

ABSTRAK

Pengendalian suhu yang efektif pada Proton Exchange Membrane (PEM) *fuel cell* dan *electrolyzer* merupakan faktor penting untuk menjaga efisiensi, kestabilan, dan umur pakai sistem. Kenaikan suhu yang tidak terkontrol dapat memicu penurunan kinerja hingga kerusakan komponen. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol suhu berbasis logika *fuzzy* yang mampu mengatur kecepatan kipas secara adaptif sesuai perubahan suhu, sehingga suhu operasi tetap dalam batas optimal.

Metode penelitian dilakukan secara kuantitatif melalui pengujian prototipe skala laboratorium menggunakan modul reversible PEM EATAD2221 (0,6 W), mikrokontroler ESP32, sensor suhu non-kontak MLX90614, dan kipas pendingin sebagai aktuator. Algoritma kontrol menggunakan tiga himpunan *fuzzy* (dingin, sedang, panas) dengan proses defuzzifikasi metode *Center of Gravity* untuk menghasilkan sinyal PWM pengendali kipas. Data suhu dikumpulkan pada kondisi tanpa beban dan beban penuh, lalu dianalisis secara statistik untuk mengevaluasi efektivitas kontrol.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada beban penuh, sistem mampu menjaga suhu *fuel cell* pada kisaran 36,10–38,20 °C dan suhu *electrolyzer* maksimum 35,65 °C, sedangkan tanpa beban suhu berada pada kisaran 32,45–34,85 °C. Implementasi kontrol *fuzzy* mampu menurunkan kenaikan suhu rata-rata sebesar $\pm 15,4$ % dibandingkan kondisi tanpa kontrol. Sistem juga mampu merespons perubahan suhu secara *real-time* tanpa *overshoot* yang signifikan. Kesimpulannya, sistem kontrol suhu berbasis logika *fuzzy* efektif mempertahankan suhu operasi dalam rentang aman, meningkatkan efisiensi termal, dan berpotensi memperpanjang umur pakai *fuel cell* serta *electrolyzer*.

Kata Kunci: kontrol suhu, logika *Fuzzy*, *fuel cell*, *electrolyzer*, PWM, kipas