

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1. 1 Latar Belakang**

Sumber-sumber energi alternatif mendapat perhatian serius seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan berkurangnya cadangan minyak bumi sebagai sumber energi utama di Indonesia. Sehubungan dengan cadangan minyak bumi Indonesia yang tersisa hanya untuk 23 tahun [Witoelar, 2009], maka ketergantungan terhadap minyak bumi sudah saatnya dikurangi dengan mengembangkan sumber energi alternatif lain.

Sel bahan bakar (*fuel cell*) mempunyai prospek yang menjanjikan sebagai salah satu sumber energi listrik seperti dituangkan dalam UU 2009 BAB 21, serta peraturan dan keputusan (Perpres 5/2006, Kepmen ESDM No. 0983 K/16/MEM/2004, Kepmen ESDM No. 0002/2004, PP No. 03/2005). Aplikasi *fuel cell* mulai dari bidang transportasi, alat-alat listrik *portable* sampai sumber listrik untuk pemukiman [Hoffman, 2001]. *Fuel cell* memiliki efisiensi yang sangat tinggi, lebih dari 60% dibandingkan dengan mesin bensin yang hanya 22% dan mesin diesel 45%. Kelebihan lain sel bahan bakar adalah sifatnya yang ramah lingkungan karena tidak melibatkan proses pembakaran yang biasanya menghasilkan gas-gas emisi seperti NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> dan partikulat-partikulat.

Meskipun *fuel cell* memiliki beberapa kelebihan seperti disebutkan diatas, komersialisasi *fuel cell* khususnya *Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC) masih mengalami banyak kendala dikaitkan dengan biayanya. Salah satu penyebab biaya yang tinggi adalah mahalanya *Membran Electrodes Assembly* (MEA) yang terdiri dari membran Nafion<sup>®</sup> dan lapisan katalis [Wang, et.al., 2011]. Upaya untuk mengurangi biaya produksi adalah dengan pengembangan material-material baru yang berharga murah khususnya membran elektrolit tanpa mengurangi dan bahkan mampu meningkatkan kinerja *fuel cell*.

Membran yang paling populer digunakan adalah asam perfluorosulfonat, atau Nafion<sup>®</sup> yang dikembangkan oleh DuPont Company. Kelebihan Nafion<sup>®</sup> memiliki konduktivitas dan durabilitas yang tinggi. Meskipun demikian Nafion<sup>®</sup> memiliki kelemahan seperti ketergantungannya pada kondisi hidrasi, suhu operasi (< 80°C), permeabilitas yang tinggi dan harganya yang mahal.

Untuk meningkatkan efektivitas membran *fuel cell* dan menurunkan biaya produksi, beberapa membran hidrokarbon telah dikembangkan, diantaranya adalah polieter sulfon [Lee, 2009; Young, 2008; Sheng, 2009], polieter keton dan poliimid [Gowariker, 1999]. Membran dari kelompok polimer alifatis atau aromatis ini memiliki kelebihan harganya yang murah, tersedia secara komersial, dan strukturnya memungkinkan mampu menyimpan kelembaban sehingga dapat beroperasi pada suhu yang lebih tinggi dibandingkan Nafion<sup>®</sup>. Proses sulfonasi terhadap polimer hidrokarbon dapat memperbaiki sifat konduktivitas, permeabilitas dan sifat mekaniknya [Silva et al., 2008].

## **BAB 2. STUDI PUSTAKA**

*Proton Exchange Membrane Fuel Cell* (PEMFC) adalah suatu alat yang menggunakan gas hidrogen atau bahan bakar kaya hidrogen dan oksigen (udara) untuk menghasilkan listrik dengan proses elektrokimia tanpa pembakaran bahan bakar [Peighambardoust, 2010]. *Fuel cell* memiliki potensial aplikasi dari skala mikro-watt sampai mega-watt. Pengembangan dan demonstrasi sel bahan bakar untuk mobil mendapat perhatian yang serius, meskipun demikian aplikasi untuk pembangkit tenaga listrik stasioner juga memiliki pasar yang potensial. Bahkan sel bahan bakar dapat digunakan untuk sumber energi peralatan dan alat-alat kecil seperti laptop dan telepon seluler.

Satu sel tunggal terdiri dari membran elektrolit, anoda dan katoda yang dilapisi katalis, umumnya *platinum-based*. Membran merupakan lapisan tipis elektrolit padat (biasanya 10-100  $\mu\text{m}$ ) yang menghantarkan proton dari anoda ke katoda. Material membran yang diinginkan adalah yang memiliki konduktivitas tinggi, mampu mencegah kebocoran hidrogen dan elektron dari anoda ke katoda dan memiliki durabilitas yang lama. Secara skematik, prinsip kerja sel bahan bakar ditunjukkan oleh gambar 2. *State of the art* PEMFC adalah *membrane electrode assembly* (MEA) yang tersusun dari komponen aktif sel bahan bakar; anoda, katoda dan membran.