

ABSTRAK

Keterbatasan bahan bakar fosil dan meningkatnya emisi gas rumah kaca menjadi tantangan untuk melakukan transisi ke energi yang lebih bersih. Indonesia menghasilkan 1,3 gigaton CO₂ pada tahun 2022 menjadikan salah satu negara yang menyumbangkan CO₂ terbesar di dunia. *Proton Exchange Membrane Fuel cell* (PEMFC) menjadi teknologi yang menjanjikan karena dapat menghasilkan listrik dengan emisi yang lebih rendah melalui reaksi elektrokimia antara hidrogen dan oksigen. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem kontrol aliran hidrogen dan oksigen untuk meningkatkan efisiensi serta kinerja PEMFC. Sistem ini akan menggunakan satu *stack* PEMFC, sehingga hanya digunakan untuk skala laboratorium. Penelitian ini akan merancang sistem kontrol yang mampu secara otomatis menyesuaikan aliran gas berdasarkan perubahan beban listrik. Penelitian sebelumnya, sistem kontrol pada *fuel cell* umumnya menggunakan metode PID untuk mengatur aliran gas hidrogen dan oksigen. Penelitian ini mengembangkan pendekatan baru dengan mengintegrasikan kontrol fuzzy yang memungkinkan sistem untuk beradaptasi dengan lebih cepat terhadap perubahan beban dan mengoptimalkan respon terhadap *dropset voltage*. Sistem ini mengintegrasikan sensor INA219 untuk mendeteksi tegangan dan arus, serta *pneumatic valve* yang terhubung servo untuk mengatur aliran hidrogen dan oksigen dari *electrolyzer*. Hasil pada pengujian sistem kontrol *flow rate* dengan *fuzzy logic* yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem kontrol yang dirancang mampu menjaga stabilitas tegangan *fuel cell*, dimana sistem mampu merespons penurunan tegangan hingga level kritis 0.45 V dan berhasil mengembalikannya ke level operasional normal sekitar 0.6 V. Parameter keberhasilan utama tercapai melalui validasi bahwa peningkatan tegangan input pada *electrolyzer* seperti dari 3.3 V ke 4.9 V secara langsung meningkatkan produksi gas, yang menaikkan tegangan output *fuel cell* secara signifikan yaitu dari 0.008 V menjadi 0.928 V.

Kata Kunci: *fuel cell, electrolyzer, kontrol flow rate, fuzzy logic*