



## Peranan Komponen Anorganik dalam Membran Nafion Sebagai Elektrolit Sel Bahan Bakar Hidrogen (Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC)

A. Mahreni, A.B. Mohamad, A.A.H. Kadhum, W.R.W Daud

Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses, Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) Bangi, Malaysia 43600  
Email: mahreni\_03@yahoo.com

### Abstract

Proton conductivity of Nafion membranes and series as well as perfluorosulfonic acid (PFSA) produced by Dow and Aciplex are strongly depend to the water content or water relative humidity on the membrane surface. At low relative humidity and high temperature condition, membrane dehydrated, membrane shrinking and the conductivity reduced dramatically. At high temperature and high relative humidity membrane swelling was occurred. Shrinking and swelling cause cell performance reduction. To overcome the problem, a hygroscopic and highly conductive component is introduced in the cluster of the Nafion polymer matrix. The aim of this study is prepared the nanocomposite membrane using Nafion-SiO<sub>2</sub>-PWA mixture in a given composition. The performance of the composite membrane as electrolyte was examined by attaching electrode on both side of composite membrane electrolyte and placing them in a single PEMFC at 60-90°C temperature, 1-2 atm pressure, and 40-100% humidity. Transparent composite membrane was obtained at solvent evaporation temperature of 80°C, annealing temperature of 140°C and an annealing time 10 hour for PWA/TEOS ratio of 45/100 (w/w). The performance result of composite membrane in single PEMFC shows that at 100% humidity and temperature 60-90°C, the highest performance of 2.04 W is gained using Nafion membrane, while at 40% humidity and 60-90°C yielded maximum power performance of 2.66W for membrane NS15W. The result of data analysis and optimized polarization curve model shows that the mechanism of proton movement in the Nafion membrane followed the vehicular model, where as in the composite membrane is close to the proton hopping model. The performance of the composite membrane Nafion-SiO<sub>2</sub>-PWA is stable at low humidity operating at temperature 60-90°C. Since the humidity and operating temperature are low, the PEMFC using the nanocomposite membrane can be run with lower humidity and with higher power compared to a PEMFC using the pure Nafion membrane.

**Keyword:** PEMFC, nanokomposit, kondensasi kapiler, konduktivitas.

### Pendahuluan

Pada saat ini sel bahan bakar hidrogen sedang menuju tahap komersialisasi. Beberapa hambatan dalam usaha komersialisasi PEMFC diantaranya katalis Pt/C pada suhu rendah sangat sensitif terhadap CO didalam gas hydrogen. Sehingga kandungan CO harus dibatasi <10 ppm. Kandungan CO <100 ppm menyebabkan PEMFC tidak bisa menggunakan hidrogen yang dihasilkan dari proses reforming secara langsung karena kandungan CO hasil proses reforming >200 ppm. Untuk menghasilkan hidrogen dengan kandungan CO <10 ppm, diperlukan satu tahap pemurnian menyebabkan harga penyediaan hidrogen sebagai bahan bakar PEMFC menjadi mahal. Hambatan yang kedua adalah membran Nafion yang selama ini masih tetap digunakan sebagai elektrolit PEMFC, sangat sensitif

terhadap kandungan air dan kelembaban dipermukaan membran. Pada kelembaban rendah dan suhu tinggi membran mengkerut (*shrinking*) dan konduktivitas turun dengan tajam. Pada kelembaban tinggi dan suhu tinggi, membran membengkak. Pengerutan dan pembengkakan membran dapat merusak sambungan antara permukaan membran-elektrod dan katalis akan terlepas dari permukaan elektrod menyebabkan kinerja sel menurun (Bijay, et al. 2007). Masalah katalis dalam penelitian ini tidak dibahas dan penelitian memfokuskan mengenai perbaikan membran Nafion agar supaya dapat digunakan sebagai elektrolit PEMFC pada suhu tinggi dan kelembaban rendah. Operasi sel pada suhu tinggi lebih menguntungkan untuk mempercepat reaksi dipermukaan katod dan anod dan meningkatkan efisiensi. Operasi sel pada suhu tinggi juga dapat meningkatkan ketahanan katalis