

Perancangan Instalasi Sel Fotobioreaktor Mikroalga untuk Mengurangi Emisi CO₂ pada Sirkulasi Udara Mobil

Riska Maya Fitri*, Harmadi

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

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 8 Oktober 2019
Direvisi: 14 Oktober 2019
Diterima: 23 Oktober 2019

Kata kunci:

fotobioreaktor
mobil
emisi CO₂

Keywords:

photobioreactor
car
CO₂ emissions

Penulis Korespondensi:

Riska Maya Fitri
Email: riskamayafitri@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan instalasi sel fotobioreaktor mikroalga untuk mengurangi emisi CO₂ pada sistem sirkulasi udara mobil menggunakan sumber cahaya lampu neon dan LED Biru. Sistem dilengkapi dengan kontrol temperatur menggunakan sensor LM35. Fotobioreaktor berisi 1080 ml mikroalga *Chlorella vulgaris*. Pengontrolan temperatur berhasil mempertahankan suhu pada 25 °C – 35 °C. Hasil pengukuran memperlihatkan konsentrasi awal O₂ sebelum diletakkan sel fotobioreaktor pada mobil sebesar 20,4 %. Konsentrasi maksimum O₂ setelah diletakkan instalasi sel fotobioreaktor dengan menggunakan sumber cahaya lampu neon sebesar 21,0 % dan dengan sumber cahaya LED Biru sebesar 20,9 % pada menit ke 40. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa fotobioreaktor yang menggunakan sumber cahaya lampu neon menghasilkan konsentrasi O₂ lebih tinggi dibandingkan dengan sumber cahaya LED Biru. Naiknya konsentrasi O₂ mengindikasikan berkurangnya emisi CO₂ yang telah dimanfaatkan oleh mikroalga dalam proses fotosintesis sehingga menghasilkan O₂.

Microalgae photobioreactor cell installation designs out to reduce CO₂ emissions in the car's air circulation system using fluorescent light and Blue LEDs source have been conducted. The system is equipped with temperature control using an LM35 sensor. Photobioreactors contain 1080 ml of Chlorella vulgaris microalgae. Temperature control successfully maintains temperatures at 25 °C – 35 °C. The measurement results showed the initial concentration of O₂ before placing the photobioreactor cell in the car by 20.4%. The maximum concentration of O₂ after the installation of a photobioreactor cell using a fluorescent light source is 21.0% and with a Blue LED light source of 20.9% in the 40th minute. The results of this study indicate that photobioreactors using a fluorescent light source produce higher O₂ concentration compared to Blue LED light sources. These results indicate reduced CO₂ emissions in cars, which have been used by microalgae in the process of photosynthesis to produce O₂.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Mobil merupakan kendaraan yang banyak digunakan sebagai alat transportasi. Jumlah pengguna mobil semakin meningkat setiap tahun. Pengguna mobil di Indonesia pada tahun 2016 tercatat sebanyak 14.580.666 (BPS, 2017). Peningkatan penggunaan mobil menyebabkan emisi karbondioksida (CO₂) semakin meningkat. Emisi CO₂ berasal dari pembakaran bahan bakar mobil. Peningkatan konsentrasi emisi CO₂ pada kabin mobil dipengaruhi oleh sirkulasi udara yang kurang baik. Sirkulasi udara yang kurang baik dapat terjadi karena adanya kebocoran AC dan pintu mobil yang tidak tertutup rapat. Emisi CO₂ dari luar dapat masuk karena karet pada pintu mobil rusak (Restyanto, 2019).

Usaha untuk mengurangi konsentrasi emisi CO₂ pada kendaraan bermotor, yaitu membuat filter gas buang dan penggunaan fotobioreaktor mikroalga. Filter gas buang kendaraan bermotor menggunakan logam mulia. Mikroalga banyak diteliti beberapa tahun terakhir untuk penanggulangan emisi CO₂ (Hadiyanto dkk, 2018). Mikroalga memanfaatkan emisi CO₂ dalam proses fotosintesisnya sehingga menghasilkan O₂. Fotobioreaktor mikroalga menggunakan mikroalga sebagai penghasil O₂. Penggunaan mikroalga lebih ramah lingkungan. Mikroalga dapat melakukan fotosintesis dengan bantuan cahaya, baik yang berasal dari alam maupun buatan (Gultom, 2018).

Bioreaktor adalah tempat terjadinya konveksi yang melibatkan organisme tertentu menjadi suatu hasil yang dikehendaki (Jordening dan Winter, 2005). Fotobioreaktor adalah alat bioreaktor yang menggunakan sumber cahaya. Perancangan fotobioreaktor menggunakan mikroalga *Spirullina* sp dapat menyerap emisi CO₂ tertinggi yang dihasilkan adalah 0,47% (Yuliandri dkk, 2013). Perancangan fotobioreaktor mikroalga *Chlorella vulgaris* untuk mengoptimalkan konsentrasi O₂ dengan persentase di atas 20% (Biolita dan Harmadi, 2017). Konsentrasi tertinggi diperoleh pada jam 17.00 dengan sumber cahaya lampu halogen.

Penelitian ini akan menggunakan sel fotobioreaktor untuk mengurangi emisi CO₂ pada mobil. Variasi laju alir yang akan dilakukan adalah pada 0,5 L/menit, 1 L/menit, dan 2 L/menit. Konsentrasi O₂ pada masing-masing laju alir kemudian dibandingkan. Fotobioreaktor ini menggunakan mikroalga *Chlorella vulgaris* dengan sumber cahaya neon dan LED Biru.

II. METODE

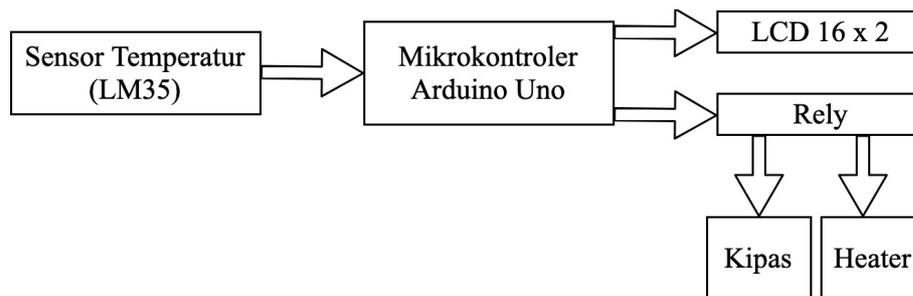
Penelitian ini dilaksanakan pada Mei 2019 sampai dengan September 2019 di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika Universitas Andalas, dan Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia Universitas Andalas.

2.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan membuat kultur mikroalga dengan medium BBM (Bold Bassal Medium). Pengkulturan dilakukan untuk melihat pertumbuhan mikroalga dengan cahaya matahari dan cahaya lampu neon. Mikroalga yang dikultur akan dihitung density optical yang dapat menjelaskan laju pertumbuhan mikroalga.

2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem Kontrol Temperatur

Diagram blok ini menunjukkan bahwa sensor LM35 akan membaca suhu sekitar, kemudian data akan dikirim ke mikrokontroler Arduino Uno. Data tersebut akan ditampilkan melalui LCD 16 x 2. Sistem kontrol temperatur pada fotobioreaktor terdiri dari rangkaian sensor temperatur (LM35), rangkaian sistem minimum mikrokontroler Arduino Uno, rangkaian LCD dan relai. Prinsip kerja dari pengontrolan temperatur pada penelitian ini yaitu diawali oleh masukan temperatur yang terbaca atau terdeteksi pada rangkaian sensor LM35, selanjutnya mikrokontroler memproses nilai temperatur yang terdeteksi tersebut. Perancangan yang diharapkan seperti pada diagram blok Gambar 1.

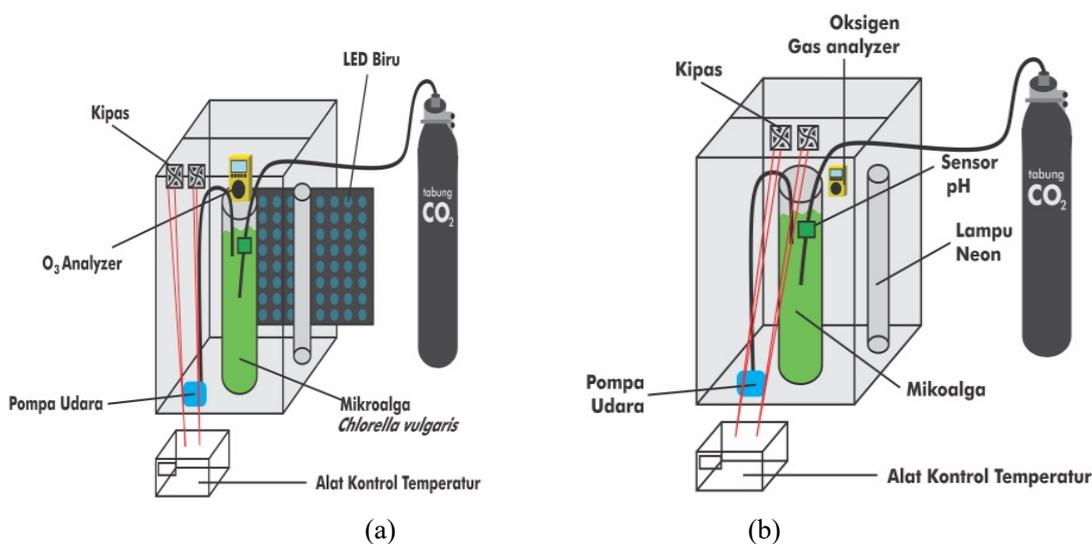


Gambar 1 Diagram blok sistem kontrol temperatur

2.3 Perancangan Sel Fotobioreaktor

Perancangan menggunakan dua buah fotobioreaktor yang memiliki tinggi 50 cm dan berdiameter 10 cm yang diletakkan di dalam *chamber* cahaya berukuran 40 cm x 50 cm x 60 cm. Masing – masing fotobioreaktor berisi 1080 mL mikroalga dengan pemberian mikroalga awal yaitu 40 mL dan pemberian nutrisi sebanyak 1000 mL. Fotobioreaktor disuplai dengan gas CO₂ dengan kecepatan alir 0,5 L/menit. Pemberian CO₂ ini dilakukan untuk mengetahui fotobioreaktor dengan sumber cahaya yang lebih baik dalam menghasilkan gas O₂.

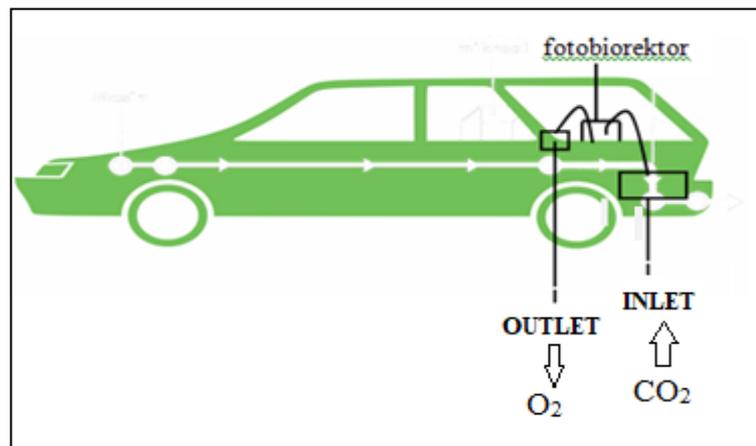
Fotobioreaktor dilengkapi dengan alat kontrol temperatur, alat kontrol ini mengatur temperatur fotobioreaktor agar tetap terjaga pada rentang 25 °C – 35 °C. Keluaran gas O₂ yang dihasilkan dari fotobioreaktor diukur menggunakan alat smart sensor. Perancangan dari fotobioreaktor ditunjukkan pada Gambar 2. Pengambilan data pada perancangan fotobioreaktor lampu neon dan LED Biru di mobil dengan variasi menit dan variasi laju CO₂. Kemudian dibandingkan O₂ pada fotobioreaktor dengan sumber cahaya LED Biru dan lampu neon.



Gambar 2 Rancangan sel Fotobioreaktor (a) sumber cahaya LED biru (b) sumber cahaya lampu neon

2.4 Perancangan Sel Fotobioreaktor Pada Sirkulasi Mobil

Sel fotobioreaktor mikroalga akan diletakkan dibagian belakang mobil. Sumber CO₂ yang akan dimanfaatkan pada sel fotobioreaktor mikroalga (input) adalah gas CO₂ dari tabung. Output yang dihasilkan yaitu konsentrasi O₂ yang meningkat. Konsentrasi O₂ akan diukur melalui selang yang dihubungkan dengan fotobioreaktor.

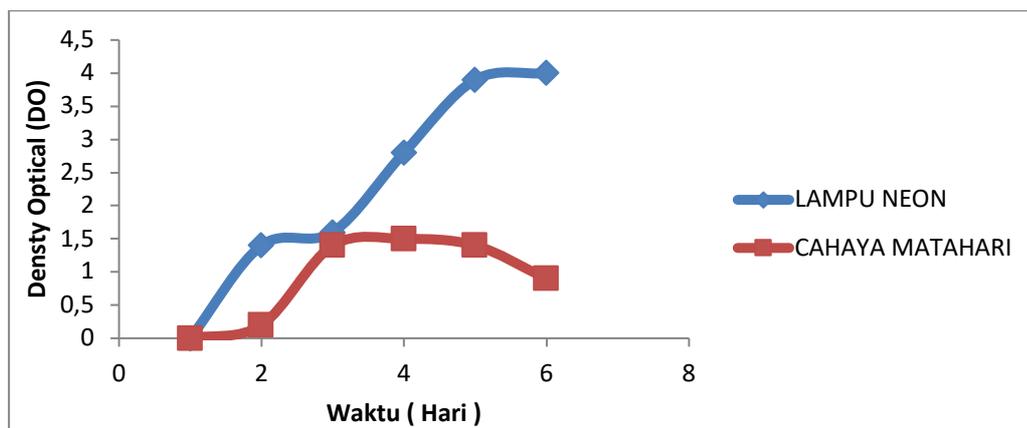


Gambar 3 Rancangan letak fotobioreaktor mikroalga

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Preparasi Sel Fotobioreaktor Mikroalga

Penelitian pendahuluan yang dilakukan sebelumnya menunjukkan pada fotobioreaktor mikroalga dengan sumber cahaya matahari menyebabkan *Density Optical* mengalami penurunan. Fotobioreaktor dengan sumber cahaya neon dapat menaikkan *Density Optical* sampai 4,0. Nilai *Density Optical* yang meningkat menunjukkan jumlah sel yang semakin banyak pada mikroalga seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 4.

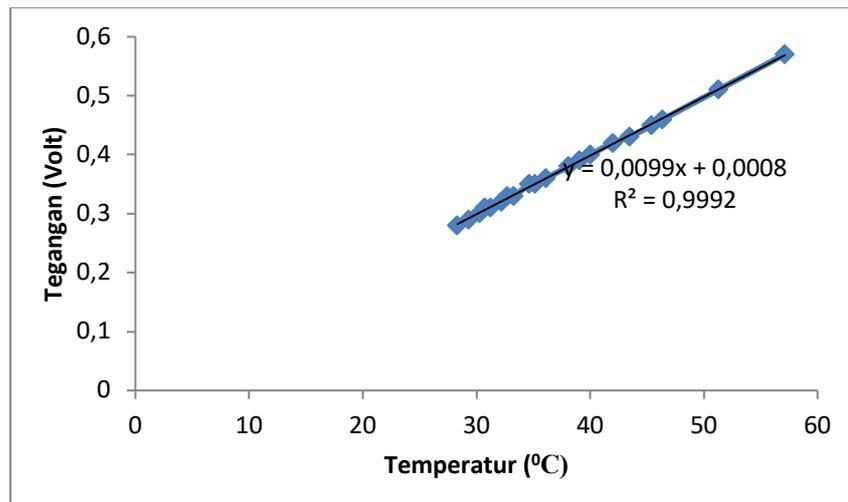


Gambar 4 Grafik pertumbuhan mikroalga dengan variasi sumber cahaya

Berdasarkan grafik Gambar 4 dapat dilihat bahwa sel fotobioreaktor yang menggunakan sumber cahaya buatan menghasilkan pertumbuhan mikroalga yang lebih maksimal. Penurunan nilai *Density Optical* yang terjadi disebabkan sinar matahari yang tidak selalu konstan. Penurunan nilai *Density Optical* terlihat pada hari ke 5. Kondisi cuaca yang mendung juga mengakibatkan sinar matahari tidak maksimal sampai ke sel fotobioreaktor.

3.2 Hasil Karakterisasi Sensor LM35

Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari sensor. Karakterisasi sensor LM35 dilakukan pada rentang suhu 28 °C - 57 °C. Data karakterisasi suhu terendah yang didapatkan 28 °C. Fungsi transfer yang didapatkan dari hasil perbandingan antara keluaran sensor dengan nilai temperatur yaitu $Y = 0,0099x - 0,0008$. Nilai tersebut menunjukkan setiap kali kenaikan suhu 1 °C menghasilkan perubahan tegangan keluaran sebesar 0,0099 volt dan memiliki tegangan offset sebesar - 0,0008 volt. Nilai tegangan offset ini merupakan nilai tegangan awal sensor pada temperatur 0 °C bernilai 0,0008 volt. Hasil karakterisasi sensor dapat dilihat pada Gambar 5.



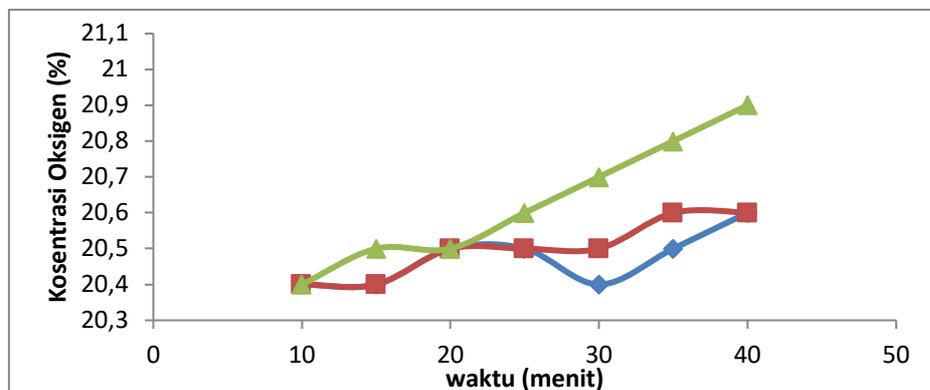
Gambar 5 Grafik hasil karakterisasi sensor LM35

3.3 Hasil Pengujian Fotobioreaktor Pada Mobil

Perancangan rancangan sel fotobioreaktor mikroalga melalui beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu karakterisasi sensor LM35 yang akan digunakan sebagai sensor suhu dalam sistem kontrol fotobioreaktor. Sistem kontrol suhu ini akan menggunakan kipas dan heater yang akan membantu mendinginkan atau memanaskan suhu ruang fotobioreaktor. Tahap kedua adalah pengujian alat pada mobil sehingga didapatkan konsentrasi sebelum dan sesudah diletakkan fotobioreaktor di dalam mobil.

3.3.1 Fotobioreaktor dengan sumber cahaya lampu neon

Pengambilan data ini di depan Plaza MIPA selama 40 menit waktu pengamatan. Perancangan fotobioreaktor dilakukan dengan 3 variasi laju alir emisi CO₂. Konsentrasi oksigen yang diperoleh pada mobil dengan sumber cahaya neon laju alir 0,5 L/menit dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik konsentrasi O₂ dengan sumber cahaya lampu neon pada mobil laju alir emisi CO₂ 2L/menit

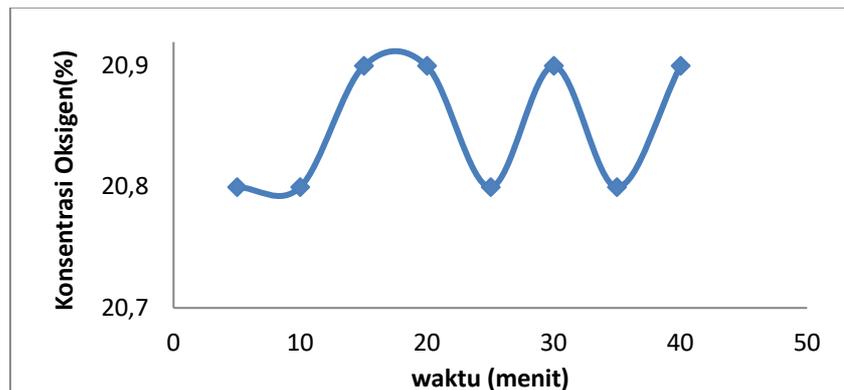
Gambar 6 menunjukkan adanya perubahan konsentrasi O₂ pada mobil setelah diletakkan fotobioreaktor dalam mobil. Konsentrasi awal O₂ dalam mobil sebelumnya adalah 20,4%, dan mengalami peningkatan per lima menit. Perubahan ini dipengaruhi suhu di mobil dan sumber cahaya yang digunakan. Variasi pemberian CO₂ juga mempengaruhi O₂ yang dihasilkan. Semakin besar CO₂ yang diberikan semakin banyak O₂ yang dihasilkan mikroalga. Diantaranya yang mempengaruhi perubahan konsentrasi oksigen adalah lamanya penyinaran dikarenakan energi yang cukup mempermudah berlangsungnya fotosintesis (Andriyono, 2001)

Fotobioreaktor ini mengalami kenaikan konsentrasi O₂ pada menit kedua dan selanjutnya hingga maksimal oksigen yang terukur adalah 21,0%. setelah lebih dari 40 menit konsentrasi dari

oksigen tidak lagi mengalami peningkatan hingga 2 jam pengamatan dengan suhu maksimal 32 °C. Pengaruh suhu terhadap pertumbuhan mikroalga juga di tunjukan pada proses fotosintesisnya. Suhu yang tinggi akan mengasilkan energi untuk mikroalga melakukan proses fotosintesis. Kelebihan dari tumbuhan adalah ketika suhu tinggi maka energi yang berlebih yang diterima oleh tumbuhan akan ditranpirasikan oleh daun berupa embun didaun (Frank, 1991).

3.3.2 Fotobioreaktor dengan sumber cahaya lampu LED Biru

Pengambilan data ini dilakukan di mobil. Hasil konsentrasi oksigen yang diperoleh pada mobil dengan sumber cahaya neon dapat dilihat pada Gambar 7 dengan laju alir CO₂ 2 L/menit.

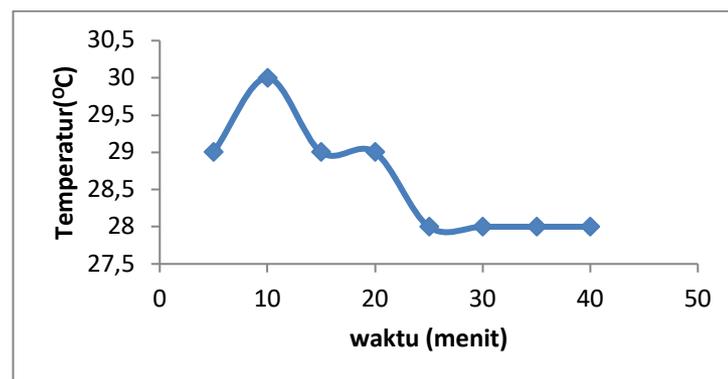


Gambar 7 Grafik konsentrasi O₂ dengan sumber cahaya lampu LED pada mobil

Gambar 7 menunjukkan adanya perubahan konsentrasi O₂ pada mobil stabil pada konsentrasi 20,8% dan 20,9% selama 40 menit pengukuran dan masih konstan dimenit-menit berikutnya. Konsentrasi awal O₂ dalam mobil sebelumnya sebesar 20,4%. Peningkatan konsentrasi O₂ tidak signifikan seperti yang terlihat pada grafik Gambar 7. Berdasarkan data yang didapatkan LED Biru mampu mempertahankan konsentrasi O₂.

3.3.3 Hasil pengontrolan temperatur

Sistem kontrol temperatur berhasil mempertahankan temperatur 25 °C sampai 35 °C. Hasil pengontrolan temperatur dapat dilihat pada Gambar 8. Berdasarkan data temperatur yang diperoleh mikroalga hidup dengan temperatur 28 °C – 30 °C.



Gambar 8 Pengontrolan temperatur pada sel fotobioreaktor

IV. KESIMPULAN

Rancangan fotobioreaktor mikroalga *Chlorella vulgaris* dengan menggunakan lampu neon dan lampu LED telah mampu menaikkan konsentrasi O₂ pada mobil. Rancangan fotobioreaktor dengan sumber cahaya lampu neon dengan laju alir emisi CO₂ sebesar 2 L/menit menghasilkan konsentrasi O₂ yang lebih tinggi dibandingkan dengan fotobioreaktor dengan lampu LED Biru. Konsentrasi maksimum adalah 21,0% yang diperoleh dari fotobioreaktor lampu neon pada mobil dengan suplai gas CO₂ pada menit ke 40.

DAFTAR PUSTAKA

- Andryono, S., Pengaruh Periode Penyinaran Terhadap Pertumbuhan Isochrysis Galbana Klon Tahiti, Skripsi, IPB, Bogor, Hal. 212-216, 2001.
- Biolita, N.O., Harmadi. Perancangan Fotobioreaktor Mikroalga Chlorella Vulgaris Untuk Mengoptimalkan Konsentrasi Oksigen (O₂), Jurnal Fisika Unand. 6 (3), 296-305, 2017.
- BPS, 2017, perkembangan jumlah kendaraan bermotor menurut jenisnya, www.bps.go.id: www.BPS.go.id/Tabeldinamis/view/id/1133, diakses Juni 14 2019.
- Gultom, S.O., Mikroalga sumber energi terbarukan masa depan, Jurnal Kelautan, 11(1), 2018.
- Hadiyanto, Samidjan, I., Kumoro, A.C., Silviana, Produksi Mikroalga Berbiomasa Tinggi dalam Bioreaktor Open Pond, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia, Yogyakarta, 2012.
- Restyanto, 2019, Udara Luar Masuk Kabin Mobil, <https://cintamobil.com/perawatan-dan-service/udara-luar-masuk-kabin-mobil-bisa-jadi-air-duct-flap-rusak-aid3500>, diakses 1 juli 2019
- Yuliandri, F., Utama, Y.D., Buchori, L., Biofiksasi CO₂ Oleh mikroalga Spirullina Sp. Dalam Upaya Pemurnian Biogas, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, 2(4), Hal. 125-131, 2013.