

DOI: doi.org/10.21009/03.1201.FA12

# KARAKTERISASI DAN PENGUJIAN SENSOR MQ-4 DAN MG-811 UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING KONSENTRASI GAS METANA DAN KARBON DIOKSIDA DI UDARA

I Gusti Ayu Isnaini Fatha Ramadhani<sup>a)</sup>, Widyaningrum Indrasari<sup>b)</sup>,  
Haris Suhendar<sup>c)</sup>, Mangasi Alion Marpaung<sup>a)</sup>

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

Email: <sup>a)</sup>fatharamadhani596@gmail.com, <sup>b)</sup>widyaningrum-indrasari@unj.ac.id, <sup>c)</sup>haris\_suhendar@unj.ac.id

## Abstrak

Seiring dengan perkembangan zaman, berbagai kegiatan industrialisasi dan urbanisasi dapat memicu peningkatan gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> yang dapat memperburuk kualitas udara di lingkungan. Salah satu upaya untuk mengetahui kualitas udara adalah dengan melakukan *monitoring* konsentrasi gas di udara. Konsentrasi gas CH<sub>4</sub> di udara dapat diukur menggunakan sensor MQ-4 sedangkan gas CO<sub>2</sub> diukur menggunakan sensor MG-811. Dalam penggunaannya, perlu dilakukan karakterisasi sensor dan pengujian sensor dengan tujuan untuk mendapatkan persamaan kalibrasi, kesalahan relatif pengukuran, dan rentang kerja dari masing-masing sensor. Maka pada penelitian ini dilakukan proses karakterisasi sensor dengan membandingkan hasil keluaran sensor MQ-4 dengan CH<sub>4</sub> Analyzer G2203 dan sensor MG-811 dengan CO<sub>2</sub> Analyzer G2301 Picarro. Adapun hasil karakterisasi menunjukkan bahwa sensor MQ-4 memiliki kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,066%. Sedangkan sensor MG-811 memiliki kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,047%. Sedangkan pengujian sensor dilakukan dengan melakukan pengukuran sampel berupa asap kendaraan bermotor menggunakan variasi waktu. Adapun hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MQ-4 dapat bekerja dengan baik dalam rentang 1,885-1,914 PPM, sedangkan sensor MG-811 dapat bekerja dengan baik dalam rentang 406,311-409,169 PPM. Hasil tersebut selanjutnya akan digunakan dalam pengembangan sistem *monitoring* konsentrasi gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> di udara.

**Kata-kata kunci:** metana, karbon dioksida, MQ-4, MG-811, konsentrasi gas.

## Abstract

Along with times, various industrialization and urbanization activities can trigger an increase in CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> gases which can improve air quality in environment. One effort to determine air quality is to monitor gas concentrations in air. Concentration of CH<sub>4</sub> gas in air can be measured using MQ-4 sensor and CO<sub>2</sub> gas is measured using MG-811 sensor. In use, it is necessary to characterize sensors and test sensors with aim of obtaining measured equations, relative measurement errors, and working distance of each sensor. So, in this research sensor characterization process was carried out by comparing output results of MQ-4 sensor with CH<sub>4</sub> Analyzer G2203 and MG-811 sensor with CO<sub>2</sub> Analyzer G2301 Picarro. Characterization results show that MQ-4 sensor has an average relative error of 0,066% and MG-811 sensor has an average relative error of 0,047%. While sensor testing is done by measuring samples in form of motorized vehicle smoke using time variations. The sensor testing results show that The MQ-4 sensor can work well in range of 1,885-1,914 PPM, while MG-811 sensor can work well in

range of 406,311-409,169 PPM. These results will then be used in development of a monitoring system for CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> gases concentrations in air.

**Keywords:** methane, carbon dioxide, MQ-4, MG-811, gas concentration.

## PENDAHULUAN

Lingkungan yang sehat merupakan salah satu faktor untuk menunjang terciptanya kesejahteraan hidup dan kesehatan fisik bagi makhluk hidup. Udara bersih merupakan salah satu parameter untuk mendukung terciptanya lingkungan yang sehat. Jika kualitas udara bersih di suatu lingkungan menurun, maka akan memicu terjadinya peningkatan polusi udara yang dapat mengganggu kesehatan makhluk hidup. Berdasarkan data dari *World Health Organization* (WHO), lebih dari 7 juta orang meninggal setiap tahunnya akibat menghirup polusi udara luar ruangan [1]. Selain itu, polusi udara juga menempati urutan keempat sebagai faktor menurunnya kesehatan pada manusia [2]. Hal tersebut mengakibatkan kerugian tahunan sekitar US\$ 5 triliun pada ekonomi global [3]. Adapun mayoritas penyebab timbulnya polusi udara di luar ruangan bersumber dari kendaraan bermotor, kegiatan industrialisasi, dan urbanisasi yang cepat [4]. Tentunya kegiatan tersebut akan memicu timbulnya peningkatan emisi gas rumah kaca berupa CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> [5]. Dalam keadaan normal, besar komposisi gas metana di udara bersih adalah 2 ppm [6]. Adapun rata-rata konsentrasi gas karbon dioksida di atmosfer bumi berada pada kisaran 400 ppm [7]. Apabila konsentrasi gas tersebut berada dalam konsentrasi yang tinggi, maka akan membawa beberapa dampak, diantaranya rusaknya lapisan ozon dan menjadi penyebab utama terjadinya pemanasan global yang akan berdampak pada kesehatan makhluk hidup [8].

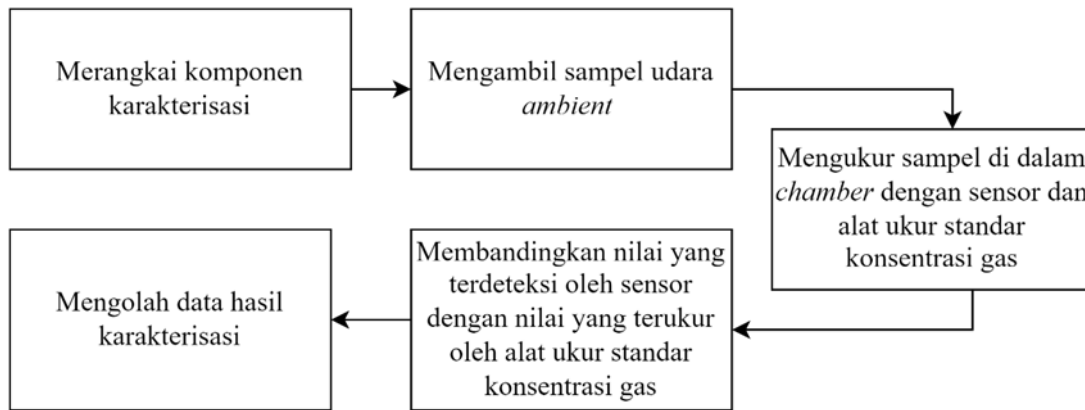
*Monitoring* konsentrasi gas metana dan karbon dioksida merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk mengetahui kualitas udara di suatu lingkungan. Konsentrasi gas metana diukur menggunakan sensor MQ-4, sedangkan konsentrasi gas karbon dioksida diukur menggunakan sensor MG-811. Sensor MQ-4 mengandung bahan timah dioksida (SnO<sub>2</sub>) yang memiliki konduktivitas rendah dalam udara bersih. Ketika terdapat gas yang berinteraksi dengan sensor tersebut, akan mengakibatkan terjadinya peningkatan konduktivitas sensor dan konsentrasi gas [9]. Sedangkan pada sensor MG-811 mengandung bahan lilitan pemanas yang terdapat dalam pipa keramik Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Prinsip kerja dari sensor MG-811 menggunakan prinsip elektrokimia untuk menghasilkan tegangan keluarannya. Semakin kecil tegangan keluarannya maka kadar gas yang dideteksi semakin tinggi [10].

Pada artikel ini memaparkan hasil karakterisasi dan pengujian sensor MQ-4 dan MG-811. Dalam proses karakterisasi digunakan alat ukur standar konsentrasi gas yaitu CH<sub>4</sub> *analyzer* G2203 dan CO<sub>2</sub> *analyzer* G2301 Picarro. Sedangkan pengujian sensor dilakukan dengan mengukur konsentrasi gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) pada asap kendaraan bermotor. Hasil karakterisasi ini akan digunakan untuk pengembangan sistem *monitoring* konsentrasi gas metana dan karbon dioksida di udara.

## METODOLOGI

Sistem pengukuran konsentrasi gas rumah kaca yang dikembangkan pada penelitian ini terdiri dari sensor MQ-4 yang digunakan untuk mengukur konsentrasi gas metana (CH<sub>4</sub>), sensor MG-811 untuk mengukur konsentrasi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan Arduino UNO yang digunakan sebagai *microcontroller*. Proses karakterisasi sensor MQ-4 dan MG-811 dilakukan dengan membandingkan nilai tegangan keluaran sensor MQ-4 dengan CH<sub>4</sub> *analyzer* G2203 dan sensor MG-811 dengan CO<sub>2</sub> *analyzer* G2301 Picarro. Adapun sampel yang digunakan pada proses karakterisasi ini adalah udara *ambient* yang berlokasi di Pos Pengamatan Kualitas Udara BMKG, Cibeureum. Dalam proses karakterisasi ini dibutuhkan komponen pendukung yaitu CH<sub>4</sub> *Analyzer* G2203 Picarro sebagai alat ukur standar untuk mengukur konsentrasi gas metana (CH<sub>4</sub>), CO<sub>2</sub> *Analyzer* G2301 Picarro sebagai alat ukur standar untuk mengukur konsentrasi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), pompa *aerator* DC 5 Volt digunakan untuk menghisap dan mengeluarkan udara, *Driver* L298N yang berfungsi untuk mengendalikan pompa *aerator*, kotak akrilik berukuran 1 m × 1 m × 1,2 m sebagai *chamber*, selang

berukuran 60 m yang berfungsi sebagai media untuk menyalurkan udara dari luar ke dalam *chamber*, dan adaptor 12 Volt yang berfungsi sebagai penyuplai tegangan supaya sistem dapat beroperasi sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan. Skema dari proses karakterisasi sensor ditunjukkan pada GAMBAR 1.



GAMBAR 1. Skema Proses Karakterisasi sensor

Adapun tahapan dalam proses karakterisasi ini yaitu : 1) Merangkai komponen karakterisasi dengan menghubungkan sensor, *Driver* L298N, dan pompa *aerator* ke Arduino UNO yang telah diprogram, kemudian sensor diletakkan di dalam *chamber* berupa kotak akrilik yang telah dihubungkan dengan selang 60 m yang ditunjukkan pada GAMBAR 2(b), 2) Mengambil sampel udara *ambient* dengan cara dihisap oleh pompa *aerator* ke dalam *chamber*, 3) Mengukur sampel di dalam *chamber* dengan sensor dan alat ukur standar konsentrasi gas yaitu  $CH_4$  analyzer G2203 dan  $CO_2$  analyzer G2301 Picarro, 4) Membandingkan nilai yang terdeteksi oleh sensor dengan nilai yang terukur pada alat standar konsentrasi gas yaitu  $CH_4$  analyzer G2203 dan  $CO_2$  analyzer G2301 Picarro, 5) Mengolah data hasil karakterisasi untuk mendapatkan nilai persamaan kalibrasi dan kesalahan relatif pengukuran dari masing-masing sensor.



GAMBAR 2. (a) Gas analyzer G2203 and G2301 Picarro; (b) Proses Karakterisasi Sensor Gas

Pengujian sensor dilakukan menggunakan asap kendaraan bermotor. Tahapan pengujian sensor diawali dengan menyalakan mesin kendaraan bermotor dan dibiarkan selama 1 menit supaya mesin dapat mencapai suhu ideal sehingga dapat bekerja secara optimal. Asap yang keluar dari kendaraan bermotor akan ditampung di dalam *chamber* dan sensor akan mengukur konsentrasi gas metana dan karbon dioksida yang terkandung dalam asap kendaraan bermotor menggunakan variasi waktu 1 menit, 2 menit, 3 menit, 4 menit, dan 5 menit.



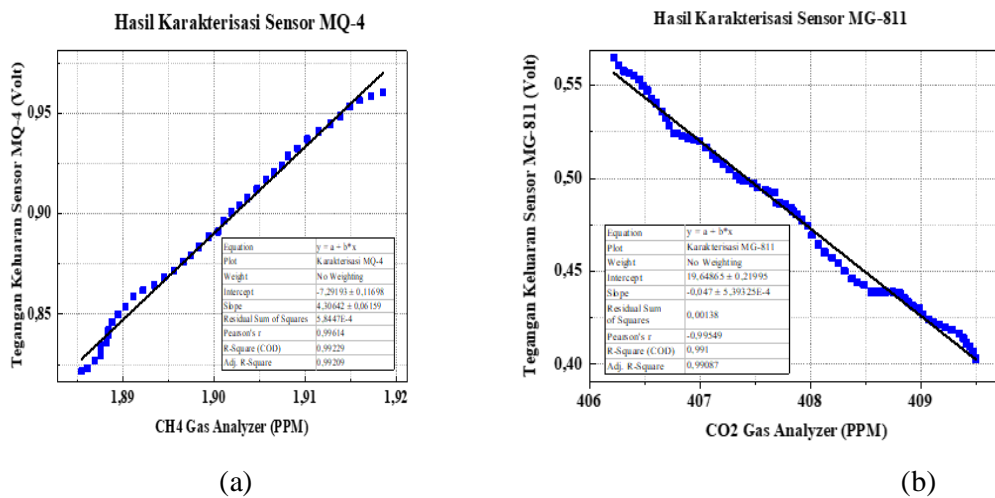
GAMBAR 3. Proses Pengujian Sensor Gas

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai hasil karakterisasi dan pengujian sensor MQ-4 dan sensor MG-811. Proses pengambilan data karakterisasi dilakukan selama 6 jam. Sedangkan pengujian sensor dilakukan dengan mengukur konsentrasi gas metana dan karbon dioksida menggunakan sampel asap kendaraan bermotor dengan variasi waktu.

#### Karakterisasi Sensor MQ-4 dan MG-811

Sensor MQ-4 merupakan sensor gas yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap metana dan *natural gas* (Hidrokarbon). Sensor MQ-4 bekerja pada tegangan operasi dari 0,2 V hingga 5 V. Adapun sensor MG-811 merupakan sensor gas yang memiliki sensitivitas tinggi dalam mendeteksi gas karbon dioksida. Tegangan operasi sensor MG-811 dimulai dari rentang 0,1 V hingga 6 V. Hasil karakterisasi sensor MQ-4 dan sensor MG-811 ditunjukkan pada GAMBAR 4.



GAMBAR 4. (a) Grafik Karakterisasi Sensor MQ-4; (b) Grafik Karakterisasi Sensor MG-811

Berdasarkan GAMBAR 4(a), nilai tegangan sensor MQ-4 sebanding dengan nilai konsentrasi gas yang diukur oleh alat standar. Semakin besar nilai tegangan yang dideteksi oleh sensor, maka konsentrasi gas akan meningkat. Selain itu, nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang didapatkan sebesar 0,992, hal tersebut menunjukkan bahwa korelasi antara pengukuran tegangan sensor dan alat standar memiliki pengaruh yang kuat. Kemudian dari persamaan pada grafik tersebut dibuat ke dalam bentuk invers untuk mendapatkan persamaan kalibrasinya. Adapun hasil invers ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$y = 0,2304x + 1,6949 \tag{1}$$

Dimana  $x$  adalah nilai tegangan keluaran sensor MQ-4 (V), sedangkan  $y$  adalah nilai konsentrasi gas yang terbaca oleh sensor (PPM). Kemudian persamaan kalibrasi tersebut dimasukkan ke dalam program Arduino dan dilakukan pengukuran konsentrasi gas metana kembali. Setelah dikarakterisasi, didapatkan hasil bahwa sensor MQ-4 memiliki kesalahan relatif minimum sebesar 0,001%, kesalahan relatif maksimum sebesar 0,275%, dan kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,066%.

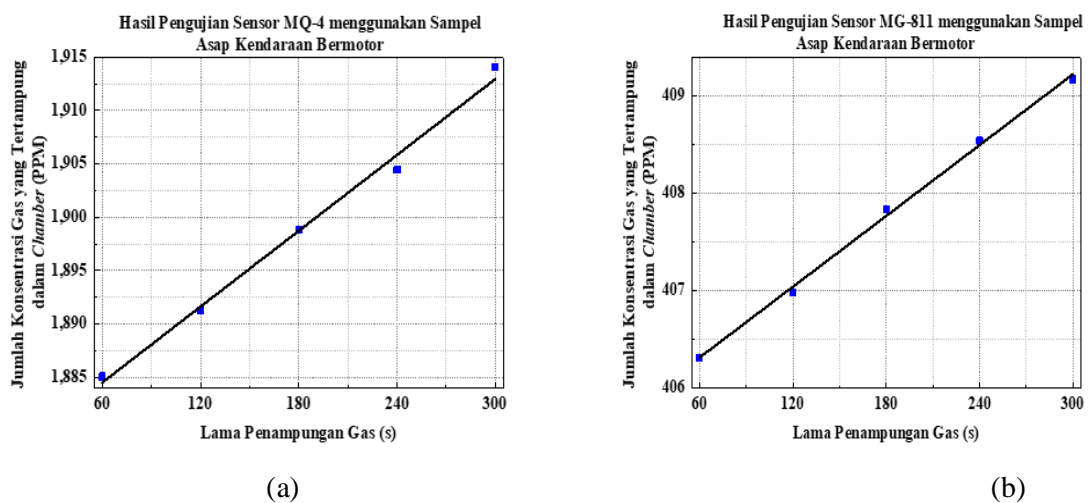
Berdasarkan GAMBAR 4.(b), nilai tegangan sensor MG-811 berbanding terbalik dengan nilai konsentrasi gas yang diukur oleh alat standar. Semakin kecil nilai tegangan yang dideteksi oleh sensor, maka konsentrasi gas akan meningkat. Selain itu, besar koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang didapatkan sebesar 0,991, hal tersebut menunjukkan bahwa korelasi antara pengukuran tegangan sensor dan alat standar memiliki pengaruh yang kuat. Kemudian dari persamaan pada grafik tersebut dibuat ke dalam bentuk invers untuk mendapatkan persamaan kalibrasinya. Adapun hasil invers ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$y = -21,085x + 417,97 \tag{2}$$

Dimana  $x$  adalah nilai tegangan keluaran sensor MG-811 (V), sedangkan  $y$  adalah nilai konsentrasi gas yang terbaca oleh sensor (PPM). Kemudian persamaan kalibrasi tersebut dimasukkan ke dalam program Arduino dan dilakukan pengukuran konsentrasi gas karbon dioksida kembali. Adapun hasil yang didapatkan setelah karakterisasi yaitu sensor MG-811 memiliki kesalahan relatif minimum sebesar 0,004 %, kesalahan relatif maksimum sebesar 0,100%, dan kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,047%.

### Pengujian Sensor MQ-4 Sensor MG-811

Pengujian sensor MQ-4 dan sensor MG-811 dilakukan untuk mengetahui rentang kerja dari masing-masing sensor. Pengujian ini menggunakan variasi waktu penampungan gas 1 menit, 2 menit, 3 menit, 4 menit, dan 5 menit Adapun hasil pengujian sensor MQ-4 dan sensor MG-811 ditunjukkan pada GAMBAR 5.



GAMBAR 5. (a) Grafik Pengujian Sensor MQ-4; (b) Grafik Pengujian Sensor MG-811

Berdasarkan grafik pada GAMBAR 5. dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu penampungan gas, maka jumlah konsentrasi gas yang tertampung di dalam chamber akan semakin banyak. Kemudian pada GAMBAR 5.(a), dapat diketahui bahwa sensor MQ-4 dapat bekerja dengan baik pada rentang 1,885-1,914 PPM, sedangkan pada GAMBAR 5.(b), dapat diketahui bahwa sensor MG-811 dapat bekerja dengan baik pada rentang 406,311-409,169 PPM.



## SIMPULAN

Telah dilakukan karakterisasi dan pengujian terhadap sensor MQ-4 dan MG-811. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa sensor MQ-4 memiliki kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,066%, sedangkan sensor MG-811 menghasilkan kesalahan relatif rata-rata sebesar 0,100%. Adapun untuk hasil pengujian menggunakan sampel asap kendaraan bermotor diperoleh bahwa sensor MQ-4 dapat bekerja pada rentang 1,885-1,914 PPM, sedangkan sensor MG-811 dapat bekerja pada rentang 406,311-409,169 PPM. Setelah didapatkan hasil karakterisasi dan pengujian, sensor MQ-4 dan sensor MG-811 dapat diaplikasikan dalam pengembangan sistem *monitoring* konsentrasi gas metana dan karbon dioksida di udara.

## REFERENSI

- [1] H. Chojer *et al.*, "Can data reliability of low-cost sensor devices for indoor air particulate matter monitoring be improved?-An approach using machine learning," *Atmospheric Environment*, vol. 286, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119251>.
- [2] S. Kabir *et al.*, "An integrated approach of Belief Rule Base and Convolutional Neural Network to monitor air quality in Shanghai," *Expert Systems with Applications*, vol. 206, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117905>.
- [3] X. Xiong *et al.*, "Special Issue "Remote Sensing of Greenhouse Gases and Air Pollution," *Remote Sens*, vol. 13, no. 11, 2021.
- [4] Tampubolon, A. P. Christian, R. Boedisantoso, "Analisis Persebaran Polutan Karbon Monoksida dan Partikulat dari Kebakaran Hutan di Sumatera Selatan," *Jurnal Teknis ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 160-165, 2016.
- [5] R. A. Lina, E. Sutrisno, H. S. Huboyo, "Kajian Emisi Gas Rumah Kaca (Co<sub>2</sub>, Ch<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>o) Akibat Aktivitas Kendaraan," *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 5, no. 4, pp. C160-C165, 2016, <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>.
- [6] S. Widodo *et al.*, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih dan Gas Berbahaya CO, CO<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub> di dalam Ruangan berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Pseudocode*, vol. 4, no. 2, pp. 105-119, 2017.
- [7] H. Walach *et al.*, "Carbon Dioxide Rises Beyond Acceptable Safety Levels in Children Under Nose and Mouth Covering: Results of an Experimental Measurement Study in Healthy Children," *Environmental Research*, vol. 212, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113564>.
- [8] Syahruiji, A. Ghofur, "Penggunaan Kuningan sebagai Bahan Catalytic Converter terhadap Emisi Gas Buang dan Performa Mesin Suzuki Shogun Axelo 125. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, vol. 4, no. 2, pp. 67-78, 2019.
- [9] N. G. P. Wibawa *et al.*, "Perancangan Alat Ukur Gas HC dengan Sensor MQ4 berbasis Mikrokontroler AT89S52," *Buletin Fisika*, vol. 17, no. 1, pp. 7-13, 2016.
- [10] M. N. Alwan, "Sistem Mitigasi Emisi CO<sub>2</sub> pada Ruangan Menggunakan Fotobioreaktor Mikroalga berbasis Sensor MQ-135," Universitas Andalas, 2021.