

PEMBUATAN MEMBRANE ELECTRODE ASSEMBLY (MEA) DENGAN KATALIS PLATINA KARBON PADA PEMFC

Lies A. Wisojodharmo¹⁾ dan Eniya Listiani Dewi²⁾

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Pusat Teknologi Material^{1,2)}

MH. Thamrin 8, BPPT II/22, Jakarta

Email: eniyalist@webmail.bppt.go.id²⁾

Abstrak

Fuel cell adalah suatu penghasil tenaga yang mengubah reaksi kimia langsung menjadi energi listrik. Untuk mereaksikan bahan bakar tersebut diperlukan material elektroda dan elektrolit yang disebut membrane electrode assembly (MEA). Dalam tulisan ini akan dibahas proses pembuatan MEA. Pada proses tersebut katalis yang digunakan adalah platina yang terdispersi pada partikel karbon, yaitu Pt/C. Pada penelitian ini jumlah katalis dalam karbon dibandingkan dengan variasi 20wt%; 30wt%; 40wt%, dan dibandingkan pula dengan Pt-black. Metodologi manufaktur MEA dilakukan dalam tiga langkah yaitu, treatment Nafion, pembuatan elektroda dengan kantung katalis pada elektroda 1 mg/cm² dan dengan proses hotpress, membran akan dihimpit pada kedua sisinya dengan elektroda. Ukuran luas aktif area pada MEA adalah 36cm², 50cm². Kemudian masing-masing MEA diuji pada sistem PEMFC dengan metode single stack dengan 2 macam ukuran luas aktif area tersebut. Dari grafik kurva polarisasi dengan parameter flow gas dan tekanan hidrogen dan oksigen, diperoleh data rata-rata 1-0.9 V dari open circuit voltage, sedangkan daya maksimum yang diperoleh adalah 0.9-4.8 miliwatt/cm². Hasil kerapatan arus pada MEA sangat tergantung pada proses coating lapisan katalis dan suhu dan tekanan hotpress.

Kata Kunci : Proton Exchange Membrane Fuel Cell, Hydrogen, Energi Alternatif

PENDAHULUAN

Fuel cell mereaksikan gas hidrogen atau semua gas hidrokarbon atau bahkan cairan alkohol (metanol/ etanol/ star) sebagai bahan bakar pada kutub anoda dengan oksigen dari udara bebas pada kutub katoda menjadi sumber listrik, air dan panas. Pada saat ini aplikasi fuel cell telah mencapai tahap prototipe yang siap masuk ke market, produk fuel cell sendiri dikuasai oleh banyak perusahaan otomotif terkenal seperti Honda, Toyota, Daimler Chrysler, General Motor dsb. Klususnya untuk produk yang berukuran kecil banyak dipelopori oleh perusahaan elektronik seperti Sony, NEC, Toshiba, dll [1]. Fuel cell yang dipakai pada produk tersebut adalah proton exchange membrane fuel cell (PEMFC). PEMFC ini mempunyai banyak keuntungan diantaranya adalah bahwa suhu operasional relatif rendah (r.t.-120°C), bisa menggunakan bahan bakar gas atau cair, menggunakan elektrolit padat, mampu dibuat pada skala daya yang bervariasi (miliwatt-1Mwatt), tidak bising, tidak beremisi, dan ramah lingkungan. Namun kendalanya adalah harga komposisinya yang masih relatif tinggi, pada kondisi kritis suhu tinggi kerapatan daya sudah berkurang, perlu teknologi penyimpanan hidrogen yang baik serta harga bahan bakar hidrogen yang relatif tinggi.

Fuel cell diharapkan akan menekan ketergantungan kita terhadap bahan bakar minyak dan akan mengurangi bahkan menghilangkan daya rusak emisi-emisi terhadap atmosfer selain itu juga mempunyai efisiensi konversi yang cukup tinggi diatas efisiensi konversi pembangkit konvensional. Sehingga tidak dimungkiri lagi produk-produk fuel cell dalam jangka waktu 5 hingga 10 tahun akan banyak merobanjeri Indonesia. Jika pada saat itu Indonesia belum bisa membuat sendiri produk fuel cell, maka kita akan menjadi konsumen teknologi semata. Teknologi fuel cell sendiri telah dikenal sejak 175 tahun yang lalu. Tetapi baru dua dasawarsa ini dunia mulai menggelutinya, karena fuel cell inilah solusi pada ketergantungan minyak bumi sebagai pemasuplai energi terbesar yang ramah lingkungan.

Untuk mereaksikan bahan bakar tersebut diperlukan material elektroda dan elektrolit yang disebut membrane electrode assembly (MEA). Membran atau elektrolit padat komersial yang digunakan dalam MEA ini adalah Nafion®. Dan sebagai material elektroda, dipakai kertas karbon yang dimodifikasi dengan katalis. Katalis komersial adalah platina. Proses manufaktur MEA yang merupakan jantung reaksi kimia fuel cell sangat penting untuk dikuasai, karena seluruh daya fuel cell tergantung dari proses tersebut

[2,3]. Pada ARN dikatakan bahwa penguasaan teknologi fuel cell dan hidrogen diperuhkan hingga tahun 2009, untuk mendukung aplikasi energi alternatif dalam energi mix 2025, dimana fuel cell harus terpasang 250Mwatt [2].

Komponen utama dalam fuel cell terdiri atas dua elektroda (anoda dan katoda) dan elektrolit (membran polimer) yang disebut membrane electrode assembly (MEA). Pada PEMFC, membran polimer merupakan komponen yang sangat penting yang berperan sebagai pemisah reaktan dan menjadi sarana transportasi ion hidrogen yang dihasilkan oleh reaksi anoda menuju katoda sehingga reaksi katoda yang menghasilkan energi listrik dapat terjadi. Membran atau *Proton Exchange Membrane* (PEM) ini berupa elektrolit padat jenis asam.

Pada penelitian ini digunakan fuel cell jenis PEMFC dengan menggunakan MEA yang diproduksi secara mandiri. Dalam single fuel cell akan dibedakan luas aktif area dari elektroda.

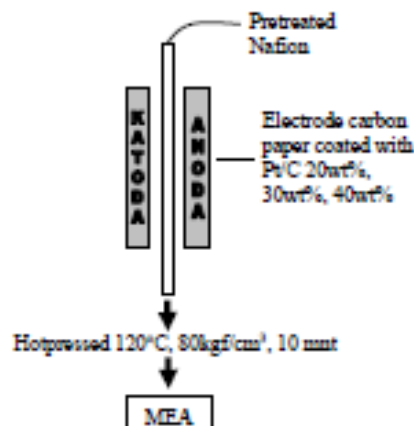
METODOLOGI PENELITIAN

Pretreated Nafion

Sebelum digunakan, nafion atau polimer elektrolit yang diperoleh secara komersial harus *pretreatment* terlebih dulu untuk menghilangkan sisa-sisa radikal atau kontam dari air yang terserap sehingga tidak menghalangi proses *hopping* proton ketika melewati membran. Nafion direndam pada larutan H_2O_2 3 vol% (Merck) selama 1 jam kemudian dicuci dengan aquades, serta dilanjutkan dengan perendaman pada H_2SO_4 1M (Merck) selama 1 jam dan akhirnya dicuci kembali hingga pH netral.

Pelapisan Elektroda dengan Katalis

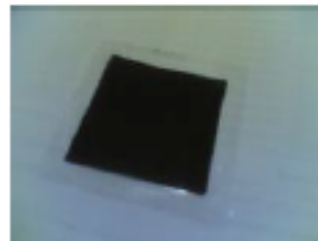
Pembuatan MEA



Gambar 1. Manufaktur MEA.

Elektroda yang terdiri dari anoda dan katoda, masing-masing dilapisi dengan katalis Pt/C (ETEK Co.). Elektroda yang dipakai adalah kertas karbon (AvCrb) dipotong dengan luas 36 dan 50 cm^2 . Katalis ink dibuat dengan mencampurkan 20, 30, 40 wt% Pt/C dengan larutan Nafion 5 wt% (DuPont) dan isopropanol sebagai pelarut. Katalis ink tersebut dilarutkan hingga menjadi slurry yang homogen. Dan dioleskan secara langsung pada kertas karbon dengan perlahan.

Untuk menghasilkan single MEA, elektroda yang telah dilapisi katalis dihimpitkan pada Nafion dan dengan pemanasan di dalam MEA. Hotpress dilakukan dengan memvariasikan suhu, tekanan dan waktu. Kitaran yang digunakan adalah 120 – 125°C, 80 – 100kgf/cm² dalam waktu 3 menit.



Gambar 2. MEA hasil hotpress.



Gambar 3. Single stack PEMFC.

HASIL DAN DISKUSI

Pada proses pembuatan MEA, katalis yang digunakan adalah platina yang terdispersi pada partikel karbon, yaitu Pt/C. Pada penelitian ini jumlah katalis dalam karbon adalah 1 mg/cm² dan digunakan 4 jenis katalis dengan variasi 20wt%, 30wt%, 40wt%, dan Pt-black. Ukuran luas aktif area pada MEA adalah 36cm², 50cm². Hasil dari pembuatannya, masing-masing MEA kemudian diuji secara eksperimental dengan metode single stack menghasilkan grafik kurva polarisasi dengan parameter flow gas dan tekanan hidrogen dan oksigen, untuk memperoleh data voltase, ampere, dan power.

Disain metode pembuatan MEA dipilih untuk mendapatkan secara optimal *current density* dari suatu membran elektrolit yang diapit oleh elektroda dan katalis. Proses dilakukan secara manual dan bertahap dimulai dari *pre-treatment* membran, dilanjutkan

dengan coating elektroda menggunakan metode *brushing*. Membran elektrolit dengan elektroda dibotpress menjadi satu dengan tekanan dan suhu tertentu. MEA yang dipasang pada *single stack* dan dianalisa pada sistem uji fuel cell. Metode *brushing* dilakukan variasi berdasarkan katalis dan luas area. Kemudian masing-masing MEA diuji pada sistem PEMFC dengan metode *single stack*.

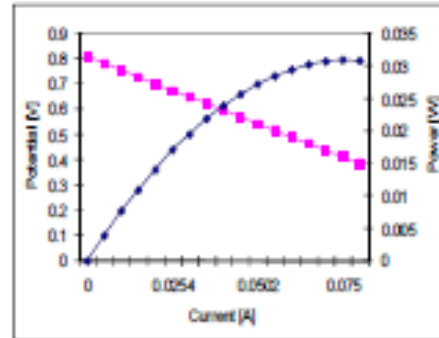
Tabel 1. Data eksperimen manufaktur MEA.

	Katalis	Luas elektroda (cm ²)	Loading katalis (mg/cm ²)
<u>1</u>	Pt/C 20%	36	1
<u>2</u>	Pt/C 30%	36	0.81
<u>3</u>	Pt/C 40%	36	1
<u>4</u>	Pt/C 20%	50	1
<u>5</u>	Pt/C 40%	50	0.65
<u>6</u>	Pt-black	36	0.96

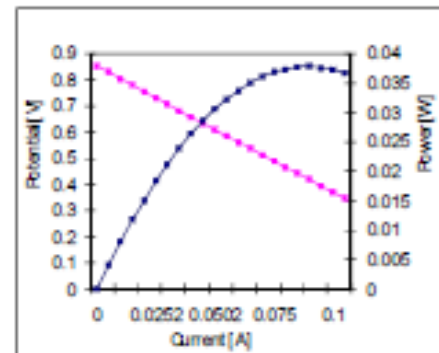
Note: Nafion 117, Hotpress 120C, 10 menit, tekanan 80 kgf.

Tabel 2. Hasil pengujian MEA metode *brushing* (separator grafit paralel)

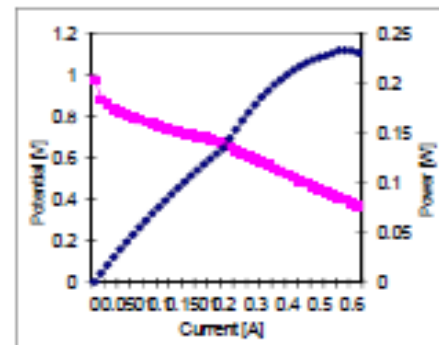
	Arus (A)	Potensial (V)	Daya (W)	Rapat daya (mW/cm ²)
<u>1</u>	0.1052	0.404	0.0425	1.18
<u>2</u>	0.075	0.412	0.0309	0.85
<u>3</u>	0.09	0.420	0.0378	1.05
<u>4</u>	0.41	0.61	0.24	4.8
<u>5</u>	0.354	0.34	0.12	2.4
<u>6</u>	0.075	0.448	0.0336	0.9



Gambar 4. Hasil test fuel cell dengan MEA 1 36 cm², Pt/C 20wt%, 10mL/min H₂ dan O₂.



Gambar 5. Hasil test fuel cell dengan MEA 3 36cm², Pt/C 40wt%, 10 mL/min H₂ dan O₂.



Gambar 6. Hasil test fuel cell dengan MEA 4 50 cm², Pt/C 20wt%, 250mL/min H₂ dan O₂.

Dari kurva polarisasi, dapat dilihat bahwa kerapatan daya maksimal yang dapat dihasilkan adalah sebesar 4.8 miliwatt/cm² pada MEA 4. Untuk hasil *single cell*, kerapatan daya ini masih kecil, karena belum optimalnya asupan hidrogen dan oksigen pada masing-masing inlet. Faktor penerentu yang lain adalah kontrol

kelembaban yang masih harus diatur. Hasil kerapatan arus pada MEA juga sangat tergantung pada proses coating lapisan katalis dan suhu dan tekanan hotpress.

KESIMPULAN

Telah dibuat membran electrode assembly (MEA) secara mandiri dengan memvariasikan jenis katalis platina. Hasil akhir menunjukkan bahwa dengan katalis berkadungan rendah yaitu 20 wt% dan dengan luas aktif area elektroda yang lebih besar menunjukkan kerapatan arus tertinggi mencapai 5 mW/cm^2 pada potensial tertinggi dibandingkan yang lain. Bisa disimpulkan bahwa dengan kandungan Pt yang rendah akan menurunkan biaya dalam produksi MEA dengan hasil kerapatan arus yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Larminie James dan Dicks Andrew (2003). *Fuel Cell Systems Explained* (Edisi 2). John Wiley & Sons Ltd.
- [2] Eniya L. Dewi, "Fuel Cell Development", Workshop of The 2007 Conference on Solid State Ionics in conjunction with Scientific Gathering on the International Joint Research Program, 1 Agustus 2007, BATAN, Puspiptek, Serpong.
- [3] Eniya L. Dewi, "Development of Local Components for Fuel Cell Technology", *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Vol. 9, No. 1, Oktober 2007, 57-66.

