

Prototipe Penanggulangan Emisi Karbon Dioksida Dengan Menggunakan Alga *Ceratophyllum Demersum* Berbasis Sensor MQ-135

Muhammad Tri Juanda, Harmadi*

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 16 September 2022
Direvisi: 6 Oktober 2022
Diterima: 19 Oktober 2022

Kata kunci:

Alga
Ceratophyllum Demersum
Emisi CO₂
LED
Sensor MQ-135

Keywords:

Algae
Ceratophyllum Demersum
CO₂ emission
LED
MQ-135 sensor

Penulis Korespondensi:

Harmadi
harmadi@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Pencemaran udara berupa peningkatan emisi gas karbon dioksida (CO₂) dapat menimbulkan turunnya kualitas udara di dalam maupun di luar ruangan yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan. Tujuan dari penelitian ini dapat menghasilkan prototipe untuk menanggulangi emisi gas CO₂ di dalam suatu ruangan dengan menggunakan alga *Ceratophyllum demersum* berbasis sensor MQ-135. Prototipe dilengkapi mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai pengolah data masukkan dari sensor MQ-135 dan DS18B20, percobaan pada penelitian ini menggunakan variasi sumber cahaya LED merah, hijau, biru dan cahaya matahari. Hasil dari penelitian menunjukkan, selama 1 jam penyinaran untuk masing-masing sumber cahaya buatan dan cahaya matahari, alga *Ceratophyllum demersum* dapat menyerap banyak emisi CO₂ pada penyinaran sumber cahaya LED berwarna merah dan biru. Sensor MQ-135 memiliki persentase kesalahan rata-rata 1,12 % dalam mendeteksi perubahan konsentrasi CO₂ dan sensor DS18B20 memiliki persentase kesalahan rata-rata 1,08 % dalam mendeteksi perubahan suhu air. Persentase yang diperoleh mengindikasikan sensor dapat mendeteksi perubahan fisis.

*Air pollution in the form of increased carbon dioxide (CO₂) gas emissions can cause a decrease in air quality indoors and outdoors which has the potential to cause health problems. The purpose of this study can produce a prototype to overcome CO₂ gas emissions in a room using *Ceratophyllum demersum* algae based on the MQ-135 sensor. The prototype is equipped with an Arduino Uno R3 microcontroller as an input data processor from the MQ-135 and DS18B20 sensors, the experiment on this study used variations of red, green, blue and sunlight LED light sources. As a result of the study, it is shown that for 1 hour of irradiation for each artificial light source and sunlight, *Ceratophyllum demersum* algae can absorb a lot of CO₂ emissions in the irradiation of red and blue LED light sources. The MQ-135 sensor has an average error percentage of 1.12% in detecting changes in CO₂ concentration and the DS18B20 sensor has an average error percentage of 1.08% in detecting changes in water temperature. The percentage obtained indicates that the sensor can detect physical changes.*

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Pencemaran udara berupa peningkatan emisi gas karbon dioksida (CO₂) yang diakibatkan oleh kegiatan manusia mulai dari limbah pengolahan industri, transportasi dan kebakaran hutan dapat menimbulkan turunnya kualitas udara di dalam maupun di luar ruangan yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan. Keracunan gas CO₂ dapat menyebabkan oksigen (O₂) di dalam darah sulit untuk dilepaskan ke dalam sel tubuh, sehingga tubuh dapat kekurangan O₂, sehingga hal itu juga dapat menimbulkan beberapa penyakit lainnya. Beberapa gejala seperti sesak nafas, jantung berdebar tidak teratur, tremor, hingga sakit kepala merupakan penyakit yang ditimbulkan akibat keracunan CO₂. Hal ini melatar belakangi Menteri Kesehatan Republik Indonesia untuk mengeluarkan peraturan No.1077 Tahun 2015 yang berisi tentang kadar CO₂ di dalam suatu ruangan memiliki nilai ambang batas kurang dari 1000 ppm (Kementrian Kesehatan, 2015). Monitoring kualitas udara merupakan salah satu bentuk penanggulangan yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya kualitas udara yang sehat, sehingga masyarakat akan lebih peduli tentang kesehatan dan dapat meminimalisir risiko menghirup udara berbahaya.

Husni dkk. (2020) merancang sebuah alat yang memanfaatkan tong sampah yang dilengkapi dengan sensor MQ-135 untuk memonitoring kualitas udara di dalam ruangan. Sensor MQ-135 adalah sensor yang dapat mendeteksi perubahan konsentrasi, sensitivitas sensor akan naik seiring naiknya konsentrasi CO₂ karena material yang digunakan dalam pembuatan sensor adalah material semikonduktor. Penanggulangan emisi CO₂ pada suatu ruangan perlu dilakukan untuk mengontrol konsentrasi CO₂ yang berlebihan, salah satu usaha yang dilakukan yaitu dengan menginstal atau meletakkan tumbuhan agar emisi CO₂ dapat dikurangi melalui proses fotosintesis. Widyasari dkk. (2018) menggunakan tanaman alga *Ceratophyllum demersum* sebagai objek untuk mereduksi emisi CO₂ yang disebabkan oleh kebakaran, karena tumbuhan alga dapat melakukan fotosintesis dengan adanya konsentrasi CO₂. Fotosintesis adalah proses biologi yang terjadi pada tumbuhan, dan didukung oleh beberapa faktor meliputi kehadiran cahaya, suhu lingkungan dan konsentrasi CO₂ untuk menghasilkan O₂. Selain konsentrasi CO₂, suhu air dan intensitas cahaya pada alga juga harus diperhatikan. Sensor DS1820 adalah komponen yang digunakan untuk mendeteksi perubahan suhu di dalam wadah berisi alga agar suhu dapat dipertahankan sesuai dengan habitat hidup alga, yang bertujuan agar laju proses fotosintesis yang terjadi pada alga dapat terjadi secara optimal sehingga emisi CO₂ yang terjadi dapat ditanggulangi. Sensor ini merupakan sensor dengan kemampuan tahan air (*waterproof*) sehingga cocok digunakan untuk mendeteksi perubahan suhu pada tempat yang basah (Karvinen and Karvinen, 2014). Agustina dkk. (2018) telah melakukan penelitian untuk melihat respon atau kemampuan laju penyerapan CO₂ oleh alga *Tetraselmis chuiii* terhadap variasi intensitas cahaya lampu *fluorescent*. Fluktuasi penyerapan CO₂ dipengaruhi oleh tingginya intensitas cahaya yang diberikan karena cahaya mengandung energi yang sangat berpengaruh terhadap proses fotosintesis. Cahaya yang dihasilkan lampu merupakan cahaya tampak yang memiliki panjang gelombang dan tingkatan energi yang berbeda.

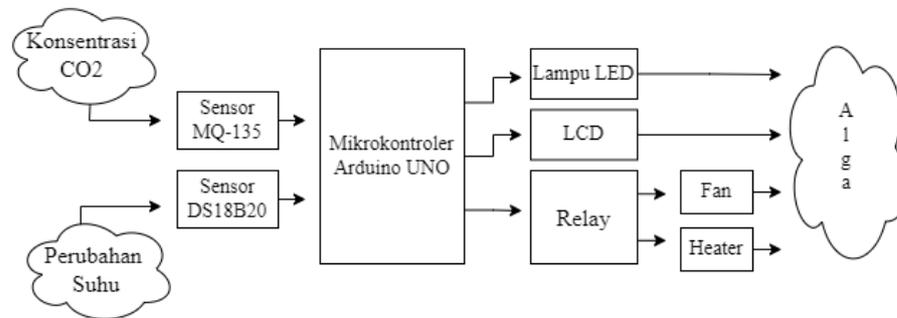
Berdasarkan permasalahan dan penelitian yang telah dijabarkan oleh Alwan dkk. (2022) maka akan dilakukan perancangan prototipe penanggulangan emisi CO₂ dengan menggunakan alga *Ceratophyllum demersum* berbasis sensor MQ-135. Rancangan prototipe menggunakan wadah akrilik sebagai wadah percobaan, penginjeksian CO₂ dari hasil pembakaran dilakukan sebagai uji coba pada prototipe. Variasi sumber cahaya yang digunakan untuk membantu proses fotosintesis adalah cahaya buatan berupa *Light Emitting Diode* (LED) dan cahaya matahari. Sensor MQ-135 berfungsi untuk mendeteksi emisi CO₂ sebelum dan sesudah alga digunakan.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas pada. Bahan yang digunakan yaitu sensor MQ-135 dan sensor DS18B20 untuk mendeteksi perubahan konsentrasi gas CO₂ dan perubahan suhu air, Arduino Uno R3, *Liquid Crystal Display* (LCD), lampu *Light Emmiting Diode* (LED), *relay*, *fan* dan *heater*.

2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Diagram blok pada perancangan perangkat keras sistem pendeteksi perubahan konsentrasi CO₂ dan perubahan suhu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok sistem pendeteksi perubahan konsentrasi CO₂ dan suhu

Perancangan sistem protipe terdiri dari sensor MQ-135 sebagai pendeteksi emisi gas CO₂, sensor DS18B20 berfungsi sebagai pendeteksi perubahan suhu air. Masukkan dari masing-masing sensor akan diproses oleh Arduino. Warna Lampu LED merah dan biru akan dikontrol nyala lampunya berdasarkan masukkan dari sensor MQ-135 berupa emisi gas CO₂ dan relay akan menghidup matikan *fan* dan *heater* sesuai dengan masukkan suhu yang terdeteksi oleh sensor DS18B20 dengan rentang 20 °C sampai 30 °C untuk mempertahankan suhu air di dalam ruang prototipe. Kemudian LCD berfungsi untuk menampilkan nilai konsentrasi gas dan suhu yang telah terukur dalam satuan ppm dan °C.

2.2 Pengujian Sensor MQ-135

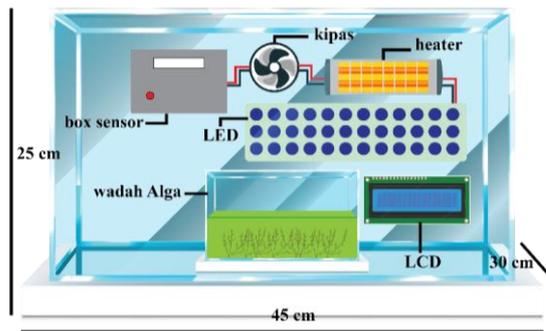
Pengujian sensor MQ-135 dilakukan untuk mendapatkan hasil yang ingin ditentukan yaitu nilai 1000 ppm untuk nilai maksimal konsentrasi sensor yang dideteksi. Nilai variasi konsentrasi CO₂ yang diberikan yaitu 400 ppm hingga 1100 ppm dengan selisih nilai 100 ppm setiap kenaikan konsentrasinya. Berdasarkan *datasheet* sensor MQ-135 nilai 1100 ppm merupakan nilai maksimal konsentrasi yang dapat diukur oleh sensor. Nilai yang terukur oleh sensor MQ-135 berupa konsentrasi gas CO₂, setiap kenaikan nilai konsentrasi diukur dan hasilnya dibandingkan dengan alat pembanding.

2.3 Pengujian Sensor DS18B20

Pengujian sensor dilakukan untuk menentukan batas suhu terukur pada sensor. Variasi nilai terukur pada sensor DS18B20 dibatasi yaitu dalam rentang nilai 20 °C sampai 60 °C dengan selisih nilai 5 °C setiap kenaikan suhunya. Suhu yang diukur oleh sensor yaitu suhu di dalam wadah berisi air yang diletakkan di dalam (*housing*) prototipe ketika suhu air mengalami kenaikan dan penurunan. Nilai yang terukur oleh sensor DS18B20 berupa nilai keluaran digital, kemudian nilai yang didapat akan dibandingkan dengan nilai suhu yang terukur oleh alat pembanding.

2.4 Perancangan Sistem Prototipe Secara Keseluruhan

Proses perancangan sistem keseluruhan prototipe penanggulangan emisi CO₂ menggunakan alga *Ceratophyllum demersum* yang dilengkapi dengan berbagai macam komponen diawali dengan menggunakan 1 buah wadah akrilik berukuran pangang 30 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 10 cm untuk 500 gram alga yang ditempatkan di dalam ruangan berukuran 45 cm x 30 cm x 25 cm. Kemudian berbagai komponen berupa sensor MQ-135, sensor DS18B20, LED, *fan*, *heater* diintegrasikan kedalam sistem prototipe. Bentuk fisik perancangan prototipe alat secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Bentuk fisik prototipe secara keseluruhan

Sensor MQ-135 berguna sebagai sistem pendeteksi emisi gas CO₂ di dalam ruangan prototipe yang telah dibuat dan sensor DS18B20 berfungsi untuk sistem kontrol suhu, yang sebelumnya masing-masing sensor dikarakterisasi dan dirancang dengan perangkat lunak agar sensor pada prototipe alat dapat mendeteksi emisi CO₂ dan mempertahankan suhu agar tetap dalam rentang (20 hingga 30) °C. Ketika suhu naik *fan* akan mendinginkan air yang terdapat di dalam sistem prototipe, dan ketika suhu turun *heater* akan menghangatkan air pada sistem prototipe yang telah dirancang.

2.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menentukan besar nilai persentase kesalahan pada alat ukur yang telah dirancang. Data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, dibandingkan ketepatan nilai yang terbaca pada alat ukur yang dirancang dengan alat pembanding. Berdasarkan besar persentase kesalahan pada pengujian skala suatu alat ukur, besar nilai persentase kesalahan dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% Error = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Dimana nilai X_n adalah nilai dari hasil alat ukur yang dirancang yaitu sensor MQ-135 dan sensor DS18B20. Dan Y_n adalah nilai sebenarnya pada alat temperature digital dan Lutron MCH-383SD sebagai alat pembanding.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Pengujian Sensor MQ-135

Pengujian sensor MQ-135 dilakukan untuk mengetahui sensor tersebut dapat mendeteksi emisi gas CO₂ dengan baik atau tidak. Setelah diketahui sensor dapat mendeteksi konsentrasi, hasil keluaran dari sensor nilainya dibandingkan dengan alat pembanding yaitu Lutron MCH383SD. Emisi CO₂ yang digunakan untuk pengujian sensor MQ-135 adalah asap pembakaran kertas. Hasil pengujian sensor MQ-135 ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor MQ-135

No	Konsentrasi CO ₂ dari Lutron (ppm)	Konsentrasi CO ₂ dari sensor MQ-135 (ppm)	Persentase Kesalahan(%)
1	400	402	0,5
2	500	506	1,2
3	600	605	0,8
4	700	710	1,4
5	750	765	2,0
6	800	804	0,5
7	850	820	3,5
8	900	905	0,6
9	950	943	0,7
10	1000	1007	0,7
11	1100	1104	0,4
Rata-rata			1,12

Tabel 1 menunjukkan hasil perbandingan nilai antara sensor MQ-135 dan alat pembanding. Berdasarkan data yang diperoleh dan perhitungan nilai error antara sensor dan alat pembanding, didapatkan hasil persentase kesalahan sebesar 1,12%. Artinya sensor MQ-135 yang digunakan untuk mendeteksi perubahan emisi gas CO₂ dapat berfungsi dengan baik.

3.2 Hasil Pengujian Sensor DS18B20

Pengujian sensor DS18B20 dilakukan untuk mengetahui sensor tersebut dapat mendeteksi perubahan suhu atau tidak. Setelah diketahui sensor dapat mendeteksi perubahan suhu, keakuratan sensor dengan keluaran °C dibandingkan dengan alat pembanding berupa termometer digital yang tersedia secara komersial. Variasi suhu pada air digunakan untuk pengujian sensor DS18B20.

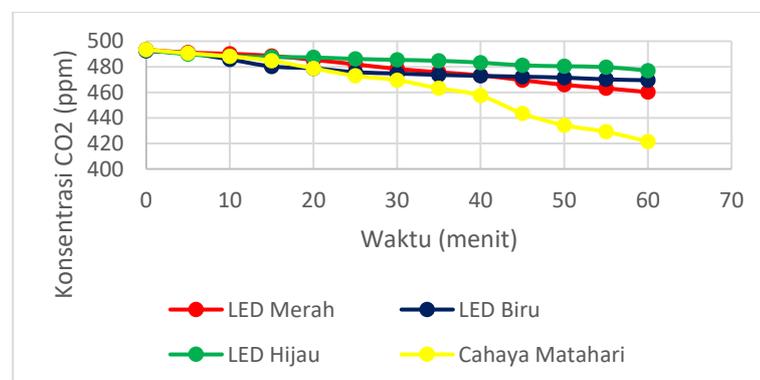
Tabel 2 Hasil pengujian sensor DS18B20

No	Temperatur dari Alat Pembanding (°C)	Temperatur dari Sensor DS18B20 (°C)	Persentase Kesalahan (%)
1	20	20,3	1,3
2	25	25,2	0,8
3	30	30,5	1,7
4	35	35,5	1,4
5	40	40,5	1,3
6	45	45,5	1,1
7	50	50,2	0,4
8	55	55,6	1,1
9	60	60,5	0,8
10	65	65,6	0,9
Rata-rata			1,08

Tabel 2 menunjukkan hasil perbandingan nilai antara keluaran sensor DS18B20 dengan alat pembanding yaitu termometer digital HI 98509-1 by HANNA. Hasil pengujian yang didapatkan persentase kesalahan sebesar 1,08 %. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sensor DS18B20 yang dirancang dapat berfungsi dengan baik.

3.3 Hasil Pengujian Variasi Sumber Cahaya Terhadap Alga *Ceratophyllum demersum*

Percobaan dilakukan untuk melihat peran alga dalam mereduksi emisi gas CO₂ untuk menghasilkan oksigen (O₂) dengan memberikan bahan yang dibutuhkan agar proses fotosintesis pada alga dapat terjadi. Hal ini dilakukan untuk melihat sumber cahaya mana yang paling berperan aktif dalam membantu proses fotosintesis alga *Ceratophyllum demersum*. pengujian dilakukan selama 4 jam masing- masing 1 jam untuk masing-masing sumber cahaya yang digunakan. Pemantauan emisi CO₂ dilakukan dengan rentang waktu selama 5 menit untuk melihat perubahan nilai konsentrasi, apakah emisi dapat berkurang atau tidak. Warna cahaya buatan yang digunakan adalah cahaya berwarna merah, hijau dan biru. Grafik dan tabel pengujian dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 3.



Gambar 3 Grafik hasil pengujian variasi sumber cahaya

Tabel 3 Pengujian Alga terhadap variasi sumber cahaya

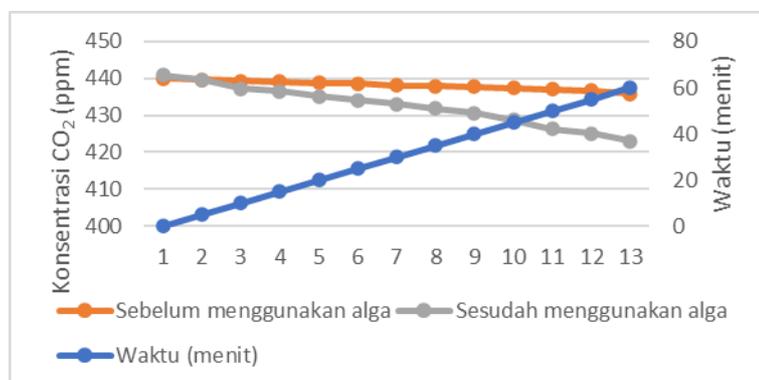
Waktu (menit)	Konsentrasi Emisi CO ₂ Terhadap Variasi Sumber Cahaya LED (ppm)						Status Kipas/Pemanas
	Merah	Biru	Hijau	Status suhu air pada alga	Cahaya Matahari	Status suhu air pada alga	
0	493,36	492,29	493,14	25,50	493,30	28,50	Mati/mati
5	491,04	490,61	489,78	25,50	490,54	28,50	Mati/mati
10	490,15	485,70	488,13	25,50	488,13	29,00	Mati/mati
15	488,49	480,23	487,59	25,50	484,66	29,00	Mati/mati
20	485,43	478,72	487,31	25,50	478,72	29,50	Mati/mati
25	481,9	475,77	486,11	25,50	472,90	30,50	Hidup/mati
30	478,32	474,73	485,38	25,50	469,50	30,50	Hidup/mati
35	475,68	473,61	484,66	25,50	463,16	30,50	Hidup/mati
40	473,28	472,90	483,23	25,50	457,43	31,00	Hidup/mati
45	469,5	472,20	481,11	25,50	443,37	30,50	Hidup/mati
50	465,83	471,50	480,41	25,50	434,27	30,50	Hidup/mati
55	463,16	470,12	479,72	25,50	429,11	29,00	Mati/mati
60	460,13	469,43	477,01	25,50	421,54	29,00	Mati/mati

Berdasarkan gambar grafik hasil pengujian di atas, alga *Ceratophyllum demersum* tetap dalam suhu normal yaitu 25,50 °C dan dapat disimpulkan bahwa cahaya matahari dapat membantu menyerap banyak CO₂ yang diakibatkan energi yang terkandung dalam cahaya matahari lebih besar dibandingkan dengan cahaya LED dengan waktu penyinaran selama 1 jam. Perubahan suhu yang terdeteksi pada penyinaran menggunakan cahaya matahari yaitu 31,00 °C selama 45 menit, karena prototipe terdapat kipas, suhu di dalam prtototipe dapat diturunkan menjadi 29,00 °C.

Hasil yang diperoleh menunjukkan semakin rendah konsentrasi gas CO₂ yang terdeteksi oleh sensor di dalam prototipe alat, maka semakin cepat alga dalam mereduksi emisi CO₂ yang dimasukkan ke dalam prototipe alat dengan bantuan cahaya sehingga emisi CO₂ dapat ditanggulangi. Berdasarkan teori, proses reduksi terjadi kerana alga melakukan proses fotosintesis. Proses ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor yang dapat mempengaruhi secara langsung seperti kondisi lingkungan maupun faktor yang tidak mempengaruhi secara langsung seperti terganggunya beberapa fungsi organ yang penting bagi proses fotosintesis (Wiraatmaja, 2017).

3.4 Hasil Pengujian Prototipe Secara Keseluruhan

Pengujian dilakukan untuk melihat peran prototipe yang di dalam nya terdapat alga *Ceratophyllum demersum* untuk menanggulangi emisi CO₂ di dalam suatu ruangan yang dihasilkan dari asap pembakaran. Pengujian dilakukan selama 2 jam, dan melihat laju pengurangan konsentrasi gas CO₂ dengan penyinaran LED berwarna merah dan biru kemudian membandingkan hasil nilai konsentrasi CO₂ sebelum dan sesudah alga digunakan.



Gambar 4 Grafik hasil pengujian prototipe secara keseluruhan

Grafik diatas menunjukkan, pada saat wadah yang terdapat alga belum digunakan, pengurangan laju konsentrasi CO₂ yang terdeteksi selama 1 jam percobaan 440,08 ppm turun menjadi 435,85 ppm. Sedangkan setelah menggunakan wadah yang terdapat 500 gr alga, selama 1 jam percobaan pengurangan laju konsentrasi CO₂ yang terdeteksi oleh sensir adalah 440,87 ppm turun menjadi 423,06 ppm. Berdasarkan data yang diperoleh bahwa prototipe yang di dalam nya terdapat alga dapat mereduksi emisi CO₂ sehingga emisi dapat ditanggulangi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa prototipe yang diciptakan dengan ukuran 45 cm x 30 cm x 25 cm dapat menurunkan konsentrasi gas CO₂ dengan menggunakan sebanyak 500 gr alga.

Pada penyinaran LED merah, biru dan hijau, alga *Ceratophyllum demersum* dapat menyerap banyak emisi CO₂ pada penyinaran sumber cahaya LED berwarna merah dan biru karena LED berwarna merah dan biru memiliki energi dengan panjang gelombang tertentu yang dapat membantu proses fotosintesis pada alga. Sedangkan pada penyinaran LED berwarna hijau, alga memantulkan cahaya tersebut, karena alga *Ceratophyllum demersum* adalah alga hijau yang umumnya sudah mengandung klorofil yang berwarna hijau sehingga panjang gelombang LED berwarna hijau dipantulkan dan pengurangan laju konsentrasi yang terjadi sangat sedikit pada penyinaran tersebut.

Sensor MQ-135 memiliki persentase kesalahan rata-rata 1,12 % dalam mendeteksi perubahan konsentrasi CO₂ dan sensor DS18B20 memiliki persentase kesalahan rata-rata 1,08 % dalam mendeteksi perubahan suhu air.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D., Purba, E. and Supriyadi, D. (2018), “Kemampuan Penyerapan CO₂ Menggunakan Tetraselmis Chuii Terhadap Intensitas Cahaya”, *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, Vol. 19 No. 1, p. 45.
- Alwan, M.N., Costrada, A.N. and Harmadi, H. (2022), “Sistem Mitigasi Emisi CO₂ pada Ruangan Menggunakan fotobioreaktor Mikroalga Berbasis Sensor MQ-135”, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 11 No. 1, pp. 1–7.
- Husni, N.L., Rasyid, J. Al, Hidayat, M.R., Hasan, Y., Rasyad, S. and Anisah, M. (2020), “Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Robot Sampah”, *Jurnal Ampere*, Vol. 5 No. 1, p. 1.
- Karvinen, K. and Karvinen, T. (2014), *Make : Getting Started with Sensors Make :*
- Kementrian Kesehatan. (2015), “PEDOMAN PENYEHATAN UDARA DALAM RUANG”, *Hukor.Kemkes.Go.Id.*
- Widyasari, E., Farel, F., Ghifari, A., Hartono, A.R., Al, S.M.P. and Syifa, A. (2018), “Teknologi Pemurnian Udara *Ceratophyllum demersum* untuk Mengatasi Sick Building Syndrome *Ceratophyllum demersum* Air Purification Technology to Solve Sick Building Syndrome”, *Proceeding Biology Education Conference*, Vol. 15 No. 1, pp. 755–759.
- Wiraatmaja, I.W. (2017), *Bahan Ajar Fotosintesis*, Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian UNUD, Bali.