

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada periode 2012-2018, penggunaan energi di Indonesia meningkat rata-rata sebesar 4,71% per tahun. Menurut data yang dikeluarkan oleh BPPT dalam Outlook Energi Indonesia 2018, kebutuhan energi seperti bahan bakar minyak (BBM) secara terus-menerus akan meningkat, tergantung jumlah populasi manusia yang semakin bertambah. Banyaknya permintaan sangat berpengaruh terhadap harga sehingga menjadi sangat tinggi, ditambah lagi dengan rasio cadangan produksi sumber energi fosil [1]. Potensi pemanfaatan batubara merupakan yang paling tinggi sekitar 75 tahun kemudian akan habis, sedangkan untuk pemanfaatan potensi gas masih dapat bertahan sampai 33 tahun kemudian menurut data yang dikeluarkan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dalam Outlook Energi Indonesia 2018 [1].

Listrik menjadi kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan manusia sehari-hari. Di Indonesia, konsumsi listrik setiap tahunnya meningkat sangat pesat bersamaan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi. Berdasarkan data Kementerian ESDM pada tahun 2018, Indonesia mengalami kenaikan konsumsi listrik sebesar 1.064 kWh/kapita, naik 5,1% dari tahun sebelumnya [2]. Keadaan ini harus segera diatasi dengan pemanfaatan energi terbarukan atau energi alternatif lainnya. Saat ini pemerintah terus mendorong pengembangan energi terbarukan yang mengacu pada Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2010-2025, yang menargetkan prosentase pemanfaatan energi baru terbarukan dalam bauran energi nasional minimal sebesar 23% pada tahun 2025 [3]. Namun, faktanya saat ini Indonesia masih sangat ketergantungan terhadap energi fosil. Potensi pemanfaatan energi terbarukan masih sangat rendah yaitu 5%. Maka dari itu, pemerintah mendorong Kementerian ESDM, pemerintah daerah, dan pihak swasta untuk bisa direalisasikan agar dalam kurun waktu 8 tahun kedepan terjadi peningkatan konsumsi energi terbarukan sebesar 23% [3].

Fuel cell merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang bisa ditemukan dan dikembangkan menjadi energi di masa depan. *Fuel cell* merupakan sebuah alat

elektrokimia yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik dengan menggunakan hidrogen sebagai bahan bakar dan oksigen sebagai oksidannya [4]. *Fuel cell* dapat menyimpan daya berupa tegangan listrik yang lebih besar dibandingkan dengan baterai. Selain itu, *fuel cell* ini termasuk dalam kategori sumber energi listrik yang ramah lingkungan karena limbah yang dihasilkannya berupa air. Jenis-jenis *fuel cell*, yaitu *Phosphoric Acid Fuel Cell* (PAFC), *Molten Carbonate Fuel Cell* (MCFC), *Solid Oxide Fuel Cell* (SOFC), *Solid Polymer Electrolyte Fuel Cell* (SPEFC) [4]. Teknologi yang sudah banyak dikembangkan salah satunya yaitu *electrochemical system*. *BioElectrochemical System* adalah sebuah sistem dimana mikroorganisme dapat berinteraksi dengan elektroda menggunakan elektron yang diberi atau dilepas melalui rangkaian listrik. Jenis *BioElectrochemical System* yang paling banyak digunakan adalah Sel Tunam Mikroba (STM) atau *Microbial Fuel Cell* (MFC) [5].

STM atau MFC dikenal sebagai suatu sistem bio-elektrokimia yang dapat mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik dengan memanfaatkan metabolisme alami dari mikroba [6]. MFC dapat menghasilkan arus listrik dari berbagai macam substrat organik dengan memanfaatkan metabolisme bakteri. Beberapa jenis macam bahan organik *biodegradable* yang dapat digunakan dalam MFC seperti karbohidat, protein, asam volatil, alkohol dan selulosa [7]. Peranan penting dalam MFC adalah pemilihan elektroda yang tepat (katoda dan anoda) yang dapat mempengaruhi daya keluaran [8]. Jarak antar elektroda juga sangat penting dalam kinerja MFC, sehingga jarak harus sedekat mungkin untuk mengatasi kebocoran listrik dan mengurangi nilai resistansi internal [9].

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Akbar (2017), “Analisis Pengaruh Material Logam Sebagai Elektroda Microbial Fuel Cell terhadap Produksi Energi Listrik”, dengan menggunakan alumunium, seng, dan tembaga sebagai elektroda dan lumpur sawah sebagai substrat. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan nilai tegangan yang dihasilkan sebesar 0,466 V, kuat arus sebesar 0,14 mA, dan kerapatan daya 32,62 dengan menggunakan kombinasi seng dan tembaga [10]. Dalam penelitian tugas akhir ini, peneliti akan melakukan eksperimen yang berkaitan dengan pengaruh luas penampang elektroda terdistribusi terhadap karakteristik arus dan tegangan pada sel tunam mikroba. Penelitian ini dilakukan

dengan menggunakan metoda skema *single chamber*. Elektroda terdistribusi menjadi empat bagian dari penelitian sebelumnya dengan luas penampang yang sama. Kompartemen anoda berwujud terbuka di lingkungan dengan empat bagian yang dilengkapi dengan pelat elektroda yang terdistribusi menjadi empat bagian dengan masing-masing dimensi 5 cm × 2 cm dan mengelilingi kompartemen katoda, sedangkan pada kompartemen katoda berbentuk tabung yang memiliki diameter 10 cm dan tinggi 15 cm. Kedua kompartemen tersebut dihubungkan oleh jembatan garam. Sistem pengukuran pada sel tunam mikroba ini tidak pada reaktor tertutup, tetapi pada reaktor terbuka ataupun bebas yang diukur menggunakan multimeter.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

Bagaimana pengaruh luas penampang elektroda terdistribusi terhadap karakteristik arus dan tegangan pada sel tunam mikroba?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

Dapat mengetahui pengaruh luas penampang elektroda terdistribusi terhadap karakteristik arus dan tegangan pada sel tunam mikroba.

1.4. Batasan Masalah

Permasalahan yang akan dibatasi dalam penelitian ini, antara lain :

1. Substrat yang digunakan pada kompartemen anoda berupa substrat yang bersifat alami yaitu lumpur sawah.
2. Kompartemen anoda berwujud terbuka di lingkungan, sedangkan kompartemen katoda diisi dengan menggunakan akuades dan suplai oksigen secara alami untuk membantu proses pengikatan ion hidrogen.
3. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam jenis bakteri yang digunakan untuk memecah molekul biodegradasi dan homogenitas larutan garam pada jembatan garam.
4. Reaktor yang digunakan dalam sistem STM ini adalah skema *single chamber*.

5. Kompartemen anoda berwujud terbuka di lingkungan dengan empat bagian yang dilengkapi dengan pelat elektroda yang terdistribusi menjadi empat bagian dengan masing-masing dimensi $5\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ dan mengelilingi kompartemen katoda, sedangkan pada kompartemen katoda berbentuk tabung yang memiliki diameter 10 cm dan tinggi 15 cm . Kedua kompartemen dihubungkan dengan jembatan garam.
6. Elektroda yang digunakan dalam penelitian ini adalah seng dan tembaga yang berbentuk pelat dengan dimensi $5\text{ cm} \times 2\text{ cm}$.
7. Data yang dikarakteristik adalah nilai arus dan tegangan pada luas penampang elektroda.
8. Pengambilan data akan dilakukan dengan menggunakan multimeter.
9. Pengukuran dilakukan secara terbuka dengan memperhatikan lingkungan seperti temperatur dan pH.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur untuk mempelajari dan memahami pengetahuan mengenai perangkat Sel Tunam Mikroba. Studi literatur didapatkan dari jurnal penelitian nasional maupun internasional dan beberapa penelitian tugas akhir sebelumnya.

2. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem STM dengan skema *single chamber* dengan kompartemen anoda berbentuk pelat yang terdistribusi menjadi empat bagian dan mengelilingi kompartemen katoda, sedangkan pada kompartemen katoda berbentuk tabung yang dikelilingi oleh empat bagian kompartemen anoda.

3. Pembuatan Sistem

Berdasarkan skema perancangan yang telah dibuat, komponen-komponen penyusun dirangkai sehingga menjadi rangkaian sistem STM yang sesuai.

4. Pengujian dan Pengambilan Data

Pada tahap ini proses pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan mengkararakteristik arus dan tegangan yang dihasilkan sistem STM pada multimeter.

5. Analisis

Data pengukuran yang didapatkan kemudian dianalisis sesuai hasil pengukuran. Dan dievaluasi terhadap target yang ingin dicapai.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini, antara lain :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan metode penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi teori-teori dasar yang mendukung penelitian berkaitan dengan Sel Tunam Mikroba, sel volta, jembatan garam, material elektroda, dan *state of the art* dari penelitian ini.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini menjelaskan mengenai rancangan penelitian, alat dan bahan penelitian, variabel penelitian, prosedur penelitian, dan tahapan kegiatan yang akan dilakukan untuk pengujian dan pengambilan data.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil pengujian yang telah dilakukan serta analisis dan evaluasi terhadap penelitian yang dilakukan.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan terhadap penelitian yang dilakukan dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.