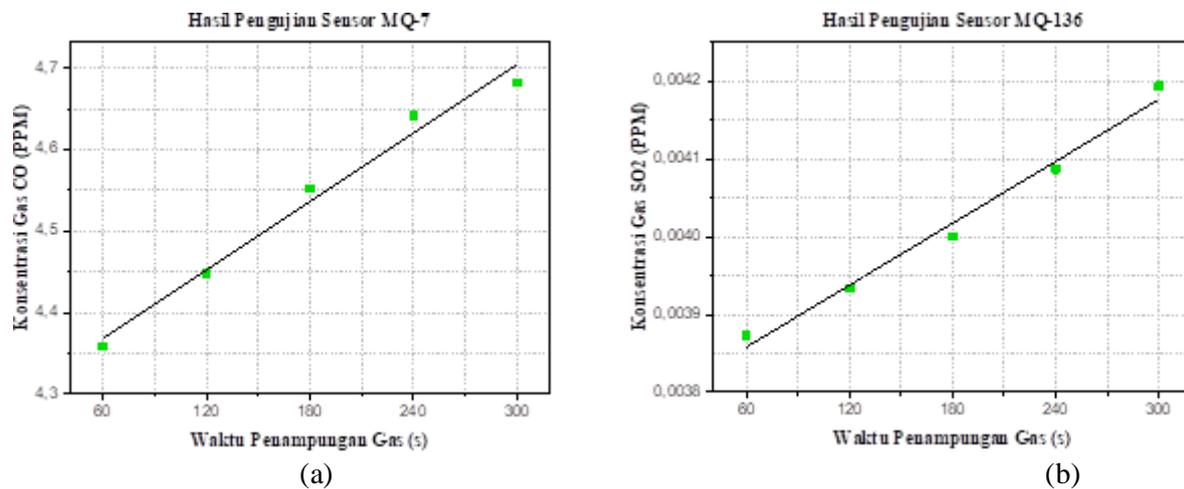
menunjukkan bahwa kedua variabel berbanding lurus, artinya semakin besar nilai tegangan keluaran yang terdeteksi oleh sensor, maka konsentrasi gas akan semakin meningkat. Adapun besar angka koefisien korelasi yang mendekati 1 menunjukkan bahwa kedua variabel memiliki hubungan yang sangat kuat. Selain itu, dari gambar tersebut dapat diketahui pula nilai koefisien determinasi (*R-square*) yang diperoleh yaitu sebesar 0,99538. Angka tersebut menunjukkan bahwa 99,538% variasi nilai tegangan keluaran sensor dipengaruhi oleh konsentrasi gas yang terukur oleh *SO₂ Gas Analyzer*, sedangkan sisanya 0,462% dipengaruhi oleh faktor lain. Selanjutnya, data pada GAMBAR 3(b) dibuat ke dalam bentuk invers untuk mendapatkan persamaan kalibrasinya. Berdasarkan hasil invers didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$y = 0,0051x - 0,0113 \tag{2}$$

Dimana x adalah nilai tegangan keluaran sensor MQ-136 (Volt) dan y adalah nilai konsentrasi gas (PPM). Kemudian persamaan kalibrasi tersebut dimasukkan ke dalam program Arduino dan dilakukan pengukuran kembali terhadap konsentrasi gas *SO₂* di udara *ambient*. Hasil pengukuran sensor setelah dilakukan karakterisasi menunjukkan bahwa sensor MQ-136 memiliki keakuratan pengukuran dengan kesalahan relatif minimum sebesar 0,00355%, kesalahan relatif maksimum sebesar 0,638% dan kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,280%.

Pengujian Sensor MQ-7 dan MQ-136

Persamaan kalibrasi yang didapatkan dari hasil karakterisasi selanjutnya digunakan dalam pengujian sensor MQ-7 dan MQ-136. Adapun hasil pengujian masing-masing sensor ditunjukkan pada GAMBAR 4.



GAMBAR 4. (a) Grafik pengujian sensor MQ-7, (b) grafik pengujian sensor MQ-136

Berdasarkan GAMBAR 4 menunjukkan bahwa semakin lama waktu asap kendaraan bermotor ditampung ke dalam *chamber*, maka konsentrasi gas CO dan *SO₂* yang terdeteksi oleh sensor akan semakin meningkat. Kemudian pada GAMBAR 3(a) dapat diketahui bahwa sensor MQ-7 dapat bekerja dengan baik pada rentang 4,36 – 4,68 PPM, sedangkan pada GAMBAR 3(b) dapat diketahui bahwa sensor MQ-136 dapat bekerja dengan baik pada rentang 0,00387 – 0,00419 PPM.

SIMPULAN

Telah dilakukan karakterisasi dan pengujian terhadap sensor MQ-7 dan MQ-136. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa sensor MQ-7 memiliki tingkat keakuratan pengukuran dengan kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,286%., sedangkan sensor MQ-136 memiliki kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,280%. Adapun dari hasil pengujian diperoleh bahwa sensor MQ-7 dapat bekerja

baik dalam rentang 4,36 – 4,68 PPM, sedangkan sensor MQ-136 dapat bekerja baik dalam rentang 0,00387 – 0,00419 PPM. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sensor MQ-7 dan MQ-136 dapat digunakan untuk pengembangan sistem *monitoring* konsentrasi gas CO dan SO₂ di udara.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tuliskan ucapan terimakasih, contoh penulisannya adalah: Terimakasih kepada pihak pemberi dana penelitian, kepada lembaga/ orang yang membantu penelitian, kepada orang yang membantu dalam diskusi, dll.

REFERENSI

- [1] K. Therin, J. J. P. Santoso, “Bangunan Untuk Bernafas Solusi Polusi Udara di Jakarta,” *Jurnal STUPA : Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur*, vol. 3, no. 2, pp. 3157-3158, 2021.
- [2] M. Asmazori, N. Firmawati, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi NO_x dan CO Berbasis Notifikasi Via Telegram dan Suara,” *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, vol. 5, no. 2, p. 57, 2021.
- [3] L. Liu *et al.*, “The Effect of Air Pollution on Consumer Decision Making: A Review,” *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 9, 2022.
- [4] S. Kooranifar *et al.*, “Short-term Effect of Exposure to PM_{2.5} PM₁₀, NO₂, CO, SO₂, O₃ on Lung Function Test Indices Among Students of Tehran City, Iran,” *Journal of Air Pollution and Health*, vol. 6, no. 1, p. 76, 2021.
- [5] F. H. Pristianto *et al.*, “Pengaruh Pembacaan Sensor Gas MQ136 Terhadap Persebaran dan Perubahan Kecepatan Udara,” *Journal ZETROEM*, vol. 1, no. 2, pp. 17-20, 2019.
- [6] R. Widiyanto, I. Husnaini, “Perancangan Alat Pendeteksi Gas Karbon Monoksida di Udara Menggunakan Sensor Gas MQ-7 dan Modul Bluetooth HC-05,” *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 3, no. 2, pp. 326-332, 2022.
- [7] M. A. Ardi *et al.*, “Rancang Bangun Monitoring Gas Belerang Oksida Berbasis Internet of Things Studi Kasus Gunung Ijen,” *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 1, no. 2, p. 20, 2019.
- [8] N. Kobbekaduwa, P. Oruthota, W. D. Mel, “Calibration and Implementation of Heat Cycle Requirement of MQ-7 Semiconductor Sensor for Detection of Carbon Monoxide Concentration,” *Advances in Technology*, vol. 1, no. 2, p. 379, 2021.