ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR DENGAN SUBSTRAT LUMPUR SAWAH TERHADAP PRODUKSI ARUS LISTRIK *MICROBIAL FUEL CELL*

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE PRODUCTION OF MICROBIAL FUEL CELL ELECTRIC CURRENT WITH THE SLUDGE SUBSTRAT

Wisnu Adi Purnama[1], M. Ramdlan Kirom [2], Ahmad Qurthobi [3]
[1,2,3] Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
[1]wisnuadp@student.telkomuniversity.ac.id, [2]mramdlankirom@telkomuniversity.ac.id,
[3]qurthobi@telkomuniversity.ac.id

Microbial Fuel Cell (MFC) adalah sistem yang memanfaatkan bakteri untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan arus listrik dengan pengaruh temperatur dari variasi antara 28ºC - 38ºC. Sedangakan untuk reaktor menggunakan jembatan garam dual chamber dengan kompartemen anoda dan katoda, dalam reaktor dual chamber ini untuk kompartemen anoda diisi oleh substrat lumpur sawah sedangkan untuk kompartemen katoda diisi dengan cairan akuades. Untuk eletrodanya menggunakan seng dan tembaga. Elektron yang mengalir pada arus listrik ditransfer melalui anoda menuju katoda sedangkan untuk proton dialirkan melalui jembatan garam. Penelitian ini mencapai energi 6677 mJ pada temperatur 38 ºC, dan daya sebesar 0.4637 mW pada temperatur 38 ºC. Sedangkan untuk hasil dari pengukuran kuat arus listrik tertinggi dengan nilai 0.581 mA pada temperatur 38 ºC dan tegangan tertinggi dengan nilai 0.847 pada temperatur 38 ºC. Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa produksi arus listrik dari perubahan temperatur tidak terlalu mendapatkan dampak yang signifikan, temperatur 38 ºC adalah suhu yang paling baik dalam menghasilkan arus listrik.

Kata kunci: *Microbial Fuel Cell*, Suhu, lumpur sawah.

Abstract
Microbial Fuel Cell (MFC) is a system that utilizes bacteria to oxidize organic and inorganic materials. This study aims to produce electric current with the effect of temperature variations between 28ºC - 38ºC. While the reactor using a salt bridge dual chamber with the anode and cathode compartment, in a dual reactor chamber to the anode compartment is filled by mud fields substrate while the cathode compartment filled with liquid aquades water. For electrodes using zinc and copper. Electrons flowing in the electric current is transferred through the anode to the cathode while the proton is passed through the salt bridge. The study reached 6677 mJ energy at a temperature of 38 ° C, and a power of 0.4637 mW at a temperature of 38 ºC. As for the results of measurements of highest electrical current strength with value 0. 581 mA at a temperature of 38 ° C and the highest voltage with a value of 0847 at a temperature of 38 ºC. Based on the results of this study can be concluded that the production of electric current from a temperature change is not too have a significant impact, the temperature of 38 ° C is the best temperature to produce an electric current.

Keywords: Microbial Fuel Cell, temperature, mud fields.

Pendahuluan

Sebagai negara agraris, Indonesia dianugerahi kekayaan alam yang sangat melimpah[1]. Luas lahan sawah di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 8,19 juta hektar atau meningkat sekitar 1,16% dari tahun sebelumnya. Berdasarkan data Kementrian Pertanian, jumlah tersebut terdiri dari 4,78 juta hektar sawah irigasi dan 3,4 juta hektar sawah non irigasi[2]. Oleh karena itu melimpahnya lahan sawah di Indonesia maka melimpah pula lumpur sawah, lumpur sawah dapat dimanfaatkan sebagai bakteri untuk menghasilkan energi listrik.

Microbia Fuel Cell atau lebih dikenal dengan singkatan MFC merupakan sistem pembangkit energi listrik dengan memanfaatkan interaksi bakteri yang berada di alam dengan mengubah bahan organik menjadi energi listrik[3]. Sifat bakteri yang dapat mendegradasi medium organik (*enrichment media*) pada MFC *(Microbial Fuel Cell)* menghasilkan ion elektron dan proton. Ion-ion inilah yang menghasilkan perbedaan potensial listrik sehingga dapat dihasilkan energi. Umumnya pada sistem konvensional, MFC terdiri dari dua ruang yang terdiri dari ruang anoda dan katoda. Kedua ruang tersebut dipisahkan oleh sebuah membran tempat terjadinya pertukaran proton (*proton exchange membrane*).

Dalam penelitian ini kompartemen anoda akan diberikan penambahan panas yang dikontrol menggunakan mikrokontroler. Penelitian ini akan mengamati pengaruh dari perubahan suhu pada substrat terhadap energy yang

dihasilkan. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan selama seminggu dan dilakukan pengambilan data tegangan dan kuat arus setiap 4 (empat) jam sekali.

1. Dasar Teori

1.1 Microbial Fuel Cell

Microbial Fuel Cell merupakan perangkat yang menggunakan bakteri sebagai katalis untuk mengoksidasi zat organik dan anorganik sehingga menghasilkan arus listrik[5]. MFC pada umumnya terdiri dari katoda, anoda, membran penukar kation atau proton, dan rangkaian listrik. Reaksi yang terjadi pada anoda dan katoda adalah sebagai berikut:

$$\text{Anoda: } C_6H_{12}O_6 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 24e^- + 24H^+ \quad (2.1)$$

$$\text{Katoda: } O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O \quad (2.2)$$

1.2 Elektroda

MFC atau sel bahan bakar biologis merupakan suatu sistem berbasis prinsip bioelektrokimia, sehingga diperlukan material elektroda berupa anoda dan katoda dalam aplikasinya. Katoda adalah elektroda dimana muatan negatif memasuki perangkat listrik, sedangkan anoda dimana muatan negatif meninggalkan suatu bahan.

1.3 Jembatan Garam

Dalam penelitian ini, Menggunakan jenis MFC *Dual Chamber* yang intinya memiliki dua ruang yang dipisahkan oleh membran penukar kation (PEM) atau jembatan garam. Membran pada jembatan garam haruslah permeable atau dapat ditembus sehingga proton yang dihasilkan pada anoda dapat berpindah ke katoda. Membran ini juga berfungsi sebagai penghalang agar tidak terjadi transfer jenis lain seperti subsrat dan lainnya. Kekurangan dari penggunaan jembatan garam adalah output yang lebih rendah dibandingkan menggunakan membran khusus pada MFC seperti Cation Exchange Membrane (CEM), namun mengingat harga dari CEM yang cukup tinggi[12], penggunaan jembatan garam merupakan pilihan yang sesuai.

1.4 Energi yang Dihasilkan

Energi yang dihasilkan dari suatu MFC akan bergantung pada bakteri –bakteri yang bekerja pada MFC tersebut dan proses elektrokimia. Perhitungan energi yang dihasilkan oleh MFC adalah keluaran (daya) yang dihasilkan dengan lamanya proses yang terjadi pada MFC dengan rumus:

$$E = P \times t \quad (2.3)$$

Dengan:

P = Daya yang dihasilkan (Watt)
T = Waktu (s)

Daya merupakan perhitungan antara tegangan dengan arus yang dihasilkan

$$P = V \times I \quad (2.4)$$

Dengan:

V = Tegangan (volt)
I = Arus (ampere)

Sedangkan untuk rapat daya merupakan perbandingan antara energi yang dihasilkan dengan luas area penampang elektroda yang digunakan

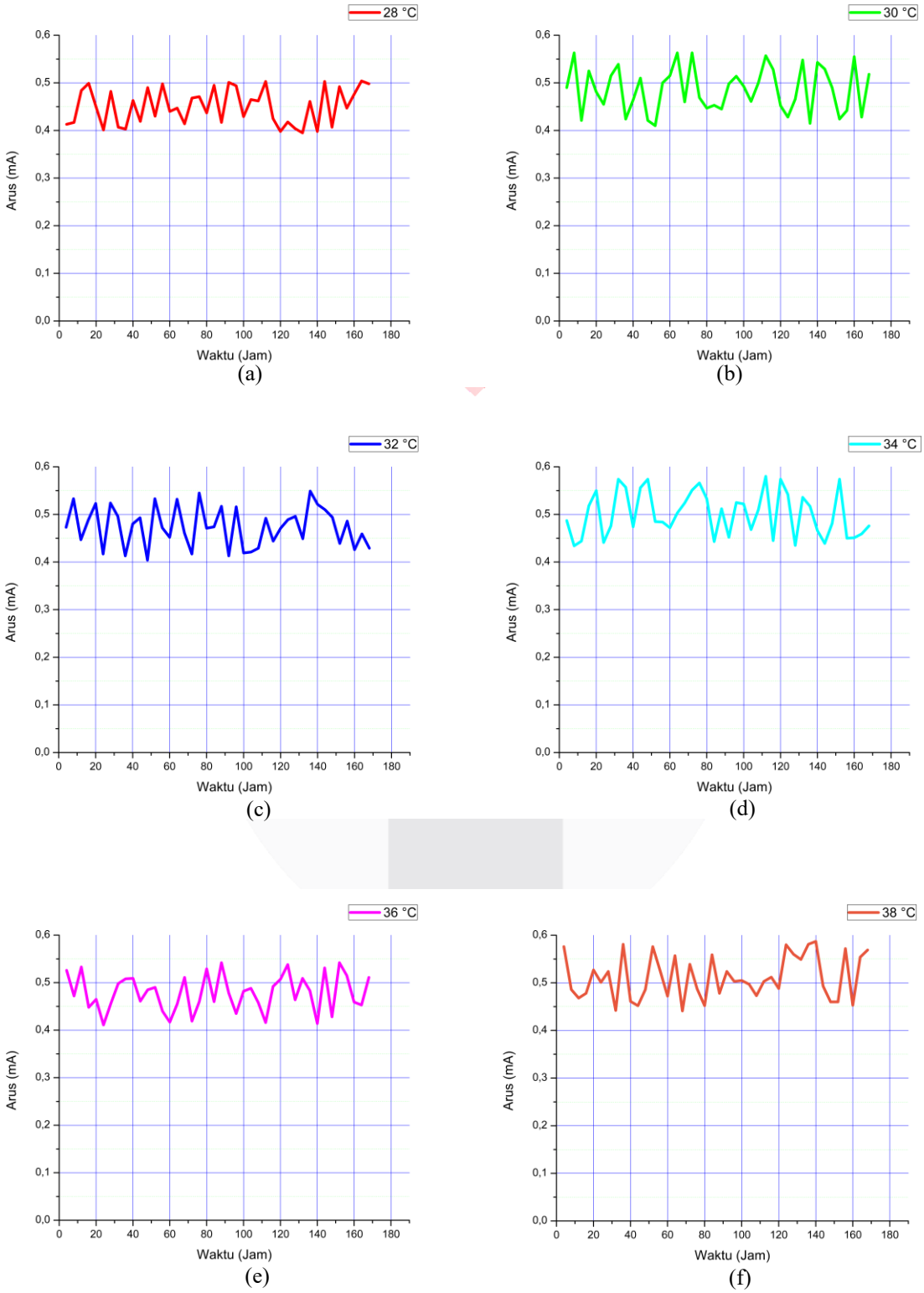
$$P_d = \frac{P}{A} \quad (2.5)$$

P_d = Kerapatan Daya (Watt/ m^2)

P = Daya yang dihasilkan (Watt)
A = Luas area elektroda (m^2)

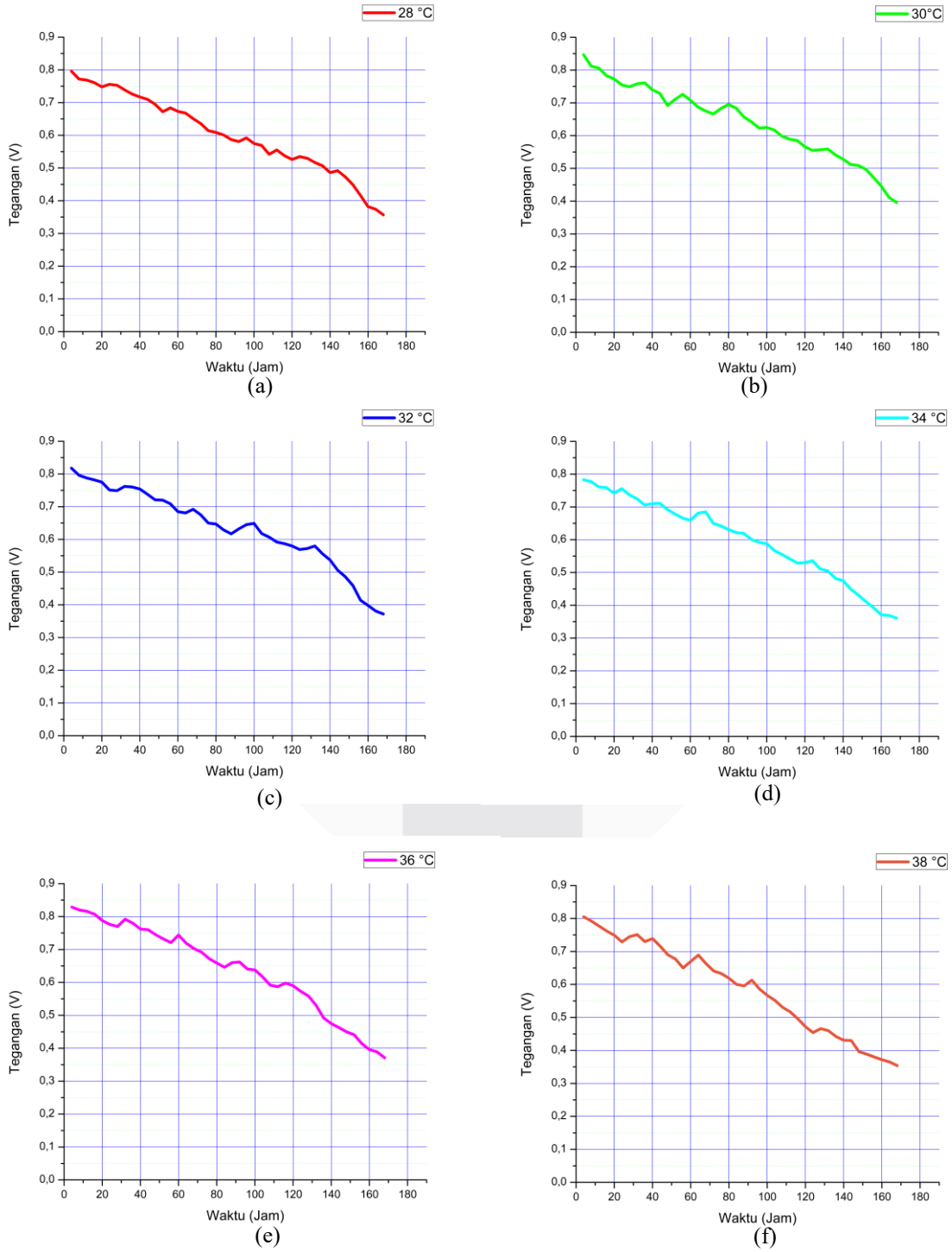
2. Pembahasan

2.1 Hasil Pengkuran Kuat Arus Listrik dan Tegangan Pada Variasi Temperatur



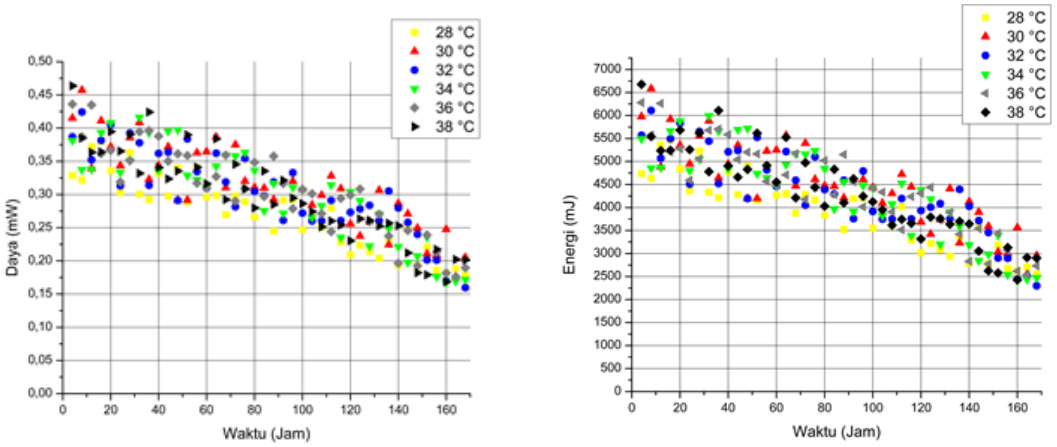
Gambar 2.2 Grafik Kuat Arus Dalam Berbagai Temperatur

Pada grafik kuat arus dalam berbagai temperatur, grafik ini merupakan keluaran kuat arus terhadap waktu. Pada gambar grafik 4.2(a) menunjukkan hasil kuat arus terhadap waktu pada temperatur 28 ºC dengan nilai tertinggi 0.504 mA, pada gambar grafik 4.2(b) menunjukkan hasil kuat arus terhadap waktu pada temperatur 30 ºC dengan nilai 0.563 mA, pada gambar grafik 4.2(c) menunjukkan hasil kuat arus terhadap waktu pada temperatur 32 ºC dengan nilai tertinggi 0.549 mA, pada gambar grafik 4.2(d) menunjukkan hasil kuat arus terhadap waktu pada temperatur 34 ºC dengan nilai tertinggi 0.574 mA, pada gambar grafik 4.2(e) menunjukkan hasil kuat arus terhadap waktu pada temperatur 36 ºC dengan nilai tertinggi 0.542 mA, pada gambar 4.2(f) menunjukkan hasil kuat arus terhadap waktu pada temperatur 38 ºC dan merupakan nilai arus paling maksimal dengan nilai 0.581 mA. Nilai arus memiliki range diantara 0.3 sampai dengan 0.6 mA dimana perubahan tersebut tidak terlalu signifikan terhadap hasil keluaran sistem.



Gambar 2.3 Grafik Tegangan Dalam Berbagai Temperatur

Pada percobaan ini tegangan tertinggi terdapat pada suhu 30 ºC dengan nilai 0.847 volt (V). Pada semua suhu tegangan mengalami trend yang sama yaitu mengalami tingkat penurunan, dikarenakan bakteri semakin lama semakin kecil melakukan metabolisme sehingga tegangannya semakin lama semakin menurun. Ini terjadi dikarenakan mikroorganisme yang bekerja pada substrat mengalami pelepasan energi untuk melakukan metabolisme yang menyebabkan tidak terjadinya kenaikan tegangan pada setiap suhu pada range 28 ºC – 38 ºC.



(a) (b)

Gambar 2.4 (a) Grafik Daya Dalam Berbagai Temperatur. (b) Grafik Energi Dalam Berbagai Temperatur

Pada grafik daya diatas hasil tertinggi berada pada temperatur 38 ºC yaitu 0.4637 mW. Hal ini disebabkan karena faktor arus yang dihasilkan pada temperatur tersebut merupakan yang paling besar. Untuk daya paling besar berada pada temperatur 30 ºC dengan nilai 6677 mJ .

3. Kesimpulan

Dari Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bawha *Microbial Fuel Cell* dengan substrat lumpur sawah dan dengan variasi temperatur, mampu menghasilkan energi hingga 6677 mJ pada temperature 38 ºC, dan daya maksimum juga didapat pada temperatur 38 ºC sebesar 0,4637 mW. Bakteri mesofilik tidak terlalu mendapatkan dampak dikarenakan masih dalam rentang suhu hidup bakteri tersebut.

4. Daftar Pustaka

[1] Julianto, A. P. “ Negara Agraris,” kumparan 2010.
[2] Kementan. “ Luas Lahan Sawah.” Databoks 2018.
[3] Fikri M, “Microbial Fuel Cell Energi Listrik Alternatif dari Bakteri,” Institut Teknologi Bandung 2011.
[4] Pratiwi dkk. 2004. *Penuntun Biologi SMA untuk Kelas X*. Erlangga: Jakarta.
[5] Logan, B. E. (2008). *Microbial Fuel Cells.* New Jersey: John & Wiley Inc.
[6] Singh, D. (2010). Microbal Fuel Cells: A Green Technology for Power Generation. *Scholars Research Library, 3*, 128-138.
[7] Monier, J. M. (2008). Microbial Fuel Cell: From Biomass (waste) to Electricity. *ResearchGate*.
[8] Chang, R. (2005). *Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti* (3rd ed.). Jakarta: Erlangga.